



Effets des engrais verts et des saisons sur la performance agronomique du Haricot commun (*Phaseolus vulgaris*.L) dans les environs de Kabinda

Effects of Green Manures and Seasons on the Agronomic Performance of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Vicinity of Kabinda

Jeannot PANGU WA PANGU 1, Gaston LANDU NDAMBO 2, Georges MUYAYABANTU MUPALA 2

¹Université Notre Dame de Lomami, RD Congo

²Université Officielle de Mbuji-Mayi, RD Congo

Résumé:

L'objectif de cette étude était de comparer les effets des engrais verts *Tithonia diversifolia* L. et *Chromolaena odorata* L. sur trois variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) RW10 (V3), NUA536 (V2) et une variété locale (V1) sous les contraintes des saisons culturales à Kabinda, afin de formuler des recommandations pratiques pour les producteurs.

L'expérimentation a été conduite au site de Kimulo, Université Notre Dame de Lomami, selon un dispositif en split-plot avec trois traitements : T0 (témoin sans apport), T1 (6 kg de biomasse de *Tithonia diversifolia*) et T2 (6 kg de biomasse de *Chromolaena odorata*), durant la saison B 2022 et la saison A 2023. Les résultats montrent que l'interaction variété × fertilisant influence significativement le rendement du haricot commun. En saison A, le traitement T1 a donné les meilleures performances, notamment pour la variété RW10 ($206 \pm 30,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), confirmant l'efficacité de *Tithonia diversifolia* comme amendement à minéralisation rapide. En revanche, en saison B, le traitement T2 a montré une supériorité nette, avec des rendements plus élevés pour toutes les variétés, particulièrement RW10 ($297 \pm 21,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), traduisant l'effet durable de *Chromolaena odorata* lié à sa décomposition plus lente. Globalement, la variété RW10 s'est révélée la plus productive dans les deux saisons, tandis que la saison B a offert les rendements les plus élevés.

Ces résultats suggèrent que le choix du fertilisant doit être adapté aux objectifs de production : privilégier *Tithonia diversifolia* pour corriger rapidement les déficits nutritionnels en saison A, et *Chromolaena odorata* pour assurer une fertilité durable et des rendements supérieurs en saison B.

Mots-clés : Effets; engrais verts; saisons ; performance agronomique; Haricot commun; Kabinda.

Abstract :

The objective of this study was to compare the effects of the green manures *Tithonia diversifolia* L. and *Chromolaena odorata* L. on three varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): RW10 (V3), NUA536 (V2), and a local variety (V1) under the constraints of the growing seasons in Kabinda, in order to formulate practical recommendations for farmers. The experiment was conducted at the Kimulo site, Notre Dame de



Lomami University, using a split-plot design with three treatments: T0 (control with no application), T1 (6 kg of *Tithonia diversifolia* biomass), and T2 (6 kg of *Chromolaena odorata* biomass), during the B season of 2022 and the A season of 2023. The results show that the variety × fertilizer interaction significantly influences common bean yield. In season A, treatment T1 yielded the best results, particularly for the RW10 variety ($206 \pm 30.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), confirming the effectiveness of *Tithonia diversifolia* as a fast-absorbing amendment. In contrast, in season B, treatment T2 showed a clear superiority, with higher yields for all varieties, especially RW10 ($297 \pm 21.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), reflecting the long-lasting effect of *Chromolaena odorata* due to its slower decomposition. Overall, the RW10 variety proved to be the most productive in both seasons, while season B offered the highest yields. These results suggest that fertilizer selection should be tailored to production objectives: favoring *Tithonia diversifolia* to quickly correct nutritional deficiencies in season A, and *Chromolaena odorata* to ensure sustained fertility and higher yields in season B.

Keywords: Effects, green manures, seasons, agronomic performance, common bean, Kabinda

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20720871>

1 Introduction

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est une légumineuse d'importance stratégique, largement cultivée pour ses graines riches en protéines et ses gousses consommées à l'état frais ou sec. En Afrique, son introduction récente dans certaines régions, comme Kabinda au Kasai-Oriental, ouvre des perspectives pour diversifier les systèmes de production et améliorer la sécurité alimentaire. Les légumineuses présentent un intérêt agronomique majeur grâce à leur capacité à établir des associations symbiotiques avec les *rhizobia*, permettant la fixation biologique de l'azote atmosphérique (Voisin & Gastal, 2015 ; Stacey, 2007). Cette symbiose réduit la dépendance aux engrais minéraux coûteux et contribue à l'enrichissement naturel des sols (Raven et al., 2000 ; Santos et al., 2006).

Au-delà de la nodulation, le haricot commun bénéficie également des associations mycorhiziennes, qui améliorent la nutrition phosphatée, la tolérance au stress hydrique et la résistance aux maladies, tout en renforçant la stabilité structurale des sols (Smith & Read, 2008). Ces interactions biologiques influencent directement les paramètres morphologiques de la plante, tels que la levée, le diamètre basal, la hauteur et le nombre de feuilles, qui constituent des indicateurs précoces de vigueur et d'adaptation (Beebe et al., 2013).

Cependant, l'efficacité de ces processus dépend fortement des conditions locales : type de sol, pratiques culturales (intensives ou biologiques), fertilisation et variété cultivée (Lounassi, 2018 ; Salhi, 2018). Dans le contexte de Kabinda, où le haricot commun est une culture d'introduction, il est essentiel d'évaluer l'effet combiné de la saison, de la variété et de la fertilisation, sur les paramètres de croissance. C'est dans ce contexte que cette étude a été conduite et elle a eu comme objectif, de comparer les effets des engrais organiques vert *Tithonia diversifolia* L. et de *Chromolaena odorata* L. Sur trois variétés du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) V3 : RW10 ; V2 : NUA 536 et V1 : LOCALE sous contraintes des saisons culturales, afin de formuler des recommandations pratiques pour les producteurs et d'orienter les choix techniques vers des pratiques durables adaptées aux réalités locales.

L'expérimentation de cet essai a été conduite sous dispositif en split-plot avec trois traitements : T0= le traitement sans apport d'engrais ; T1= traitement avec 6kg de la biomasse de *Tithonia diversifolia* et T2= traitement avec 6kg de la biomasse de *Chromolaena odorata* L et trois variétés du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) dans le site KIMULO, de l'université notre dame de lamai pendant deux saisons culturales saison B 2022 et saison A 2023.

L'interaction variété*fertilisant augmenterait significativement le rendement du haricot commun et permettrait l'adaptions des génotypes dans les saisons culturales à kabinda.

2 Matériels et méthodes

2.1 Milieu d'étude

Le Site de KIMULO situé à 12Km du centre-ville de Kabinda et à 5km de la collectivité de Kananga de coordonnées géographiques : 6°11'98'' de latitude Sud, 24°56'35'' de longitude Est et à une altitude de 782m

(données obtenues grâce à l'application Handy GPS). Il est situé sur la rive gauche de la rivière Kayela qui constitue la limite du sud-est de la concession, dans la province de Lomami, a servi de cadre pour cette étude. d'après (NGONGO, et al., 2009), la ville de Kabinda et sa périphérie jouissent essentiellement d'un climat tropical humide de type AW3 caractérisé par 2 saisons dont l'une est pluvieuse et qui s'étend de mi-Aout à mi-Mai, sa température varie entre 25°C et 27°C avec un volume de précipitation moyenne annuelle de 1500mm d'eau de pluie par an. La saison sèche est la plus courte car elle s'étend de mi- Mai à mi- Août donc trois mois c.

Kabinda est une Ville dominée par des bas plateaux très vallonnés. Le sol de Kabinda est sablonneux, toutefois, on trouve le long des rivières et ruisseaux des sols argilo-sableux et sablo-argileux, ayant un pH de 6,5.

Les sols sont généralement acides, appartenant au groupe de ferralsol d'après la classification de l'INEAC de 1961. (NGONGO, et al., 2009)

Au point de vue végétation, elle est recouverte de savanes herbeuses, séparées par des galeries forestières le long de ruisseaux.

La majeure partie de la Zone est constituée par le regroupement où dominant les espèces suivantes :

Imperata cylindrica ; *Digitaria brazzia* ; *Hyparrhenia cylindrica* ; *Crotalaria* sp ; *Mimosa pudica* ; *Mucuna* sp ; *Stylosanthes* sp ; *Albizia* sp .(...)

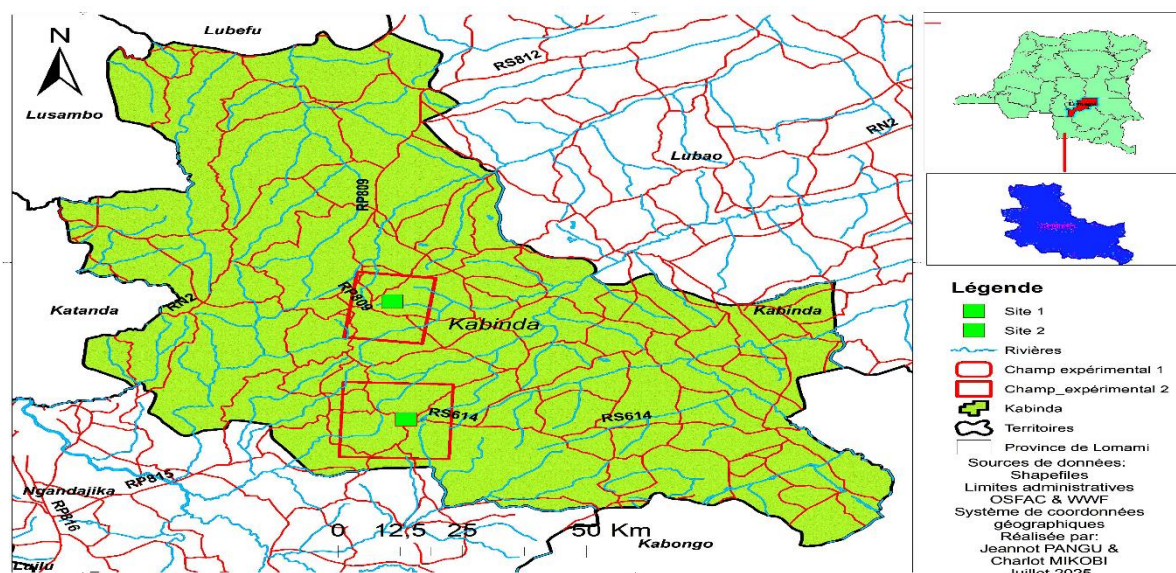


Figure 1. Localisation du site d'étude sur la carte du territoire de KABINDA, Province de LOMAMI

2.2 Matériel biologique

Le matériel biologique qui a fait l'objet de la présente étude concerne les graines de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.). Pour concrétiser notre expérience, nous avons utilisé 2 variétés bio fortifiées de Haricot commun dont NUA536 et RW10 en provenance de l'INERA Ngandajika ; et une variété locale de Lomami communément appelée NKUNDE IMONGA YA MADESO.

La biomasse aérienne de *Chromolaena odorata* L. et de *Tithonia diversifolia* L. a été utilisée comme engrais vert grâce à leur décomposition facile et leur facilité à être trouvée dans la nature

2.3 Méthodes de travail

La méthode utilisée dans cette étude est l'expérimentation qui est réalisée à partir de l'installation d'un dispositif expérimental en split-plot. Comme technique, nous avons utilisé les techniques d'observation directe, qui consistent à récolter les différentes données sur les matériels biologiques et celles de la documentation.

2.3.1 Préparation du terrain d'étude

L'expérience a été réalisée sur le site de KIMULO où les délimitations des terrains sur des superficies chacune de 496 m² soit 31m sur 16m à l'aide des jalons, le cordeau et le décimètre ; le défrichage et le labour ont été réalisés manuellement à la houe, le débardage et dessouchage par des haches et machettes. Les râtaux ont permis de retirer toutes les branches, tiges, herbes et autres débris végétaux afin de laisser les terrains propres.

2.3.2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental réalisé à l'aide des houes, est le split-plot ayant 3 blocs distants l'un de l'autre de 1,5 m ; chacun des blocs a 9 parcelles distant de 1m pour les parcelles intra variétales et 1,5m pour les parcelles inter variétales. Le nombre des parcelles par site est de 27 ; et chacune d'entre elles a 3m de longueur et 2m de largeur soit une superficie de 6m² ; la distance entre les parcelles extrêmes et les alentours non cultivés est de 2m.

2.3.3 Conduite de l'essai

Un mois avant le semis a été réalisé un enfouissement de 6Kg de la biomasse de *Tithonia diversifolia* L. et de *Chromolaena odorata* L. dans différentes parcelles, un hersage a eu lieu pour la préparation du lit de semis afin de faciliter la germination. Le semis de 2 graines de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) par poquet à une profondeur de 3cm a été réalisé en ligne à l'aide de la corde de semis aux écartements de 0,40m x 0,20m, ce qui a donné une densité parcellaire de 150 graines, soit 250 000 graines par hectare. Chaque parcelle a 5 lignes et 15 rangées, soit 75 poquets ; la parcelle utile est de 3,12m² et contient 39 poquets soit 78 plants. 2 facteurs d'étude sont pris en compte dont le facteur principal constitué de 3 variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), et le facteur secondaire constitué par les différentes matières organiques.

Le prélèvement des données a été fait ici que sur 3 lignes et 13 rangées du milieu de chaque parcelle.

Comme entretien de la culture, pour éliminer et réduire l'effet des adventices face au haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), à l'aide des binettes, le sarclage et le binage dépendait du rythme de l'évolution des mauvaises herbes

La récolte est intervenue quand les variétés ont atteint leur maturité physiologique et cela en fonction de leur cycle végétative

3 Résultats et discussion

3.1 Présentation des résultats

3.1.1 Effets de l'interaction des saisons culturales et des pratiques culturales utilisées

En lisant les résultats présentés au tableau 1 relatifs aux effets d'interaction des saisons et des pratiques culturales sur le rendement de haricot commun « *Phaseolus vulgaris* » il revient à dire que le rendement de haricot commun varie en fonction des pratiques culturales et des saisons cultivées montrant la performance des géotypes améliorés et l'apport de l'engrais vert dans les sols de Kabinda.

De manière générale, les résultats montrent une augmentation progressive des performances du traitement témoin vers T2 qui est 6kg de *Chromolaena*. En saison A, le T1 traitement avec 6 kg de biomasse de *Tithonia* a montré une performance élevée pour toutes les variétés par rapport aux autres traitements. Pour la variété locale (V1), le plus grand rendement est celui prouvé par T1 avec une moyenne de 168±21.5a kg. ha⁻¹. Pour la variété NUA536 (V2), ce traitement a donné un rendement de l'ordre de 171±40.4a kg.ha⁻¹ et en fin pour la variété RW10 (V3) ce traitement a donné une production moyenne de l'ordre de 206±30.3a kg.ha⁻¹, toujours supérieur aux résultats des autres traitements notamment : T2 qui est le traitement avec 6kg de *Chromolaena* et le T0, le traitement considéré comme témoin et montrant la fertilité actuelle du site d'expérimentation en saison A

prouvant ainsi l'efficacité de *Tithonia diversifolia* dans la correction rapide des déficits nutritionnels dans le sol par rapport au *Chromolaena odorata*, car, il libère rapidement N, P, K et autres éléments et les rend disponibles immédiatement pour les cultures alors que *Chromolaena odorata* a un effet de libération retardé ou à long terme par rapport à sa concentration en lignine plus supérieure et qui vaut un effet conservatoire et durable des sols.

Un autre paramètre qui a été significativement amélioré c'est la vigueur de plant, le *Tithonia* a permis l'obtention d'une bonne croissance végétale par rapport aux engrais verts et le témoin. Nombreux auteurs ont remarqué la capacité amélioratrice de *Tithonia diversifolia* en augmentant significativement le rendement de maïs.

Toutefois, la variété V3= RW10 est apparue de manière générale, la meilleure au cours de cette saison avec un rendement moyen d'une hauteur de $206 \pm 30.3w$ kg. ha⁻¹ sauf la variété NUA536 (V2) qui a montré une différence de $137 \pm 25.4cw$ kg.ha⁻¹ avec le traitement fertilisant T0 qui explique alors un gradient de fertilité toujours hétérogène dans le site d'expérimentation suggérant ainsi une performance agronomique significativement différente des variétés de haricot commun.

En saison B, La situation d'influence de fertilisant à la production, paraît contraire à la saison A dans le sens que : pour toutes les variétés utilisées dans l'expérimentation, le traitement T2 qui est 6kg de *Chromolaena odorata* L. a montré des performances quasiment plus élevées par rapport aux autres traitements cette situation corrobore avec les résultats de Mucheru-Muna et al. (2010) qui rapportent que les effets positifs des fertilisants verts sont souvent plus marqués lors des saisons suivantes respectivement $245 \pm 53.4ax$ kg.ha⁻¹, $247 \pm 37.2axw$ kg.ha⁻¹ et $297 \pm 21.3aw$ kg.ha⁻¹, suivit du traitement témoin avec moyens de l'ordre $219 \pm 54.9abxw$ kg.ha⁻¹, $226 \pm 46bw$ kg.ha⁻¹ et $204 \pm 27.4bx$ kg.ha⁻¹ pour toutes les variétés, enfin, le traitement avec 6kg de *Tithonia diversifolia* avec des rendements inférieurs respectifs pour l'ensemble des variétés notamment : $212 \pm 52.4bxw$ kg.ha⁻¹, $221 \pm 26.7abw$ kg.ha⁻¹ et $192 \pm 28.3cx$ kg.ha⁻¹, ce qui explique les performances supérieures observées en Saison B. La saison B a prouvé des bons rendements dans tous les considérant les fertilisants et les variétés maïs, elle privilégie le traitement avec 6kg de *Chromolaena odorata* L dont la moyenne supérieure est celle de la variété V3 de l'ordre de $297 \pm 21.3aw$ kg.ha⁻¹, suivit du traitement témoin avec une moyenne supérieure de $226 \pm 46bw$ kg.ha⁻¹ pour la variété V2 et enfin, le traitement avec 6kg de *Tithonia diversifolia* avec la variétés V2 dont la moyenne supérieure est de $221 \pm 26.7abw$ kg.ha⁻¹.

Tableau 1. Résultats d'effets combinés des fertilisants verts sur le rendement des génotypes de *Phaseolus vulgaris* en fonction des saisons culturales.

Traitement	Saison					
	Saison A			Saison B		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3
TO	97.2±23.8cx	137±25.4cw	132±24.9cwx	219±54.9abxw	226±46bw	204±27.4bx
T1	168±21.5ax	171±40.4axw	206±30.3aw	212±52.4bxw	221±26.7abw	192±28.3cx
T2	140±24.9bx	162±28.9bxw	205±17bw	245±53.4ax	247±37.2axw	297±21.3aw
CV	18.3	19.9	13.9	23.8	15.8	12.8

Légende : TO= traitement témoin (0kg de biomasse) ; T1= traitement avec 6 kg de biomasse de *Tithonia diversifolia* L. ; T2= traitement avec 6kg de *Chromolaena odorata* L. ; V1 = variété locale ; V2= NUA536 ; V3= RW10 ; SA2023= Saison culturale A 2023 et SB2022) =Saison culturale B 2022.

3.1.2 Analyse en composantes principales

L'observation attentive de la figure n°1, montre l'analyse en composantes principales qui met en évidence que l'apport de biomasse organique influence différemment les composantes de la production du haricot commun. Le traitement T1, fortement corrélé aux variables de rendement (poids de 1000 grains, nombre

de grains par gousse confirme l'efficacité de *Tithonia diversifolia* comme amendement à libération rapide, favorisant une disponibilité immédiate des nutriments et une amélioration significative de la productivité. À l'inverse, T2 se rapproche davantage des variables morphologiques (hauteur, longueur), ce qui suggère que *Chromolaena odorata*, en raison de sa décomposition plus lente, contribue davantage à la croissance végétative qu'au rendement direct.

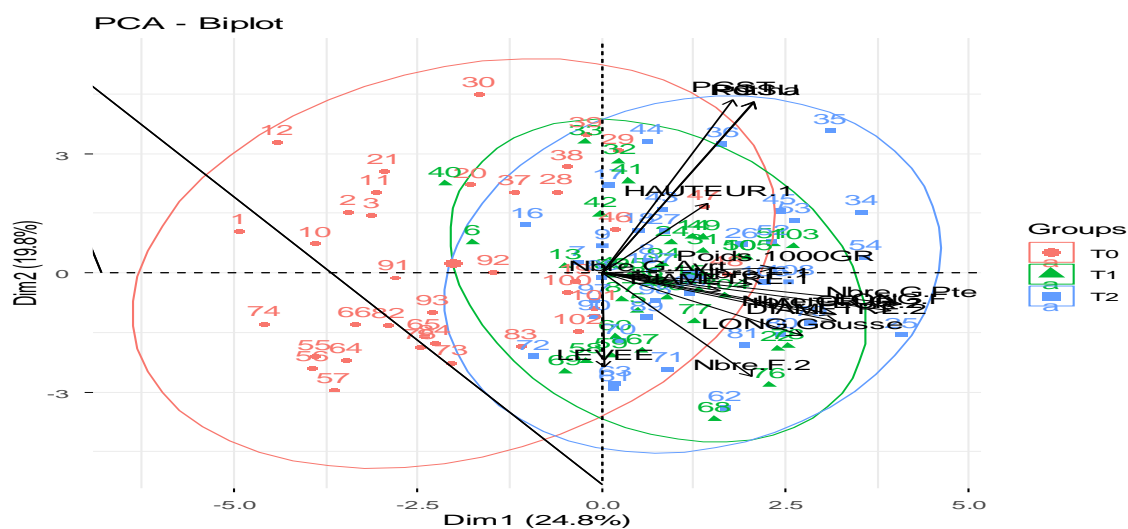


Figure N°1 : Effets de fertilisants verts sur la corrélation des variables végétative et de production des variétés de haricot commun.

3.2 Discussion

L'interaction des saisons culturales et des pratiques culturales utilisées prouvent que le rendement de haricot commun varie en fonction des pratiques culturales et des saisons cultivées montrant la performance des génotypes améliorés et l'apport de l'engrais vert dans les sols de Kabinda, ces résultats corroborent avec ceux de Nzama DJAIMBU et al. (2018) qui ont montré que les différents engrais verts induisent de différences significatives sur le rendement de la pomme de terre et la différence hautement significative s'observe entre le rendement tel que influencé par *Tithonia* par rapport au témoin, celui-ci a amélioré le rendement allant jusqu'à 140 % et de (J.C. E. MONGANA et al. 2014) qui a montré un effet positif de *Tithonia diversifolia*, améliorant le rendement de haricot commun jusqu'au double par rapport au témoin.

La performance agronomique de la variété V3 significativement différente des autres variétés de haricot commun se justifie par la qualité génotypique, cette situation est comparable à celle de Chinawej Mbar et al. (2017) sur l'adaptation de cinq variétés de haricot commun à Lubumbashi, ces résultats ont montré que de ces cinq variétés, la variété K132 est celle qui a été la plus précoce à la floraison, à la maturité ainsi qu'au rendement car le nombre des jours étant inférieur par rapport aux autres et le comportement de la production du haricot dépend de facteur abiotique et biotique, étant donné que les variétés ont été soumises à des conditions environnementales identiques, la différence d'expression par rapport au nombre de jour avant maturation ainsi que le rendement seraient déterminés par le bagage génétique.

La situation d'influence de fertilisant à la production en saison B, paraît contraire à la saison A, ce qui explique les performances supérieures observées en Saison B dans cette étude, ce qui corrobore avec les résultats de Wortmann et al. (2014) qui ont également montré que la réponse variétale du haricot à la fertilisation organique varie fortement, ce qui confirme l'avantage observé pour les variétés V2 et V3 dans la deuxième saison.

L'observation attentive de la figure n°1, montre l'analyse en composantes principales qui met en évidence que l'apport de biomasse organique influence différemment les composantes de la production du haricot commun confirmant l'efficacité de *Tithonia diversifolia* comme amendement à libération rapide, ces observations rejoignent les travaux de Kandanda et al. (2014), qui ont montré la supériorité de *Tithonia diversifolia* sur *Chromolaena odorata* dans l'amélioration du rendement du maïs en conditions locales.

Elles sont également cohérentes avec les résultats de Muepu Kabuya et al. (2023), qui ont comparé *Tithonia* à d'autres amendements organiques et minéraux, confirmant son efficacité agronomique. Par ailleurs, Ogeh (2013) et Olufemi et al. (2020) soulignent que la vitesse de minéralisation et la libération d'azote expliquent les différences observées entre ces deux espèces, renforçant l'idée que le choix de l'amendement doit être adapté aux objectifs de production (rendement immédiat vs amélioration progressive de la fertilité). Enfin, les travaux

récents de Fauzan et al. (2024) montrent que la combinaison de ces biomasses avec des engrais minéraux peut optimiser à la fois la productivité et la durabilité des systèmes agricoles, ouvrant des perspectives pour une gestion intégrée de la fertilité des sols en Afrique subsaharienne.

4 Conclusion

Les résultats de cet essai montrent clairement que l'interaction entre les variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) et les engrais verts utilisés influencent significativement le rendement sous les contraintes des saisons culturales à Kabinda. En saison A, l'apport de 6 kg de biomasse de *Tithonia diversifolia* (T1) a permis d'obtenir les meilleures performances agronomiques pour toutes les variétés, confirmant son efficacité comme fertilisant à minéralisation rapide, capable de corriger immédiatement les déficits nutritionnels du sol.

La variété RW10 (V3) s'est révélée la plus productive, avec un rendement moyen de $206 \pm 30,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, suivie par NUA536 (V2) et la variété locale (V1). En revanche, en saison B, les résultats ont montré une supériorité du traitement avec 6 kg de biomasse de *Chromolaena odorata* (T2), qui a donné les rendements les plus élevés, notamment pour la variété RW10 (V3) avec $297 \pm 21,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Cette différence saisonnière confirme que *Tithonia diversifolia* agit comme un amendement à effet immédiat, tandis que *Chromolaena odorata*, en raison de sa teneur élevée en lignine, libère ses nutriments plus lentement et exerce un effet conservatoire durable sur la fertilité des sols.

Ainsi, il ressort que la variété RW10 (V3) est la plus performante dans les deux saisons, et que le choix du fertilisant doit être adapté aux objectifs de production : privilégier *Tithonia diversifolia* pour des gains rapides en saison A, et *Chromolaena odorata* pour des effets durables et des rendements supérieurs en saison B. Ces résultats corroborent les travaux de Nzama Djaimbu et al. (2018), Mongana et al. (2014), Mucheru-Muna et al. (2010), et Wortmann et al. (2014), qui ont montré que les engrais verts influencent différemment la productivité selon les cultures, les variétés et les saisons.

REFERENCES

- [1] Fauzan et al. (2024). Combined effects of *Tithonia diversifolia* and *Chromolaena odorata* with NPK fertilizer on pakcoy yield. *International Journal of Agriculture and Biology*, 32(4), 215–223.
- [2] Kandanda et al. (2014). Effet de la biomasse de *Tithonia diversifolia* et *Chromolaena odorata* sur le rendement du maïs à Mbujimayi (RD Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 75, 6160–6169.
- [3] Mongana et al. (2014). Effet de *Tithonia diversifolia* sur le rendement du haricot commun. *Revue Scientifique Locale*.
- [4] Mucheru-Muna et al. (2010). A staggered maize–legume intercrop arrangement robustly increases crop yields and economic returns in the highlands of Central Kenya. *Field Crops Research*, 115(2), 132–139.
- [5] Muepu Kabuya et al. (2023). Comparaison de *Tithonia diversifolia*, bouse de vache et engrais minéral sur le rendement du maïs. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 11(2), 45–54.
- [6] Nzama Djaimbu et al. (2018). Effets des engrais verts sur le rendement de la pomme de terre. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 23 (4)379-383.
- [7] Ogeh, J. S. (2013). Effects of mulches of *Chromolaena odorata* and *Tithonia diversifolia* on soil properties and yield of yam. *West African Journal of Applied Ecology*, 21(1), 47–56.
- [8] Olufemi et al. (2020). Influence of *Tithonia diversifolia* on soil fertility and maize yield. *International Annals of Science*, 9(1), 112–120.
- [9] Wortmann et al. (2014). Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in Africa. CIAT.