



Réponses des caractères de rendement des cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sous les dates de semis dans le territoire de Tshilenge, au Kasai Oriental, RDC

Mpiana Tshimanga Vincent¹, Kambi Dibaya Okito Longo², Tshibamba Mukendi John^{3,4}

1. Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Mukongo (ISEA Mukongo)
2. Institut Supérieur Pédagogique de Mbujimayi (ISP-Mbujimayi)
3. Université Officielle de Mbujimayi (UOM);
4. Institut National pour l'Etude et Recherche Agronomiques (INERA/RDC)

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.18938465>

Abstract

Cowpea productivity in smallholder farming systems remains low due to poor matching between sowing dates and varietal potential. This study was conducted in the Tshilenge Territory to evaluate the effects of different sowing dates on sanitary, and yield characteristics of fourteen local cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars. The experiment was arranged in a split-plot design with two factors (cultivars and sowing dates) and four replications. The analyzed variables included the crop developmental cycle, yield components, and the incidence of pests and diseases. Analysis of variance (ANOVA) revealed significant differences ($p < 0.05$) among sowing dates, cultivars, and their interactions.

Early sowing (18 September 2024) resulted in the best agronomic performance. The cultivar Kachelela (C1) distinguished itself by a very short growth cycle and superior yield components, including an average pod length of 16.85 cm, pod width of 5.12 mm, seed length of 5.50 mm, seed width of 4.12 mm, and the highest grain yield (105.02 kg ha⁻¹). These results highlight the importance of combining early sowing with early-maturing cultivars to sustainably improve cowpea production in Tshilenge.

Key words : effect, date, sowing, characteristic, yield, cultivar, cowpea.

Résumé

La productivité du niébé en milieu paysan reste faible en raison d'une mauvaise adéquation entre la date de semis et le potentiel variétal. Cette étude a été conduite dans le territoire de Tshilenge afin d'évaluer l'effet de différentes dates de semis sur les caractères sanitaires et de rendement de quatorze cultivars locaux de niébé. Le dispositif expérimental adopté est le split-

plot, avec deux facteurs (cultivars et dates de semis) et quatre répétitions. Les variables analysées concernent le cycle de développement, les composantes du rendement et l'incidence des maladies et ravageurs. Les résultats de l'ANOVA révèlent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les dates de semis, les cultivars et leurs interactions. Le semis précoce (18 septembre 2024) a induit les meilleures performances agronomiques. Le cultivar Kahelela (C1) s'est distingué par un cycle très court 68, 37 jours et avec 27,37 gousses par plant, une longueur moyenne de gousse de 16,85 cm, une largeur de gousse de 5,12 mm, une longueur de graine de 5,50 mm, une largeur de graine de 4,12 mm, et le rendement le plus élevé ($105,02 \text{ kg ha}^{-1}$). Ces résultats confirment l'importance de l'association semis précoce–cultivar précoce pour améliorer durablement la production du niébé à Tshilenge.

Mots-clés : effet, date, semis, caractère, rendement, cultivar, niébé.

INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) est une légumineuse alimentaire majeure dans les zones tropicales semi-arides et subhumides d'Afrique subsaharienne, où il joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire, la nutrition humaine et la fertilité des sols grâce à sa capacité de fixation symbiotique de l'azote (Timko & Singh, 2008 ; Sanginga et al., 2003 ; Ehlers & Hall, 1997). En Afrique centrale et occidentale, cette culture constitue une source importante de protéines végétales et de revenus pour les petits producteurs (Dugje et al., 2009 ; Langyintuo et al., 2003).

La performance agronomique du niébé dépend fortement des conditions agro-écologiques, notamment de la pluviométrie, de la température et des caractéristiques du sol, mais aussi des pratiques culturales adaptées, parmi lesquelles la date de semis occupe une place déterminante (Bastos et al., 2011 ; Hall, 2004). En effet, le choix inadéquat de la date de semis peut exposer la culture à des stress hydriques ou thermiques à des stades phénologiques critiques, entraînant une réduction significative de la croissance, de la floraison et du rendement en grains (Mohammed & Singh, 2012 ; Dadson et al., 2005).

Plusieurs études ont montré que les dates de semis influencent significativement la germination, la phénologie, la formation des gousses et les composantes du rendement du niébé (Moussa et al., 2016 ; Kouamé et al., 2015 ; Ogonna & Obi, 2007). Selon Kamara et al., (2018), l'optimisation de la date de semis permet d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de synchroniser les stades sensibles de la culture avec les périodes favorables du régime pluviométrique.

Toutefois, la diversité génétique et de la capacité d'adaptation de niébé aux conditions locales varient en fonction des périodes de semis (Adamou et al., 2018 ; Ouedraogo et al., 2010 ; Ngakou et al., 2007). Cependant, la valorisation de cette diversité locale constitue un levier important pour l'amélioration durable de la productivité agricole dans un contexte de variabilité climatique croissante (FAO, 2020 ; Katungi et al., 2011).

Au Kasaï Oriental, et plus particulièrement dans le territoire de Tshilenge, la culture du niébé repose essentiellement sur des cultivars locaux, sélectionnés empiriquement par les agriculteurs

sur base critères subjectifs sans fondement, dont les caractères de rendement et la meilleure date de semis ne sont pas documentés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, qui vise à évaluer la réponse des caractères de rendements des cultivars locaux de niébé vis-à-vis des différentes dates de semis dans le territoire de Tshilenge, afin d'identifier la période de semis la plus favorable et les cultivars les mieux adaptés aux conditions agro-écologiques locales, présentant les meilleurs caractères de rendement.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

L'étude a été conduite dans la localité de Mbuyi Suaka, groupement de Bena Tshimanga, dans le territoire de Tshilenge, Kasai Oriental, RD Congo (figure 1) dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : 06°29'43,24 S, et 023° 34' 11,30 E et 676 m d'altitude.

La localité de Mbuyi Suaka, jouit d'un climat est tropical avec deux (2) saisons des pluies marquées. La zone est caractérisée par des températures moyennes annuelles de 22–28 °C et une pluviométrie annuelle de 1200–1500mm (Ilunga, 2026). Avec des sols ferralitiques à dominante kaolinitique, et une végétation de savane herbeuse dominée par l'*Imperata cylindrica* et *Andropogon gayanus*, ainsi qu'un réseau hydrographique dense dominé par les rivières et de nombreux affluents (Ilunga, 2026).

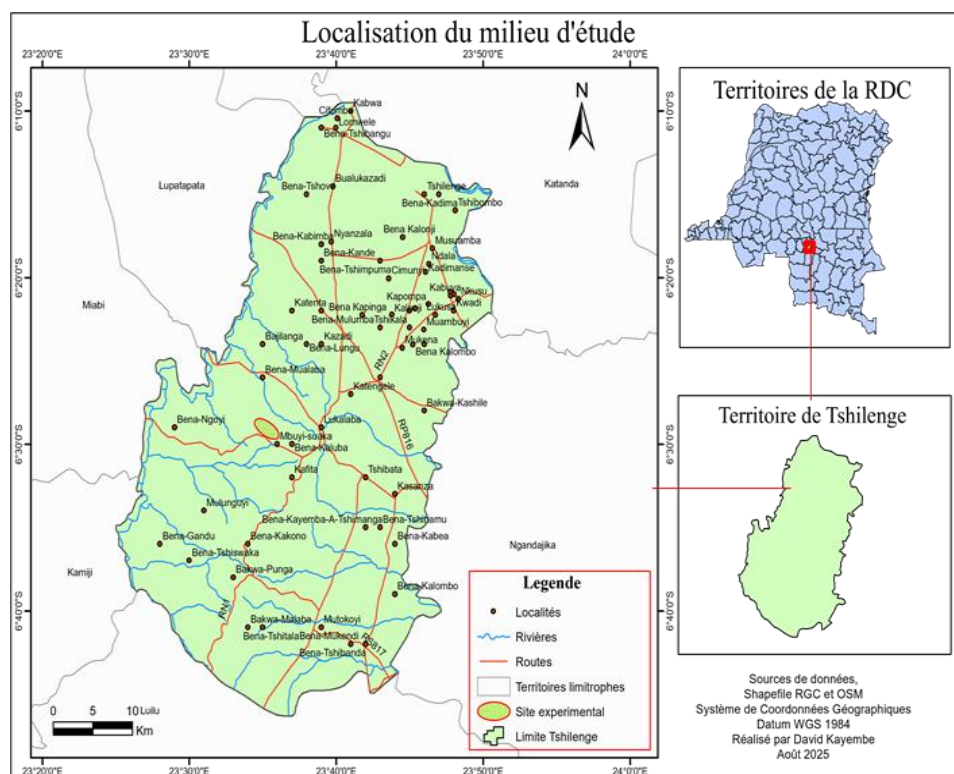


Figure 1. Localisation de site d'étude de Mbuyi Suaka sur la carte administrative du territoire de Tshilengi, Kasai Oriental.

2.2. Matériel

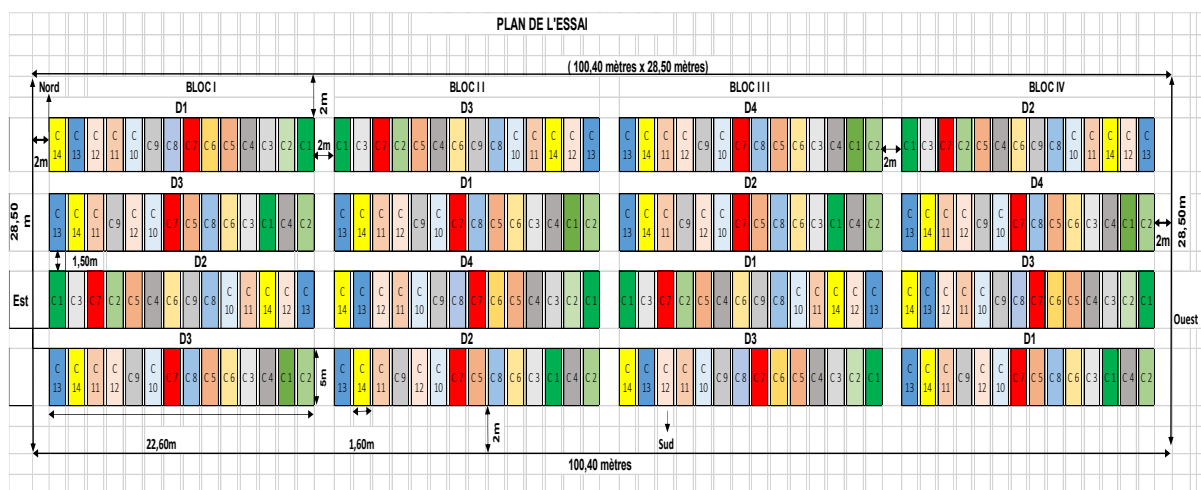
Quatorze (14) cultivars locaux de niébé collectés auprès des producteurs agricoles dans les cinq (5) territoires de la province du Kasai Oriental, ont été utilisés comme matériel biologique : C1= Kachelela, C2=Kubikubi, C3=Moji, C4=Tshibute, C5=Lufika, C6=Nsebela, C7=Zalanka, C8=Kakumbe, C9=Bena Cimungu, C10=Mashala, C11=Zonzoma, C12=Kankunde, C13=Bena nsaka et C14=Kunde.

2.3. Méthode

2.3.1. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit selon un dispositif expérimental en split plot, avec comme le facteur principal la date de semis, qui constituait la parcelle principale ; qui comprenait 4 modalités (D1 : 18/09/2024, D2 : 28/09/2024, D3 : 08/10/2024 et D4 : 18/10/2024). Le facteur secondaire était le cultivar local, constituait de 14 modalités, constituant les sous-parcelles (figure 2).

La superficie totale du champ expérimental était de 2 861,4 m², soit 100,4 m de longueur et 28,5 m de largeur, répartie en quatre répétitions ou blocs. Les blocs étaient séparés par une distance de 2 m. Les parcelles principales (grandes parcelles) étaient séparées de 1,5 m, tandis que l'espacement entre les sous-parcelles élémentaires était de 0,30 m. Chaque sous-parcelle élémentaire avait une superficie de 8 m², correspondant à des dimensions de 1,60 m × 5 m. Chaque sous parcelle avait 4 lignes par cultivars, semait aux écartements de 0,60 m entre les lignes et 0,30 dans la ligne en raison de 2 graines par poquet. Chaque ligne était constituée de 10 poquets, chaque parcelle élémentaire avait 80 plants.



Figures 2. Schémas du dispositif expérimental split plot incluant les dates de semis et les cultivars de niébé.

Légende : D1 = première date de semis : 18/09/2024, D2 = deuxième date de semis : 28/09/2024, D3 = troisième date de semis : 08/10/2024, D4 = quatrième date de semis : 18/10/2024

C1 (Kachelela), C2 (Kubikubi), C3 (Monji), C4 (Tshibute), C5 (Lufika), C6 (Nsebela), C7 (Zalanka), C8 (Kakumbe), C9 (Bena Cimungu), C10 (Mashala), (Zonzoma), C12 (Kankunde), C13 (Bena nsaka) et C14 (Kunde)

2.3.2. Collecte et analyses des données

Les données ont été collectées sur les caractères de rendement suivants : le nombre de gousse par plant, la longueur des gousses, la largeur des gousses par plant, la longueur de la graine, la largeur de la graine et le rendement (kg/ha).

Les données collectées ont été analysées par ANOVA. Les différences significatives entre moyennes ont été déterminées au seuil de 5 % ($p < 0,05$) à l'aide du test de Student-Newman-Keuls. Les coefficients de variation (CV) ont été calculés pour chaque caractère.

3. RESULTATS

3.1.1. VARIABLES DE PRODUCTION

Les tableaux 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 ci-après présentent les résultats relatifs au nombre de gousses par plant, la longueur de gousses, la largeur de gousses, la longueur de la graine, la largeur de la graine par plant, le rendement le cycle de développement et dendrogramme de classement selon les dates de semis des cultivars locaux de niébé sous étude.

3.1. Nombre de gousse par plant selon les dates de semis

L'analyse du tableau 1 en rapport avec le nombre de gousses par plant révèle trois groupes des cultivars au regard des nombres des gousses par plant :

- Les cultivars à nombre des gousses élevées : Kachelela (C1), Tshibute (C4), Nsebela (C6), Bena Cimungu (C9), Mashala (C10), Zalanka (C7), Kunde (C14), et Lufika (C5) se distinguent par les valeurs moyennes les plus élevées, comprises entre 21,75 et 27,37 gousses par plant. Ils présentent une forte capacité de ramification fertile et une bonne rétention florale, ce qui constitue un avantage biologique majeur pour l'augmentation directe du rendement.
- Les cultivars à nombre des gousses moyennes : Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13), Kankunde (C12) et Monji (C3) présentent les nombres intermédiaires, avec des moyennes variant entre 16,62 et 19,75 gousses par plant. Ils assurent une production stable grâce à un équilibre entre croissance végétative et reproduction.
- Les cultivars à nombre des gousses faibles : Kubikubi (C2) enregistrent les plus faibles nombres moyens de gousses, inférieurs à 14,50 gousses par plant. Leur potentiel productif est limité par une moindre efficacité de transformation des fleurs en gousses.

Tableau 1. Nombre de gousses par plant des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivar	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	32,25±2,06***	31,50±3,00***	26,75±8,77***	19,00±10,89*	27,37	20,99	4,49	0,03*
C2	14,25±4,35ns	13,50±4,43ns	15,75±3,40*	14,50±1,73*	14,50	19,37	0,44	0,72
C3	22,50±4,35*	20,25±5,56*	16,75±3,40*	17,00±6,63*	19,12	26,50	1,18	0,36
C4	32,00±1,15***	29,00±6,16**	16,25±3,86*	14,25±4,78*	22,85	15,71	24,67	0,0001***
C5	24,00±5,35*	25,75±3,30*	20,75±5,90**	17,50±5,32*	22,00	25,89	1,63	0,24
C6	32,00±2,30***	21,25±7,80*	21,50±7,18**	20,00±6,78**	23,68	26,68	3,11	0,08
C7	25,25±0,95*	26,75±8,77*	17,00±7,07*	12,00±3,26ns	20,25	26,97	6,50	0,01*
C8	22,75±2,06*	23,75±3,20*	19,25±9,67**	13,25±2,98*	19,75	28,87	3,44	0,06
C9	29,75±3,30**	27,50±5,25**	14,75±2,98*	15,00±4,69*	21,75	17,33	17,96	0,0003***
C10	28,75±3,77**	27,75±5,31**	22,25±10,53**	12,75±2,98*	22,87	27,52	5,42	0,02*
C11	18,50±3,00*	22,00±4,83*	12,00±3,55ns	17,00±3,82*	17,37	23,67	4,07	0,04*
C12	16,00±3,16ns	19,50±3,69*	15,75±2,98*	15,25±6,07*	16,62	25,77	0,82	0,51
C13	19,25±7,36*	23,50±3,00*	17,50±3,96*	18,00±8,12*	19,56	30,86	0,81	0,51
C14	28,50±5,74**	30,00±3,65***	17,00±6,97*	17,25±7,41*	23,18	25,18	5,47	0,02*

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

0.05 : différence significative ; ns : Non significative.

3.2. Longueur des gousses selon les dates de semis

Il ressort du tableau 2 que la longueur des gousses met en évidence deux groupes de cultivars en fonction de la longueur des gousses :

- Les cultivars à gousses longues : Zonzoma (C11), Kankunde (C12), Lufika (C5), Bena Cimungu (C9), Kakumbe (C8) Kahelela (C1), Monji (C3), Nsebela (C6), Kunde (C14) et Mashala (C10) se distinguent par les plus grandes longueurs moyennes de gousses, comprises entre 16,98 et 19,05 cm. Ils favorisent un meilleur remplissage des graines et une augmentation du poids par gousse, contribuant positivement au rendement.
- Les cultivars à gousses moyennes : Bena Nsaka (C13), Tshibute (C4), Kubikubi (C2), et Zalanka (C7) présentent des longueurs moyennes intermédiaires, variant entre 14,76 et 15,93 cm. Ils présentent une stabilité morphologique permettant une production régulière selon les conditions de culture.

Tableau 2. Longueur de gousse par plant des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	17,15±1,30*	18,10±0,84**	16,00±0,81*	16,15±0,86*	16,85	5,96	3,78	0,05*
C2	14,00±1,82ns	17,15±2,30*	16,25±2,06*	14,50±1,29ns	15,47	7,96	5,72	0,01*
C3	15,25±2,70*	18,05±1,79**	16,75±1,25**	15,15±2,70ns	16,30	14,52	1,35	0,31
C4	14,25±4,34ns	15,95±1,96ns	14,37±2,62*	14,50±4,43ns	14,76	26,51	0,16	0,91
C5	17,02±1,65*	19,55±3,38***	16,75±1,89**	17,35±1,07*	17,66	12,13	1,42	0,30
C6	15,75±2,00*	17,10±1,64*	18,00±3,36**	14,45±3,03ns	16,32	16,11	1,39	0,30
C7	14,93±1,78*	16,30±2,08*	12,75±2,21ns	15,93±2,16*	14,98	15,44	1,90	0,20
C8	18,55±0,64**	16,60±0,27*	16,00±2,00*	17,25±2,21*	17,1	8,96	2,03	0,17
C9	17,10±2,28*	17,20±1,68*	17,50±2,00**	17,00±2,44*	17,20	11,93	0,04	0,98
C10	18,35±2,11**	18,65±2,91**	12,90±2,06ns	18,05±2,39**	16,98	14,84	4,70	0,03*
C11	18,62±5,07**	19,05±2,68**	19,00±2,00***	19,52±3,41***	19,05	19,12	0,04	0,98
C12	18,10±2,02**	19,65±2,32***	17,87±1,85**	17,95±3,41**	18,39	12,24	0,56	0,65
C13	15,65±4,40*	16,50±2,88*	15,57±1,41*	16,00±4,24*	15,93	18,81	0,07	0,97
C14	16,95±3,94*	15,65±2,52ns	15,25±0,50*	16,80±4,21*	16,16	19,34	0,28	0,83

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

3.3. Largeur des gousses selon les dates de semis

La lecture du tableau 3, relatif à la largeur des gousses, permet de distinguer deux groupes de cultivars en lien avec la largeur des gousses :

- Les cultivars à gousses larges : Tshibute (C4), Kahelela (C1), Kankunde (C12), Nsebela (C6), Monji (C3), Kubikubi (C2), Lufika (C5) et Bena Cimungu (C9) enregistrent les

largeurs moyennes les plus élevées entre 5,04 à 5,28 mm. Ils traduisent une forte capacité d'accumulation des réserves dans les graines, favorable à l'augmentation du rendement et de la qualité marchande.

- Les cultivars à gousses moyennes : Zalanka (C7), Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Mashala (C10) Kunde (C14) et Bena Nsaka (C13) affichent les plus faibles largeurs moyennes, comprises entre 4,58 et 4,84 mm : Leur potentiel de remplissage est biologiquement limité, réduisant la contribution au rendement.

Tableau 3. Largeur de gousse par plant des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	5,00±0,00ns	5,61±0,93**	5,15±0,17ns	4,75±0,50*	5,12	10,50	1,84	0,21
C2	5,07±0,15ns	5,00±0,00*	5,00±0,00ns	5,00±0,00*	5,01	1,49	1,00	0,43
C3	5,32±0,47ns	5,09±0,14*	5,00±0,00ns	4,75±0,50*	5,04	6,46	2,13	0,16
C4	5,30±0,51ns	5,82±0,88**	5,00±0,00ns	5,00±0,00*	5,28	10,63	1,92	0,20
C5	5,00±0,00ns	5,00±0,00*	5,00±0,00ns	5,00±0,00*	5,00	10,00	1,93	0,19
C6	5,25±0,50ns	5,00±0,00*	5,00±0,00ns	5,05±0,10**	5,07	5,12	0,83	0,50
C7	5,05±0,01ns	4,50±1,00*	5,00±0,00ns	4,82±0,56*	4,84	12,10	0,69	0,57
C8	5,05±0,10ns	3,78±1,96ns	5,00±0,00ns	4,50±0,57*	4,58	23,18	1,21	0,35
C9	5,00±0,00ns	5,05±0,10*	5,02±0,05ns	5,00±0,00*	5,01	1,16	0,67	0,59
C10	5,00±0,00ns	5,51±0,99**	5,00±0,00ns	4,00±1,15ns	4,87	16,98	2,34	0,14
C11	5,00±0,00ns	4,49±2,53*	5,10±0,20ns	4,25±0,95ns	4,71	29,62	0,34	0,79
C12	5,05±0,10ns	5,59±0,93**	5,00±0,00ns	4,75±0,50*	5,09	10,08	1,92	0,19
C13	5,15±0,19ns	4,06±2,07ns	5,00±0,00ns	5,00±0,00*	4,80	21,34	0,94	0,46
C14	5,22±0,15ns	5,00±0,00*	5,00±0,00ns	4,75±0,50*	4,99	5,38	2,08	0,17

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 selon les dates de semis

Le tableau 5 met en évidence une différenciation des cultivars selon la longueur de la graine, regroupés en deux :

- Les cultivars à graines longues : Kahelala (C1), Monji (C3), Nsebela (C6) et Kankunde (C12) se distinguent par les longueurs moyennes de graines les plus élevées entre 5,12 à 5,50 mm. Ils présentent un fort potentiel de remplissage des grains, souvent associé à un poids élevé et à un meilleur rendement.
- Les cultivars à graines moyennes : Tshibute (C4), Lufika (C5), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13) et Kubikubi (C2) Kunde (C14), Zalanka (C7), Mashala (C10) et Kakumbe (C8) et Bena Cimungu (C9) présentent des longueurs moyennes comprises entre 4,06 et 4,93 mm, avec des réponses variables selon les dates de semis, mais sans différences

statistiques marquées. Ils garantissent une production stable avec une bonne adaptation aux conditions du milieu.

Tableau 4. Longueur de la graine par plant des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	5,00±1,41**	5,00±1,73	5,75±0,50**	5,75±0,50**	5,50	17,14	0,56	0,65
C2	5,25±0,50**	4,25±0,95	5,00±0,81**	5,25±0,50**	4,93	16,62	1,33	0,32
C3	4,50±1,00*	4,75±0,95	5,50±1,00**	6,00±0,00***	5,18	17,67	2,25	0,15
C4	3,75±0,95*	5,50±1,29	4,50±0,57*	4,75±1,50**	4,62	20,70	2,27	0,14
C5	3,50±1,29ns	5,75±1,25	4,50±1,00*	4,75±0,95**	4,65	23,07	3,00	0,08
C6	4,00±1,41*	4,25±0,95	6,25±1,50***	6,00±1,15***	5,12	26,61	1,47	0,28
C7	4,00±0,81*	4,25±0,95	3,50±1,00ns	4,50±1,73*	4,06	31,84	0,43	0,73
C8	4,25±1,25*	4,75±0,50	4,25±1,25*	4,00±0,81*	4,31	23,13	0,50	0,68
C9	4,25±0,95*	4,75±1,25	5,00±0,81**	5,00±0,00**	4,75	21,05	0,50	0,69
C10	4,50±1,00*	4,25±0,95	4,25±1,50*	3,75±0,95ns	4,18	28,76	0,27	0,84
C11	5,00±0,00**	4,75±1,25	4,15±0,57*	4,15±1,28*	4,51	22,21	0,73	0,55
C12	3,75±0,95*	5,75±0,95	5,50±1,00**	5,50±0,57**	5,12	18,68	3,72	0,05*
C13	4,50±0,57*	4,75±1,25	4,75±0,50*	4,25±0,95*	4,56	18,41	0,29	0,83
C14	5,25±0,50**	4,00±0,81	5,25±0,50**	4,50±1,00*	4,75	2,26	3,00	0,08

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

3.5. Largeur de la graine selon les dates de semis

Les résultats consignés dans le tableau 5 permettent de classer les cultivars en deux groupes distincts en fonction de la largeur de la graine :

- Les cultivars à graines larges : Kachelela (C1), présente la largeur moyenne de graines les plus élevées de 4,12 mm. Ils favorisent une accumulation importante des réserves, améliorant à la fois le rendement et la qualité des semences.
- Les cultivars à graines moyenne : Tshibute (C4), Lufika (C5), Mashala (C10), Nsebela (C6), Bena Cimungu (C9), Kankunde (C12), Kubikubi (C2), Kakumbe (C8), Monji (C3), Zalanka (C7), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13) et Kunde (C14) présentent des valeurs moyennes intermédiaires situées entre 3,00 à 3,81 mm, avec des variations modérées selon les dates de semis. Ils assurent un bon compromis entre calibre et stabilité de production.

Tableau 5. Largeur de la graine par plant des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	3,50±0,57*	3,75±0,95*	4,75±0,50***	4,50±1,00**	4,12	20,20	2,04	0,17
C2	4,00±1,15**	3,25±0,95ns	3,50±1,29*	3,75±1,25*	3,62	28,71	0,38	0,76
C3	3,25±0,50*	3,25±0,50ns	2,75±0,50*	3,00±0,00*	3,06	15,63	1,00	0,43
C4	3,25±0,50*	4,82±1,58**	3,25±0,50*	3,75±1,50*	3,76	29,13	1,82	0,21
C5	3,75±0,50*	4,25±0,50*	3,75±0,50**	3,50±1,00*	3,81	18,67	0,78	0,53
C6	3,50±0,57*	3,00±0,81ns	4,25±0,95**	4,00±1,15*	3,68	25,66	1,37	0,31
C7	3,50±0,57*	3,25±0,50ns	2,25±0,50ns	3,00±1,41*	3,00	28,32	1,61	0,25
C8	3,25±0,50*	3,75±0,50*	3,00±0,00*	3,25±0,50*	3,31	10,37	3,35	0,06
C9	3,00±0,00ns	4,25±1,89*	4,00±0,81**	3,50±0,57*	3,68	29,37	1,04	0,41
C10	3,75±0,50*	3,75±0,95*	3,75±2,21**	3,75±2,36*	3,75	49,09	0,00	1,00
C11	3,75±0,50*	3,25±0,50ns	2,75±0,50*	3,00±0,81*	3,06	19,04	1,65	0,24
C12	3,33±0,57*	4,00±0,81*	3,25±0,50*	4,00±0,81*	3,66	16,70	1,70	0,24
C13	3,25±0,50*	3,00±0,81ns	3,25±0,95*	3,25±0,95*	3,18	23,52	0,11	0,95
C14	3,50±0,57*	3,25±0,50ns	2,75±0,50*	2,75±0,50ns	3,06	19,04	1,65	0,24

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

3.6. Rendement (kg /ha) selon les dates de semis

La lecture du tableau 6 montre que le rendement en grains des cultivars se distribue en trois groupes selon le rendement en kg par ha :

- Les cultivars à rendement élevé : Kachelela (C1), Tshibute (C4), Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Kankunde (C12) et Kunde (C14), constituent le groupe des cultivars les plus productifs avec les moyennes de productions comprises en 91,98 à 105,66 kg/ha. Ils combinent efficacement plusieurs composantes de production, traduisant une excellente adaptation agrobiologique au milieu d'étude.
- Les cultivars à rendement moyens : Kubikubi (C2), Nsebela (C6), Zalanka (C7), Bena Cimungu (C9), Mashala (C10) et Bena Nsaka (C13) présentent des rendements moyens compris entre 66,77kg/ha et 90,61 kg/ha. Ils présentent une stabilité productive intéressante sous des conditions environnementales variables.
- Les cultivars à faible rendement : Monji (C3) et Lufika (C5) affichent les rendements moyens les plus faibles de 54,42 à 60,83 kg/ha, traduisant une faible aptitude productive, quelle que soit la date de semis. Leur faible performance résulte d'une efficacité limitée dans l'expression des composantes du rendement.

Tableau 6. Rendement (kg/ha) des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Moyenne	Cv (%)	F-cal	p-value
C1	116,58±58*	40,65±39,45*	142,21±64,75***	120,63±87,10**	105,02	76,00	1,23	0,35
C2	133,52±65,56**	50,87±48,41*	76,94±40,20*	101,11±16,91**	90,61	49,03	2,51	0,12
C3	35,04±33,06*	18,28±14,64ns	69,81±43,49*	94,55±59,71*	54,42	69,11	3,32	0,07
C4	106,26±78,24*	140,12±88,87**	63,51±27,07*	75,99±25,24*	96,47	52,89	1,79	0,21
C5	43,00±52,49*	70,10±43,43*	70,65±32,68*	59,58±33,83*	60,83	77,93	0,29	0,82
C6	64,14±73,61*	78,05±59,12*	91,29±51,66**	58,38±27,60*	72,97	45,62	0,78	0,53
C7	15,85±31,22ns	151,29±115,70***	50,19±25,27ns	64,15±14,18*	70,37	96,09	2,90	0,09
C8	77,99±127,09*	134,71±191,46**	94,28±55,53**	76,03±39,23*	95,75	119,63	0,22	0,87
C9	15,61±10,51ns	38,43±34,79*	100,83±36,31**	122,75±87,57**	69,40	77,16	3,57	0,06
C10	93,16±99,48*	49,37±58,02*	78,21±18,77*	46,32±31,81ns	66,77	102,95	0,43	0,73
C11	95,90±103,84*	50,95±38,01*	86,12±44,67**	134,95±60,26**	91,98	76,77	0,95	0,45
C12	31,63±46,03*	88,32±56,23*	107,14±38,43**	145,30±30,55***	93,09	49,35	4,24	0,03*
C13	67,70±71,87*	84,10±25,40*	82,25±46,51**	84,39±41,55*	79,61	60,61	0,95	0,11
C14	93,31±102,97*	73,96±46,67*	141,37±25,63***	114,02±38,32**	105,66	54,02	1,02	0,42

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

3.7. Cycle de développement des cultivars

Il ressort du tableau 7 que les cultivars sont classés en quatre groupes selon le cycle de développement :

- les cultivars à cycle de développement très précoce : Bena Cinungu (C9), Zalanka (C7), Kahelela (C1) et Monji (C3) dont le nombre des jours varient de 65,8 à 68,6 jours. Ces cultivars présentent la durée de cycle de développement le plus court, indiquant une floraison et une maturation très rapides. Leur cycle condensé permet : une évacuation efficace du stress hydrique terminal, une meilleure adaptation aux saisons culturales très courtes, une réduction des risques climatiques en fin de cycle.
- Les cultivars à cycle de développement précoce : Kubikubi (C2) et Kankunde (C12), le cycle de développement compris entre 72,7 et 72,9 jours. Ces cultivars conservent une bonne précocité, avec une légère prolongation du cycle permettant : un meilleur développement végétatif que les très précoces, une mise en place plus stable des organes reproducteurs, un bon compromis entre précocité et potentiel de rendement.
- Les cultivars à cycle de développement tardif : Nsebela (C6), Tshibute (C4), Lufika (C5), et Zonzoma (C11), le cycle de développement compris entre 77 et 78,6 jours. Ces cultivars présentent un cycle de développement plus long, favorisant l'accumulation de

biomasse mais entraînant : un retard de floraison, une dépendance accrue à la régularité des pluies, une sensibilité modérée aux stress de fin de saison.

- Les cultivars à cycle de développement très tardif : Kankumbe (C8), Bena Nsaka (C13), Mashala (C10) et Kunde (C14), qui enregistrent les valeurs allant de 83,1 à 85,2 jours. Ces cultivars se caractérisent par une phase végétative prolongée, responsable de : une maturation lente, une exposition élevée aux aléas climatiques, une faible adéquation aux zones à saison pluvieuse courte, malgré une forte production de biomasse.

Tableau 7. Cycle de développement des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

Cultivars	Durée de la phase végétative	Durée de la phase reproductive	Durée de cycle développement
C1 : Kafelela	35,81	32,56	68,37 ns
C2 : Kubikubi	43	31,4	74,4 *
C3 : Monji	34,31	33,7	68,01 ns
C4 : Tshibute	42,81	33,05	75,86**
C5 : Lufika	44,12	33,62	77,74 **
C6 : Nsebela	45,56	31,56	77,12 **
C7 : Zalanka	33,93	32,31	66,24 ns
C8 : Kakumbe	50,25	31,74	81,99***
C9 : Bena Cimungu	34,56	31,36	65,92 ns
C10 : Mashala	50,62	35,6	86,22***
C11 : Zonzoma	45,43	31,93	77,36 **
C12 : Kankunde	42,25	31,37	72,9 *
C13 : Bena Nsaka	51,87	33,02	84,89***
C14 : Kunde	50,37	32,72	83,09***

3.8. Classification hiérarchique des cultivars locaux de niébé selon le cycle de développement

Le dendrogramme de classification hiérarchique ascendante, établi sur base de la durée du cycle de développement (en jours), met en évidence une structuration nette des cultivars de niébé en quatre groupes distincts, traduisant des niveaux contrastés de précocité.

- Les cultivars à cycle de développement très précoce, regroupe Bena Cimungu (C9), Zalanka (C7), Kafelela (C1) et Monji (C3). Ces cultivars présentent les cycles les plus courts (les moyennes allant de 65,8 à 68,6 jours), traduisant une floraison et une maturité rapides. Leur proximité sur le dendrogramme indique une forte similarité phénologique, suggérant une adaptation aux environnements à saison culturale courte ou à pluviométrie irrégulière.

- Les cultivars à cycle de développement précoce, comprend Kankunde (C12) et Kubikubi (C2). Ces cultivars affichent un cycle légèrement plus long que celui du groupe très précoce (les moyennes allant de 72,7 à 72,9 jours), tout en conservant une dynamique de développement rapide. Leur position intermédiaire traduit une transition phénologique entre les cultivars très précoces et les groupes à cycle plus long.
- Les cultivars à cycle de développement tardif, à savoir Zonzoma (C11), Tshibute (C4), Lufika (C5) et Nsebela (C6). Ces cultivars se caractérisent par un cycle de développement prolongé (les moyennes allant de 77 à 78,6 jours), favorable à une croissance végétative plus longue. Leur regroupement traduit une homogénéité relative dans la durée du cycle, indiquant une adaptation aux zones bénéficiant d'une pluviométrie modérée et bien répartie.
- Les cultivars à cycle de développement très tardif, est composé de Kakumbe (C8), Mashala (C10), Kunde (C14) et Bena Nsaka (C13). Ces cultivars présentent les cycles les plus longs (les moyennes allant de 83,1 à 85,2 jours), ce qui les distingue nettement des autres groupes sur le dendrogramme. Cette durée prolongée du cycle suggère un potentiel élevé d'accumulation de biomasse, mais également une sensibilité accrue aux aléas climatiques de fin de saison.

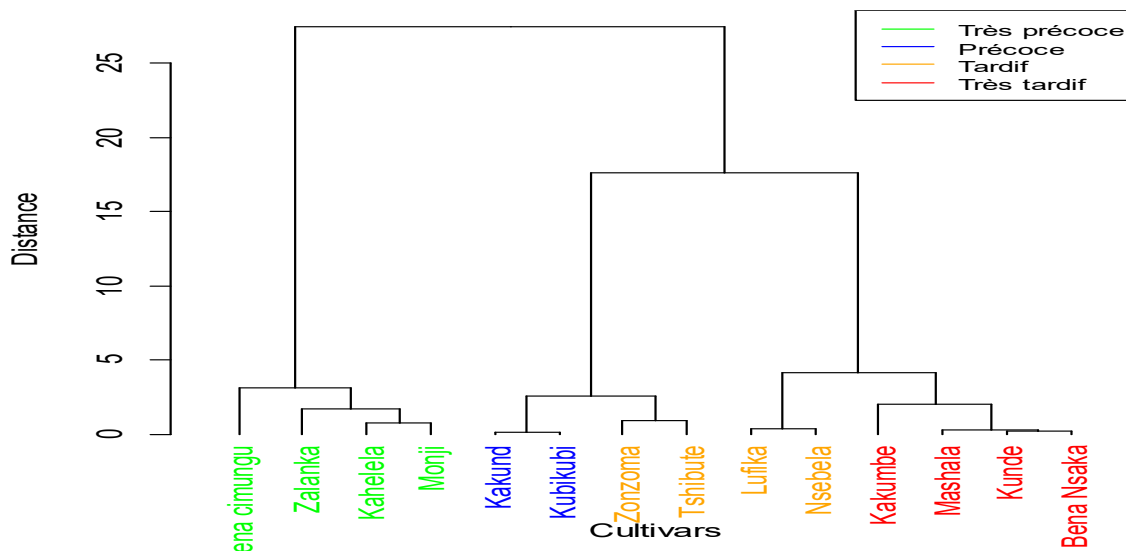


Figure 3. Classification des cultivars selon leur cycle de développement

3.9.VARIABLES PHYTOSANITAIRES

Les contraintes biotiques constituent un facteur déterminant de la performance agronomique des cultivars de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Parmi celles-ci, l'antracnose, la cercosporiose et la mosaïque virale, ainsi que les insectes ravageurs ; les pucerons, thrips et punaises des gousses, ont été les plus fréquemment observés au champ.

La figure 4 suivante, présente l'incidence d'attaque des maladies (mosaïque virale, anthracnose, cercosporiose) et insectes ravageurs des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

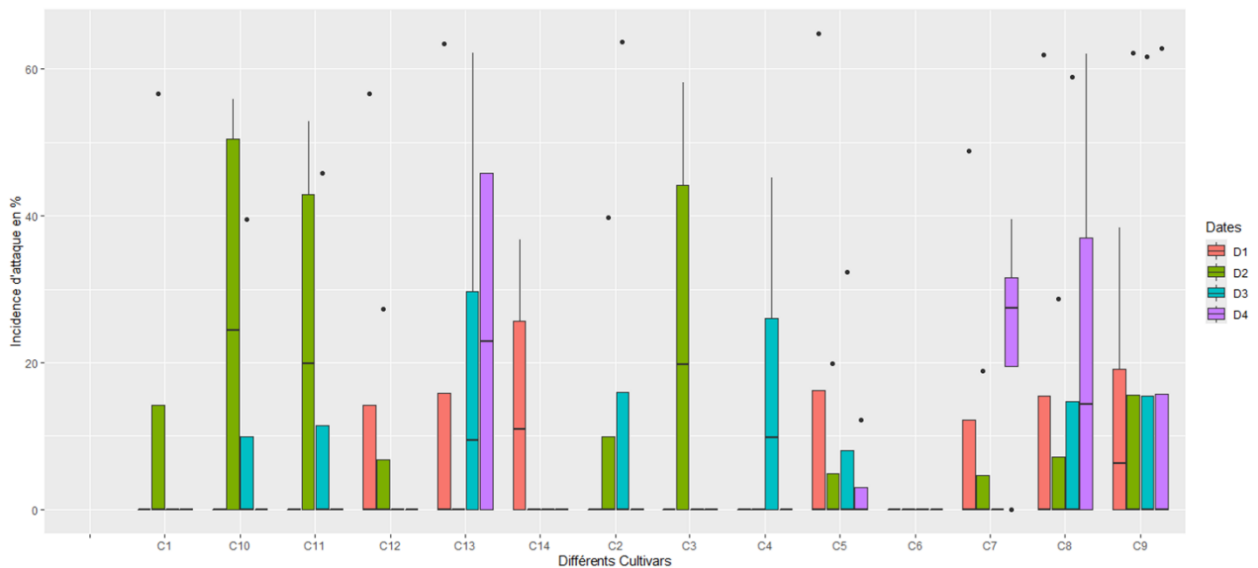


Figure 4. Incidence d'attaque des maladies (mosaïque virale, anthracnose, cercosporiose) et insectes ravageurs des cultivars locaux de niébé selon les dates de semis

La figure 4 met en évidence une variabilité notable de l'incidence d'attaque des maladies des cultivars locaux de niébé en fonction des dates de semis, révélant une interaction marquée entre ces deux facteurs.

À la première date de semis (D1:18/09/2024), l'incidence des maladies demeure globalement faible pour la majorité des cultivars. Les cultivars Kahelela (C1), Kubikubi (C2), Tshibute (C4), Lufika (C5) et Nsebela (C6) présentent des valeurs très faibles, traduisant une bonne tolérance aux maladies à cette période. En revanche, les cultivars Mashala (C10), Zonzoma (C11) et Bena Nsaka (C13) enregistrent déjà des attaques modérées, indiquant une sensibilité précoce indépendamment du retard de semis.

À la deuxième date de semis (D2 :28/09/2024), une augmentation nette de l'incidence des maladies est observée chez plusieurs cultivars. Les cultivars Mashala (C10), Zonzoma (C11) et Bena Nsaka (C13) se distinguent par des niveaux d'attaque élevés, avec une forte dispersion des valeurs, traduisant une sensibilité marquée. À l'opposé, les cultivars Kahelela (C1), Kubikubi (C2) et Lufika (C5) maintiennent des incidences relativement faibles, confirmant leur comportement tolérant face aux maladies.

La troisième date de semis (D3 : 08/10/2024) accentue la différenciation entre les cultivars. Les cultivars Monji (C3), Tshibute (C4) et Kakumbe (C8) montrent des incidences modérées à

élevées, traduisant une sensibilité accrue lorsque le semis est retardé. En revanche, les cultivars Kahelela (C1), Lufika (C5) et Nsebela (C6) continuent de présenter de faibles niveaux d'attaque, indiquant une stabilité sanitaire même dans des conditions favorables au développement des maladies.

À la quatrième date de semis (D4 : 18/10/2024), les incidences d'attaque sont généralement plus élevées et plus variables. Les cultivars Kakumbe (C8), Bena Cimungu (C9) et Bena Nsaka (C13) enregistrent les valeurs les plus importantes, témoignant d'une forte sensibilité aux semis tardifs. À l'inverse, les cultivars Kahelela (C1) et Lufika (C5) conservent des incidences relativement faibles, ce qui suggère une bonne adaptation aux conditions de semis tardif.

Dans l'ensemble, la figure 4 montre que les cultivars Kahelela (C1), Kubikubi (C2) et Lufika (C5) se caractérisent par une faible incidence d'attaque quelle que soit la date de semis, tandis que les cultivars Mashala (C10), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13) et Kakumbe (C8) sont les plus sensibles, en particulier aux dates de semis tardives (D3 : 08/10/2024 et D4 : 18/10/2024). Ces résultats confirment que la réponse aux maladies dépend fortement du cultivar et que le retard de semis accentue l'expression de la sensibilité variétale.

Comme illustré dans la figure 4 l'incidence des maladies foliaires (anthracnose, cercosporiose et mosaïque virale) est plus marquée chez les plantes issues du semis précoces (D1:18/09/2024). Cette faible incidence s'explique par une meilleure aération du couvert végétal et par la durée d'humectation foliaire réduite au cours des stades sensibles.

Les principaux insectes ravageurs observés sont les pucerons (*Aphis craccivora*), les trips (*Magalurothrips sjostedti*) et les punaises des gousses (*Clavigralla tomentosicollis*). Leur abondance est significativement plus élevée dans les semis tardifs, où les conditions climatiques (humidité et température) favorisent leur multiplication rapides.

3.2. Discussion

Le nombre de gousses par plant constitue l'une des composantes majeures du rendement du niébé N'Gbesso et *al.*, (2017) et Tshilumba et *al.*, (2022), fortement influencée par le potentiel génétique des cultivars et par les conditions agroécologiques.

Les cultivars à nombre des gousses élevées par plant, Kahelela (C1), Tshibute (C4), Nsebela (C6), Bena Cimungu (C9), Mashala (C10), Lufika (C5), Zalanka (C7) et Kunde (C14) ont présenté 21,75 à 27,37 gousses par plants cela démontre une forte capacité de ramification et une meilleure synchronisation floraison–nouaison, favorisant la fixation d'un grand nombre de

gousses. Ce comportement est souvent associé aux cultivars de type indéterminé ou semi-déterminé. Des résultats similaires ont été rapportés par Tshilumba et *al.*, (2022), N'Gbesso et *al.*, (2017), Boukar et *al.*, (2011), Singh et *al.*, (1997) et Ehlers et Hall (1997) , qui indiquent que le nombre de gousses est fortement corrélé au nombre de fleurs viables et à la durée de la phase reproductive.

Les cultivars à nombre des gousses moyennes par plant : Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13), Kankunde (C12) et Monji (C3) ont montré une production relativement stable 16,62 et 19,75 en moyennes des gousses par plant, traduisant une meilleure adaptation aux variations climatiques. Selon Dugje et *al.*, (2009) et Kamara et *al.*, (2010), ce groupe présente une meilleure efficacité dans la conversion des assimilats en structures reproductives, avec une limitation de l'avortement floral.

Les cultivars à nombre des gousses faibles par plant : Kubikubi (C2) a produit en moyenne 14,50 gousses par plant. Ils sont caractérisés par une architecture végétative moins ramifiée et une sensibilité accrue aux stress hydriques et thermiques. Des observations similaires ont été faites par Craufurd et *al.*, (1998) et Agbogidi (2010), qui soulignent que ces cultivars compensent souvent par une augmentation de la taille des gousses ou des graines.

La longueur des gousses est un caractère variétal stable, souvent utilisé pour la classification morphologique des cultivars de niébé. L'allongement observé chez certains cultivars à des dates tardives pourrait refléter un mécanisme de compensation morphologique face à des conditions environnementales défavorables, comme déjà rapporté par Mohammed et Singh (2012) et Adamou et *al.*, (2018).

Les cultivars à gousses longues : Zonzoma (C11), Kankunde (C12), Lufika (C5), Bena Cimungu (C9), Kakumbe (C8) Kahelela (C1), Monji (C3), Nsebela (C6), Kunde (C14) et Mashala (C10) se distinguent par une moyenne élevée de la longueur de gousse 16,98 à 19,05 cm est une meilleure valorisation commerciale. Selon Timko et *al.*, (2007) et Blade et *al.*, (1997), ces cultivars sont génétiquement programmés pour allonger la phase de remplissage des gousses, favorisant ainsi une meilleure accumulation de matière sèche.

Les cultivars à gousses moyennes : Bena Nsaka (C13), Tshibute (C4), Kubikubi (C2), et Zalanka (C7) (14,76 et 15,93 cm) représentent le groupe le plus fréquent en Afrique subsaharienne. Ils offrent un compromis entre rendement, stabilité et tolérance environnementale. Des résultats similaires ont été signalés par Tarawali et *al.*, (2014) et Langyintuo et *al.*, (2003).

La largeur des gousses est directement liée à la taille et au calibre des graines. La largeur des gousses varie faiblement selon les dates de semis, ce qui confirme un contrôle génétique fort (Muchero et *al.*, 2013). Ces résultats corroborent les conclusions de Gerrano et *al.*, (2015), Ogbonna & Obi (2007), Ng (1995), selon lesquelles les dimensions des gousses sont moins plastiques que les composantes numériques du rendement, mais peuvent être affectées par le stress hydrique et thermique en phase de remplissage. N’Gbesso et *al.*, (2017).

Les cultivars à gousses larges : Tshibute (C4), Kahelela (C1), Kankunde (C12), Nsebelala (C6), Kubikubi (C2), Lufika (C5), Bena Cimungu (C9) et Monji (C3) avec une moyenne de 5,04 à 5,28 mm de largeur ont montré une capacité accrue à loger des graines de grande taille, ce qui influence positivement le poids de mille graines. Des résultats similaires ont été obtenus par Boukar et *al.*, (2011) et Hall et *al.*, (2003). Même résultats sont observés au Niger (Boukar et *al.*, 2019) et en Tanzanie (Mishili et *al.*, 2009), soulignant l’importance de ce trait pour la qualité marchande.

Les cultivars à gousses moyennes, présentent une bonne régularité morphologique et une stabilité du rendement. Selon Asiwe et *al.*, (2009), ce groupe est souvent moins sensible aux stress abiotiques. Les cultivars à gousses moyennes tels que Zalanka (C7), Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Mashala (C10) Kunde (C14) et Bena Nsaka (C13) avec une largeur moyenne de 4,58 à 4,84 mm, sont généralement associés à des graines de petite taille et à un rendement plus faible, bien qu’ils puissent être avantageux dans les zones à saison culturale courte (Agbogidi, 2010; Craufurd et *al.*, 1997).

La longueur de la graine est un critère important pour l’acceptabilité par les consommateurs et une faible variation selon les dates de semis, confirmant leur forte détermination génétique.

Les cultivars à graines longues avec une moyenne de 5,12 à 5,50 mm de longueur Kahelela (C1), Monji (C3), Nsebelala (C6) et Kankunde (C12) sont généralement associés à des gousses longues et à un poids élevé des graines. Selon Boukar et *al.*, (2011) et Singh et *al.*, (1997), ces cultivars sont souvent sélectionnés pour les marchés urbains.

Les cultivars à graines moyennes à une moyenne allant de 4,51 à 4,93 mm : Tshibute (C4), Lufika (C5), Zonzoma (C11), Bena Nsaka (C13) et Kubikubi (C2) Kunde (C14), Zalanka (C7), Mashala (C10) et Kakumbe (C8) et Bena Cimungu (C9) offrent une bonne stabilité et une adaptation large. Des résultats comparables ont été rapportés par Langyintuo et *al.*, (2003).

La largeur de la graine influence directement le calibre et la valeur marchande et la préférence des consommateurs. Dugje et *al.*, (2009) et Singh et *al.*, (1997)

Concernant les cultivars à graines larges comme Kahelela (C1) (4,12 mm), la moyenne présente un meilleur rendement pondéral et un fort poids de mille graines. Des études de Boukar et *al.*, (2011) et Hall et *al.*, (2003) confirment cette relation positive.

Les cultivars à graines moyennes : Tshibute (C4), Lufika (C5), Mashala (C10), Nsebela (C6), Bena Cimungu (C9), Kankunde (C12), Kubikubi (C2), Kakumbe (C8) et kankunde (C12), Monji (C3), Zalanka (C7), Zonzoma (C11), Bena Cimungu (C13) et Kunde (C14) avec les moyennes de 3,00 à 3,81 mm sont les plus répandus et les plus stables en conditions variables (Kamara et *al.*, 2010).

Le rendement en graines constitue l'expression finale de l'ensemble des caractères morphologiques et physiologiques, comme l'ont montré Dugje et *al.*, (2009) et Singh et *al.*, (1997). Il traduit la capacité de la plante à transformer ses potentialités génétiques et ses fonctions physiologiques en production économique, sous l'influence des conditions agroécologiques.

Les cultivars à rendement élevé, Kahelela (C1), Tshibute (C4), Kakumbe (C8), Zonzoma (C11), Kankunde (C12) et Kunde (C14) en 91,98 à 105,66 kg/ha des moyennes combinent un nombre élevé de gousses, des graines de grande taille et une bonne efficacité de remplissage. Des tendances similaires ont été rapportées par Tarawali et *al.*, (2014), Ajeigbe et *al.* (2012) et Dugje et *al.*, (2009). Le rendement est maximal aux semis précoces et diminue aux semis tardifs. Cette tendance est en accord avec Bila et *al.*, (2025) à Kabinda, Kamara et *al.*, (2014) au Ghana, Muchero et *al.*, (2013) en Afrique de l'Est et Ehlers & Hall (1997) au Nigéria.

Les cultivars à rendement moyen : Kubikubi (C2), Nsebela (C6), Zalanka (C7), Bena Cimungu (C9), Mashala (C10) et Bena Nsaka (C13) avec une moyenne en rendement de 66,77 kg/ha à 90,61 kg/ha par ha présentent une bonne stabilité interannuelle et une meilleure adaptation aux conditions paysannes (Kamara et *al.*, 2010; Langyintuo et *al.*, 2003). Ces résultats corroborent à ceux de Bila et *al.*, (2025)

Les cultivars à rendement faible Monji et Lufika avec une moyenne de 54,42 kg/ha à 60,83 kg/ha sont souvent limités par un faible nombre de gousses ou une petite taille des graines, bien qu'ils puissent être adaptés à des environnements marginaux (Bila et *al.*, 2025), (Agbogidi, 2010).

La variabilité observée dans la durée du cycle de développement des cultivars de niébé étudiés met en évidence une diversité phénologique importante, confirmant que la précocité constitue un caractère déterminant de l'adaptation variétale. Le regroupement des cultivars en très précoces, précoces, tardifs et très tardifs est conforme aux classifications généralement admises dans la littérature sur le niébé en zones tropicales et subtropicales.

Les cultivars à cycle de développement très précoce : (cycle 65,8 à 68,6 jours) Bena Cinungu (C9), Zalanka (C7), Kahelela (C1) et Monji (C3) identifiés dans cette étude présentent une maturation rapide, caractérisée par une réduction notable de la phase végétative. Ces résultats corroborent ceux de Singh et al. (2007), qui ont montré que les cultivars à cycle court du niébé atteignent plus rapidement la floraison afin d'échapper aux stress hydriques terminaux. De même, Agbogidi (2010) rapporte que la précocité est un mécanisme adaptatif majeur dans les environnements à pluviométrie irrégulière, permettant de sécuriser la production malgré une réduction de la durée de croissance. Ainsi, les cultivars cycle de développement très précoce observés dans le territoire de Tshilenge confirment les tendances décrites en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale.

Les cultivars cycle de développement précoce : (72,7–72,9 jours) Kubikubi (C2) et Kankunde (C12), mis en évidence dans cette étude se distinguent par un cycle légèrement plus long que celui des très précoces, favorisant une meilleure accumulation de biomasse sans compromettre la maturité physiologique. Ces observations rejoignent celles d'Ajeigbe et al., (2012), qui ont souligné que les cultivars précoces offrent un compromis optimal entre précocité et potentiel de rendement, particulièrement recherché dans les systèmes de culture paysans. Ehlers et Hall (1997) indiquent également que ce type de génotypes exprime une plasticité phénologique accrue, leur permettant de s'adapter à une gamme plus large de conditions agroclimatiques.

Les cultivars cycle de développement tardif : (77–78,6 jours) Nsebela(C6), Tshibute (C4), Lufika (C5), et Zonzoma (C11), identifiés dans les résultats présentent une prolongation de la phase végétative, traduisant un retard d'entrée en floraison. Cette caractéristique est comparable aux observations de Craufurd et al., (1997), qui ont démontré que l'allongement du cycle chez le niébé est fortement influencé par les conditions thermiques et hydriques. Selon Hall (2012), bien que ces cultivars puissent bénéficier d'une accumulation accrue de biomasse, leur sensibilité aux stress de fin de cycle limite leur stabilité de rendement dans les zones à saisons culturales moyennes ou instables, ce qui concorde avec les résultats obtenus dans cette étude.

Les cultivars à cycle de développement très tardif : (83,1 à 85,2 jours) Kankumbe (C8), Bena Nsaka (C13), Mashala (C10) et Kunde (C14) présentent les cycles de développement les plus longs, caractérisés par une phase végétative fortement prolongée. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Timko et Singh (2008), qui soulignent que les cultivars à cycle de développement très tardif de niébé expriment leur plein potentiel uniquement dans des environnements à pluviométrie régulière et prolongée. Dans les conditions du territoire de Tshilenge, marquées par une variabilité interannuelle des pluies, ces cultivars apparaissent moins adaptés, ce qui confirme les conclusions de Langyintuo et *al.*, (2003) sur les limites d'adoption des géotypes tardifs dans les systèmes à faibles intrants.

Le dendrogramme des groupes de cultivars selon le cycle de développement et leur adaptation agroécologique

La classification des cultivars de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) selon la durée du cycle de développement a révélé des groupes phénologiques distincts, ce qui reflète des stratégies d'adaptation variées aux conditions agroécologiques locales. Cette structuration phénologique est cohérente avec les observations selon lesquelles la variabilité du cycle de développement est cruciale pour la résilience des cultivars face aux stress climatiques (Vaishna et *al.*, 2025; Olasanmi et *al.*, 2024).

Les cultivars à cycle de développement très précoce : (Bena Cimungu (C9), Zalanka (C7), Kahelela (C1), Monji (C3)), présentant les durées de cycle les plus courtes, sont favorables dans les environnements à saisons culturale courte ou irrégulière. Dans ces conditions, la précocité permet d'éviter les stress hydriques et thermiques tardifs, améliorant ainsi la stabilité des rendements (Singh et *al.*, 2007; Nielen et *al.*, 2023). En contexte tropical humide/sub-humide, la précocité est associée à une meilleure optimisation de l'utilisation de l'eau disponible (Singh, 2014).

Les cultivars à cycle de développement précoce (Kankunde (C12), Kubikubi (C2)) manifestent une durée de cycle légèrement plus longue, mais toujours adaptée à des environnements avec pluviométrie modérée et début des pluies moins prévisible. Ces géotypes peuvent exploiter plus efficacement les phases de croissance végétative tout en limitant l'impact des stress terminaux, un point confirmé par Widders (2012), qui ont montré qu'une durée cyclique moyenne contribue à une plasticité accrue des traits agronomiques.

Les cultivars à cycle de développement tardif : (Zonzoma (C11), Tshibute (C4), Lufika (C5), Nsebela (C6)) ont des cycles plus longs, ce qui peut potentiellement favoriser une meilleure

accumulation de biomasse et une plus grande production, pourvu que les ressources hydriques et nutritives soient disponibles tout au long de la saison. Toutefois, cela peut aussi accroître leur vulnérabilité aux fluctuations climatiques de fin de saison (Agbogidi, 2010; Hall, 2012). Dans des conditions où les pluies s'étendent sur une période suffisamment longue, les cultivars tardifs peuvent exprimer pleinement leur potentiel, comme le notent Bell et *al.*, (2023) dans une étude multicentrique sur l'adaptabilité du niébé en Afrique de l'Ouest.

Enfin, les cultivars à cycle de développement très tardif : (Kakumbe (C8), Mashala (C10), Kunde (C14), Bena Nsaka(C13)) se distinguent par la durée de cycle de développement la plus longue. Ces génotypes nécessitent une saison plus étendue et des conditions écologiques stables, mais présentent un potentiel productif élevé lorsque les contraintes environnementales sont minimisées (Adeboye et *al.*, 2025).

La diversité phénologique mise en évidence par la classification est un levier fondamental pour les stratégies de sélection variétale et d'adaptation climatique. Les études récentes indiquent que l'intégration de la variation du cycle de développement dans les programmes d'amélioration permet une meilleure optimisation des performances agronomiques sous des environnements hétérogènes (Vaishna et *al.*, 2025).

L'incidence des attaques de maladies du niébé varie significativement selon les cultivars et les dates de semis, confirmant l'existence d'une interaction cultivar x dates de semis. Cette variabilité traduit à la fois l'influence du potentiel génétique des cultivars et celle des conditions agroclimatiques liées au calendrier cultural.

De manière générale, les semis précoces (D1 : 08/09/2024) sont associés à de faibles niveaux d'attaque pour la majorité des cultivars. Cette observation est en accord avec les travaux de Ehlers et Hall (1997) et Singh et Allen (1980), qui indiquent que les semis précoces permettent souvent aux plantes d'échapper aux périodes de forte pression parasitaire, notamment lorsque les stades phénologiques sensibles ne coïncident pas avec des conditions d'humidité élevée favorables au développement des agents pathogènes.

À l'inverse, l'augmentation progressive de l'incidence des maladies observée aux dates de semis tardives (D3 : 08/10/ 2024 et D4 : 18/10/2024) suggère une exposition accrue des cultivars à des conditions environnementales favorables aux maladies, telles qu'une pluviométrie plus importante et une humidité relative élevée. Selon Sikirou et *al.*, (2011) et Asante et *al.*, (2001), ces conditions favorisent le développement des maladies foliaires et systémiques du niébé, entraînant une augmentation significative des attaques en semis tardif.

La figure 4 met également en évidence des différences marquées entre cultivars. Certains cultivars, dont Nsebela (C6), présentent de faibles incidences d'attaque quelle que soit la date de semis, traduisant une bonne tolérance ou une résistance relative aux maladies. Ce comportement peut être attribué à des mécanismes génétiques de défense, tels qu'une meilleure barrière morphologique ou une réponse physiologique plus efficace face aux pathogènes, comme le soulignent Hall et *al.*, (2003) et Boukar et *al.*, (2013).

En revanche, d'autres cultivars montrent une sensibilité accrue, particulièrement lorsque le semis est retardé. Chez ces cultivars, l'incidence des attaques augmente fortement aux dates D3 : 08/10/2024 et D4 : 18/10/2024, indiquant une interaction négative entre leur constitution génétique et les conditions environnementales défavorables. Des résultats similaires ont été rapportés par Adegbite et Amusa (2008), qui soulignent que certains géotypes de niébé expriment pleinement leur sensibilité aux maladies uniquement sous forte pression parasitaire.

Par ailleurs, la dispersion observée au sein de certains cultivars selon les dates de semis suggère une stabilité sanitaire variable. Les cultivars stables, tels que C6 (Nsebela), conservent une faible incidence d'attaque indépendamment du calendrier de semis, ce qui constitue un atout majeur pour leur recommandation en milieu paysan. Selon Falconer et Mackay (1996), cette stabilité traduit une bonne adaptation géotype x environnement, recherchée dans les programmes de sélection variétale.

Les contraintes biotiques le plus identifiées étaient, l'antracnose, la cercosporiose et la mosaïque virale, ainsi que les pucerons, thrips et punaises des gousses, ont été les plus fréquemment observés au champ.

L'antracnose, causée par *Colletotrichum spp.*, s'est manifestée principalement par des taches nécrotiques sur les feuilles, les tiges et parfois les gousses. Son incidence plus élevée dans les semis tardifs s'explique par des conditions de forte humidité et de températures modérées, favorables à la germination des spores et à la propagation du pathogène. Des observations similaires ont été rapportées par Ehlers et Hall (1997), qui soulignent que les semis tardifs de niébé sont plus exposés aux maladies fongiques en raison de la prolongation de l'humectation foliaire.

Dans la présente étude, les cultivars à cycle court ont présenté une incidence plus faible de l'antracnose, ce qui peut être attribué à un mécanisme d'échappement phénologique, ces cultivars atteignant la maturité avant le développement maximal de la maladie. Singh et *al.*,

(2002) rapportent également que la précocité constitue un critère important de tolérance indirecte aux maladies fongiques chez le niébé.

La cercosporiose, provoquée par *Cercospora canescens*, a été observée surtout sur les feuilles âgées, entraînant une réduction de la surface photosynthétique et, par conséquent, une baisse du rendement. La forte incidence de cette maladie dans les semis tardifs concorde avec les travaux de Timko et Singh (2008), qui indiquent que les maladies foliaires du niébé sont favorisées par une densité végétative élevée et une humidité persistante.

La faible sévérité de la cercosporiose enregistrée chez certains cultivars précoces suggère l'existence d'une tolérance variétale, combinée à l'effet de la date de semis. Selon Kamara et al., (2018), la réduction de la durée d'exposition du feuillage aux conditions favorables aux pathogènes constitue un avantage majeur des cultivars précoces en milieu tropical.

La mosaïque virale niébé, principalement causée par le *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), s'est traduite par des symptômes de mosaïque foliaire, de déformation des feuilles et de nanisme des plants. La distribution de cette maladie est étroitement liée à la présence des pucerons (*Aphis craccivora*), vecteurs majeurs du virus. Les semis tardifs ont présenté une incidence plus élevée, probablement en raison d'une population accrue de pucerons au cours de la saison.

Ces résultats confirment ceux de Fatokun et al., (2012), qui montrent que la pression des maladies virales du niébé augmente avec la densité des insectes vecteurs et la durée du cycle cultural. Les cultivars précoces présentent une meilleure tolérance apparente, principalement par échappement, plutôt que par une résistance génétique complète.

Les pucerons, thrips et punaises des gousses ont été les principaux insectes ravageurs observés. Les pucerons causent des dégâts directs par succion de la sève et indirects par la transmission de virus, tandis que les thrips (*Megalurothrips sjostedti*) attaquent les boutons floraux, provoquant l'avortement des fleurs. Les punaises des gousses (*Clavigralla tomentosicollis*) affectent la qualité et le remplissage des graines.

La pression des insectes a été plus importante dans les semis tardifs, ce qui s'explique par une synchronisation entre le développement des populations d'insectes et les stades sensibles du niébé. Selon Fatokun et al., (2012), le semis précoce constitue l'une des stratégies culturales les plus efficaces pour réduire les attaques d'insectes chez le niébé en Afrique subsaharienne.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que le choix du cultivar, combiné à une date de semis appropriée, constitue une stratégie efficace de gestion intégrée des maladies du niébé. L'utilisation de cultivars tolérants associés à des semis précoces permettrait de réduire la pression des maladies, de limiter le recours aux traitements phytosanitaires et d'améliorer durablement les performances agronomiques du niébé au Kasaï Oriental.

Conclusion

Cette étude démontre clairement que la date de semis et le choix du cultivar conditionnent fortement la productivité du niébé à Tshilenge. Parmi les dates testées, le semis précoce du 18 septembre 2024 (D1) s'est avéré le plus favorable, en optimisant l'expression des composantes du rendement et en réduisant l'incidence des maladies et ravageurs.

Sur l'ensemble des variables analysées, le cultivar Kahelela (C1) s'impose comme le seul cultivar recommander prioritairement, en raison de son cycle de développement court (68,37 jours), avec 27,37 gousses par plant, une longueur moyenne de gousse de 16,85 cm, une largeur de gousse de 5,12 mm, une longueur de graine de 5,50 mm, une largeur de graine de 4,12 mm, de son rendement élevé et stable (105,02 kg/ha), et de sa bonne tolérance phytosanitaire. Son adoption, combinée à un semis précoce, constitue une stratégie agronomique robuste pour améliorer durablement la production du niébé dans les conditions agro-écologiques du territoire de Tshilenge, au Kasai Oriental.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamou, M., Adam, T., & Mahamane, S. (2018). Response of cowpea genotypes to sowing dates under Sahelian conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 13(18), 945–954.
- Adeboye, O., Bello, A., & Jimoh, A. (2025). Assessment of phenological traits and yield stability in cowpea germplasm in a multi-environment trial. *Journal of Crop Improvement*, 39(1), 45–59.
- Adegbite, A. A., & Amusa, N. A. (2008). The major economic field diseases of cowpea in the humid agro-ecologies of South-western Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7(25), 4705-4712.
- Agbogidi, O. M. (2010). Response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to environmental stress. *African Journal of Agricultural Research*, 5(2), 123–130.
- Ajeigbe, H. A., Singh, B. B., & Emechebe, A. M. (2012). Field evaluation of improved cowpea varieties for yield and adaptation. *Crop Protection*, 35, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.11.021>
- Asante, K. A., & Ansa-Asare, O. D. (2001). Borehole water quality in the Volta Region of Ghana. In *People and systems for water, sanitation and health: Proceedings of the 27th WEDC Conference* (pp. 461 – 464). Lusaka, Zambia.
- Asiwe, J. A. N., Belane, A., & Dakora, F. D. (2009). Evaluation of cowpea breeding lines for nitrogen fixation at ARC-Grain Crops Institute, Potchefstroom, South Africa. Paper presented at the 16th International Congress on Biological Nitrogen Fixation, Montana, USA.
- Bastos, E. A., Folegatti, M. V., & Andrade Júnior, A. S. (2011). Cowpea productivity under different sowing dates and water regimes. *Scientia Agricola*, 68(1), 18–24.
- Bell, G. J., Gyaase, S., Goel, V., Adu, B., Mensah, B. A., Essone, P., ... Bailey, J. A. (2023). Background malaria incidence and parasitemia during the three-dose RTS,S/AS01 vaccination series do not reduce magnitude of antibody response nor efficacy against the first case of malaria. *BMC Infectious Diseases*, 23, Article 716. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08699-7>

Bila Mulungu Hubert, Kambi Dibaya Okitolongo Alphonse, Tshibamba Mukendi John (2025). Effets des dates de semis et de doses croissantes de l'extrait aqueux de *Bidens pilosa* L. sur la production de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walper), variété Dolique dans la région de Kabinda/RDC.

Blade, S. F., Shetty, S. V. R., Terao, T., & Singh, B. B. (1997). Recent developments in cowpea cropping systems research. *Advances in Cowpea Research*, 114–128.

Boukar, O., Belko, N., Chamarthi, S., Togola, A., Batiemo, J., Owusu, E., Haruna, M., Diallo, S., Umar, M. L., Olufajo, O., & Fatokun, C. A. (2019). Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding*, 138(4), 415–424.

Boukar, O., Bhattacharjee, R., Fatokun, C., Kumar, P. L., & Gueye, B. (2013). Cowpea. Dans M. Singh, H. D. Upadhyaya & I. S. Bisht (Eds.), *Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement* (pp. 137–156).

Boukar, O., Fatokun, C. A., Huynh, B. L., Roberts, P. A., & Close, T. J. (2011). Genomic tools in cowpea breeding programs. *Field Crops Research*, 123(1), 3–13.

Craufurd, P. Q., Subedi, M., & Summerfield, R. J. (1997). Leaf appearance in cowpea : Effects of temperature and photoperiod. *Crop Science*, 37(1), 167–171.

Craufurd, P. Q., Summerfield, R. J., & Ellis, R. H. (1998). Effect of temperature on seed development of cowpea. *Journal of Experimental Botany*, 49(325), 1389–1397.

Dadson, R. B., Hashem, F. M., Javaid, I., Joshi, J., Allen, A. L., & Devine, T. E. (2005). Effect of water stress on cowpea growth and yield. *Agronomy Journal*, 97(3), 886–893.

Dugje, I. Y., Omoigui, L. O., Ekeleme, F., Kamara, A. Y., & Ajeigbe, H. (2009). *Farmers' guide to cowpea production in West Africa*. IITA Publication, Ibadan.

Ehlers, J. D., & Hall, A. E. (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, 53(1–3), 187–204. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00031-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00031-2)

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics* (4th ed.). Longman Group Ltd., Harlow, England.

FAO. (2020). *The state of food security and nutrition in the world*. FAO, Rome.

Fatokun, C. A., Boukar, O., & Muranaka, S. (2012). Evaluation of cowpea germplasm lines for tolerance to drought. *Plant Genetic Resources*, 10(3), 171–176.

Garrano Schubert, C.-L., Ryckewaert, B., Pereira, C., & Matsuzawa, T. (2015). Garrano horses perceive letters of the alphabet on a touchscreen system: A pilot study. *Animals*, 12(24), 3514.

Hall, A. E. (2004). Breeding for adaptation to drought and heat in cowpea. *European Journal of Agronomy*, 21(4), 447–454.

Hall, C. M., Sharples, L., Mitchell, R., Cambourne, B., & Macionis, N. (2003). *Food Tourism around the World: Development, Management and Markets*. Butterworth-Heinemann.

Hall, S. (2012). Geographies of money and finance II : Financialization and financial subjects. *Progress in Human Geography*, 36(3), 403–411. <https://doi.org/10.1177/0309132511403889>

Ilunga Kasahama, K. (2026). *Caractéristiques climatiques et pédologiques du territoire de Tshilenge (Kasaï Oriental)*. Rapport technique, INERA, RDC.

- Kamara, A. Y., Ekeleme, F., Omoigui, L. O., & Dugje, I. Y. (2010). Yield response of cowpea cultivars to planting date. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics*, 111(1), 1–10.
- Kamara, A. Y., Sylvester, U. E., Tofa, A. I., & Steve, B. (2010). Yield response of cowpea varieties to sowing date and management in a Sudan savannah agro-ecology of Nigeria. *Bajopas*, 9(1), 60–69.
- Kamara, A. Y., Sylvester, U. E., Tofa, A. I., & Steve, B. (2014). Agronomic response of soybean to plant density in the Guinea savannas of Nigeria. *Agronomy Journal*, 106(3), 1051–1059.
- Kamara, A. Y., Tofa, I., & Kyei-Boahen, S. (2018). Optimizing sowing dates for cowpea in savanna agro-ecologies. *Experimental Agriculture*, 54(3), 407–421.
- Katungi, E., Farrow, A., Chianu, J., Sperling, L., & Beebe, S. (2011). Common bean productivity and market access in Africa. *African Crop Science Journal*, 19(4), 307–318.
- Kouamé, C. N., Kouassi, N. J., & Zoro Bi, I. A. (2015). Effet des dates de semis sur le niébé en Côte d’Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 91, 8501–8512.
- Langyintuo, A. S., Lowenberg-DeBoer, J., Faye, M., Lambert, D., Ibro, G., & Moussa, B. (2003). Cowpea supply and demand in West and Central Africa. *Field Crops Research*, 82(2–3), 215–231.
- Mishili, F. J., Fulton, J. R., Shehu, M., Kushwaha, S., Marfo, K., Jamal, M., Kergna, A., & Lowenberg-DeBoer, J. (2009). Consumer preferences for quality characteristics along the cowpea value chain in Nigeria, Ghana and Mali. *Agribusiness*, 25(1), 16–35. <https://doi.org/10.1002/agr.20184>.
- Mohammed, I. B., & Singh, B. B. (2012). Evaluation of cowpea genotypes for drought tolerance. *Crop Science*, 52(4), 1683–1690.
- Moussa, B., Adam, T., & Abdoulaye, A. (2016). Influence of sowing date on cowpea productivity in Niger. *International Journal of Agronomy*, 2016, 1–8.
- Muchero, W., Ehlers, J. D., Close, T. J., & Roberts, P. A. (2013). Genetic architecture of delayed senescence, biomass, and grain yield under drought stress in cowpea. *PLoS ONE*, 8(1), e70041. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070041>
- N’Gbesso, M. F., Fondio, L., Dibi, K. E., & Kouamé, C. N. (2017). Analysis of yield components in cowpea. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 9(3), 35–43.
- Ng, Y.-K. (1995). Towards welfare biology: Evolutionary economics of animal consciousness and suffering. *Biology and Philosophy*, 10(3), 255 – 285.
- Ngakou, A., Megueni, C., & Ousseni, H. (2007). Influence of climatic variability on cowpea production. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 1(2), 32–38.
- Nielsen, D. C., & Nelson, N. O. (1998). Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Science*, 38, 422–427.
- Ofori, K., Kumaga, F. K., & Tonyigah, A. (2015). Morphological characterization of cowpea genotypes. *African Crop Science Journal*, 23(3), 211–224.
- Ogbonna, P. E., & Obi, I. U. (2007). Effect of sowing date on cowpea yield. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(2), 223–228.
- Olasanmi, B., Narcisse, H. S., Silvestro, M., Abib, A., Menkir, A., Badu-Apraku, B., & Wallis, Z. (2024). Assessing the potential of extra-early maturing multiple stress-tolerant maize hybrids under different rates of nitrogen. *Journal of Plant Sciences*, 12(1), 43–54.

- Ouedraogo, J. T., Traoré, S., & Sawadogo, M. (2010). Genetic diversity of cowpea landraces. *African Journal of Biotechnology*, 9(45), 7726–7734.
- Popoola, L. T., Yusuff, A. S., Taura, U., Oladokun, D. I., & Adeyi, A. A. (2024). Wastewater treatment from a typical multisystem hospital using chemically modified banana peels: Taguchi parametric optimization and characterization. *Applied Water Science*, 14, Article 112.
- Sanginga, N., Dashiell, K. E., Diels, J., Vanlauwe, B., Lyasse, O., Carsky, R. J., ... Rodomiro, O. (2003). Sustainable resource management in African agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 100(2–3), 217–234.
- Sikirou, R., & Wydra, K. (2011). Multiplication and movement of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola* and seed contamination in cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 118, 93–101.
- Singh, B. B. (2014). Cowpea: The food legume of the 21st century. *Crop Science*, 54(2), 1–10.
- Singh, B. B., Chambliss, O. L., & Sharma, B. (1997). Recent advances in cowpea breeding. *Advances in Cowpea Research*, 30–49.
- Singh, B. B., Ehlers, J. D., Sharma, B., & Freire Filho, F. R. (2002). Recent progress in cowpea breeding. IITA, Ibadan.
- Singh, B. B., Ehlers, J. D., Sharma, B., & Freire Filho, F. R. (2007). Recent progress in cowpea breeding. *Challenges and Opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea Production*, 22–40.
- Singh, S. R., & Allen, D. J. (1980). Pests, diseases, resistance and protection in cowpeas. Dans R. J. Summerfield & A. H. Bunting (Éds.), *Advances in Legume Science* (pp. 419–443). Royal Botanic Gardens, Kew & Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- Tarawali, S. A., Singh, B. B., Gupta, S. C., Tabo, R., & Harris, F. (2014). Cowpea as a key factor for food security. *Tropical Grain Legumes Bulletin*, 56, 1–5.
- Timko, M. P., & Singh, B. B. (2008). Cowpea, a multifunctional legume. *Genomics of Tropical Crop Plants*, 227–258.
- Timko, M. P., Ehlers, J. D., & Roberts, P. A. (2007). Cowpea. In *Genome mapping and molecular breeding in plants* (pp. 49–67). Springer.
- Tshilumba, P. M., Mpiana, V., & Kambi, O. L. (2022). Performance agronomique des cultivars locaux de niébé au Kasai Oriental. *Revue Congolaise des Sciences Agronomiques*, 4(2), 45–58.
- Vaishna, T., Radhakrishnan, V. V., & Resmi, L. (2025). Genetic diversity of cowpea: Implications for crop improvement and food security: A review. *Agricultural Reviews*. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2866>
- Widders, I. E. (2012). Cowpea breeding and genetic resources. *Plant Breeding Reviews*, 36, 205–245.