

Effet de l'épandage des biomasses fraîches de *Tithonia diversifolia* et de *Tephrosia vogelii* sur la croissance et le rendement de quatre variétés locales de Haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à Lubumbashi, R.D. Congo.

Ilunga M.M.^{1*}, Mbaya M.S.²

Abstract

Effect of application of fresh biomass of *Tithonia diversifolia* and *Tephrosia vogelii* on the growth and yield of four local varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lubumbashi, D.R. Congo.

A study was conducted on a ferralsol in southern DR Congo to assess the effects of spreading *Tithonia diversifolia* (Td) and *Tephrosia vogelii* (Tv) leaves on yields of four local varieties of common bean (Kasungeji, D6 Kenya, local white bean and Kigoma). The experimental design was a randomized complete block design with three replications and twelve treatments: T1(V1 and 5tTd); T2(V2 and 5tTd); T3(V3 and 5tTd); T4(V4 and 5tTd); T5(V1 and 5tTv); T6(V2 and 5tTv); T7(V3 and 5tTv); T8(V4 and 5tTv); T9(V1,otTd and otTv); T10(V2,otTd and otTv); T11(V3,otTd and otTv); T12(V4, otTd and otTv). Observations were made on growth parameters and yield. Significant differences were found between the treatments on plant height ($P \leq 0,05$) which varies between 25 and 38 cm and yields ($P \leq 0,000$) ranging from 186, 7 and 986, 7 Kg/Ha; treatments T1 that gave the highest yields whereas T12 gave the lowest. The general trend in the productivity of plots was in the following order T1>T2>T4>T3>T6>T7>T10>T5>T11>T9>T8>T12. Under the conditions of this trial, the use of biomass of *Tithonia* and *Tephrosia*, mulch is better suited for small income rural farmers because it can enrich soil with organic matter and nutrients through degradation of mulching material and repel insects.

Paper History

Received:
April 1st, 2016

Revised:
May 23, 2016

Accepted:
July 16, 2016

Published online :
September 27, 2016

Keywords :

Tithonia diversifolia,
Tephrosia vogelii,
spreader, Biomass, Bean.

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Station de Kipopo, Lubumbashi, R.D. Congo

²Consultant Chercheur Indépendant, Lubumbashi, R.D. Congo.

* To whom correspondence should be addressed: makikalasa1@yahoo.fr, makikalasa13@gmail.com; Tel : (+243) 81 815 40 43, (+243) 99 815 40 41

INTRODUCTION

Le haricot est en même temps une production de sécurité alimentaire, un aliment important car il constitue une grande source de protéines pour les plus pauvres de la population chez qui les protéines d'origine animale sont rarement disponibles [KALOMA *et al.*, 2008] et une source de revenu pour la plupart des agriculteurs des régions d'Afrique de l'Est, Australe et Centrale [RUBYOGO, 2006].

Le haricot commun connaît un regain d'intérêt et une amélioration de niveau de consommation comme une source importante de protéines pour les ménages d'Afrique en raison de l'augmentation scandaleuse des prix d'animaux [ALEXANDRA *et al.*, 2012]. Le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) occupe la deuxième place parmi les aliments de base des populations en RD Congo [CHAUSSE *et al.*, 2012]; il vient immédiatement après le manioc, la patate douce ou la pomme de terre qui se substituent les uns aux autres suivant les échelons d'altitude. Le haricot assure la majeure partie des

apports de protéines dans l'alimentation [CHAUSSE *et al.*, 2012].

Au Katanga, le haricot cultivé représente 10% de surfaces cultivées dans toutes les entités administratives, il occupe la deuxième place du point de vue de la production moyenne de légumineuses, après l'arachide, Moba est l'entité la plus productrice et détient à peu près la production provinciale [KABULO, 2013] dans les conditions des producteurs du Sud-Katanga, le meilleur rendement oscille autour de 800 et 1000 Kg/Ha et jusqu'à 2500 Kg/Ha avec les variétés améliorées [KANYENGA *et al.*, 2012]. En Afrique de l'Est, Centrale et Australe, la majorité des paysans obtiennent habituellement des semences de haricot au travers des systèmes locaux : semences conservées par les paysans, semences provenant d'autres paysans et semences provenant de marchands locaux [RUBYOGO, 2006]. Le haricot est une culture très plastique dans le sens qu'elle s'adapte à presque tous les systèmes de production agricole rencontrés en RD Congo [KANYENGA, 2012].

Dans la plupart des pays au Sud du Sahara, l'augmentation de la pression démographique, l'épuisement et la dégradation des sols ont entraîné une intensification des pratiques agricoles et une extension des surfaces cultivées qui s'est traduite par une réduction du temps de jachères. Cette situation non seulement prédispose le sol à l'érosion, mais entraîne aussi un épuisement rapide de ses éléments nutritifs notamment l'azote et le phosphore [KAHO *et al.*, 2007 ; FAO, 2003]. L'exportation de l'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) par les cultures à chaque récolte, les autres types de pertes comme les transformations chimiques entraînent une balance négative de l'ordre de -27 Kg/ Ha année⁻¹ de N, -4 Kg/ Ha année⁻¹ de P et -18 Kg/ Ha année⁻¹ de K selon Ikerra *et al.*, [2007].

L'évolution démographique de la RD Congo entraîne une augmentation de la demande de la production des plantes alimentaires essentielles (céréales, plantes tubéreuses et racinaires et légumineuses). Pour répondre à pareil accroissement de la demande, une des réponses est d'assurer l'augmentation des superficies cultivées qui contribuera à satisfaire un certain pourcentage de cette demande [KANYENGA, 2012]. Selon Ahuja, [2003] : « Sur le plan agricole, les conséquences se traduisent par de faibles

rendements pour les principales cultures vivrières. Sur le plan de la qualité du sol, l'intensification des cultures entraîne toujours une baisse du niveau de fertilité du sol; les effets négatifs les plus apparents sont la diminution du taux de matière organique associée à la réduction de la quantité d'azote dans le sol et l'envahissement des terres cultivées par les mauvaises herbes ». Selon Mokuba *et al.* (2013) : « la perte de fertilité des sols, en RD Congo comme partout en Afrique subsaharienne (ASS), est une conséquence de leur utilisation continue sans apport, en échange des matières organiques du sol. Elle s'exprime à son tour par une diminution brusque ou graduelle de rendement selon le type de sol ».

Pour arriver à améliorer cette productivité, il importe de lever ces différents obstacles, cela avec une priorité sur la première contrainte qui est la pauvreté du sol. Pour y parvenir, l'utilisation de différentes formes d'engrais s'avère importante. C'est le cas des engrais chimiques, organiques et des diverses techniques d'amélioration de fertilité du sol tel que l'utilisation des plantes de couverture sous forme de paillage. Cette dernière s'avère plus bénéfique, car non seulement elle entraîne une augmentation de la fertilité, mais aussi une amélioration des propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol. Selon Muna-Mucheru *et al.* [2007] « Les engrais organiques seuls sont insuffisants pour compenser le faible niveau des éléments nutritifs dans les sols tropicaux ».

La recherche sur les espèces agro forestières ayant un potentiel pour améliorer la fertilité des sols en zone forestière humide s'est focalisée principalement sur les légumineuses fixatrices d'azote et très peu d'attention a été accordée aux espèces non fixatrices d'azote comme *Tithonia* et *Tephrosia* [KAHO *et al.*, 2007]. *Tithonia*, avec sa haute qualité nutritive, est un amendement du sol potentiel pour une production accrue et la plante est recommandée pour une utilisation comme un engrais vert [OLABODE *et al.*, 2007]. Les biomasses de *Tithonia* induisent des bonnes récoltes de légumineuses et pourraient constituer une alternative de fertilisation plus accessible aux paysans d'Afrique, si ces derniers l'acceptaient comme fumure et en maîtrisaient l'application. Le *Tithonia* présente un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs sur un ferralsol et peut fournir les quantités des nutriments nécessaires aux cultures [KASONGO *et al.*, 2013]. Les feuilles et les graines de *Tephrosia vogelii* contiennent des grandes quantités d'éléments nutritifs

notamment l'azote qui est nécessaire pour un bon développement de la plante [ANONYME, 2013].

En vue de chercher une solution adaptée à la précarité de la situation monétaire des agriculteurs, nous avons mené une étude en utilisant les biomasses de *Tithonia* et de *Tephrosia* sous forme de paillis car ils présentent un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs du sol et peuvent fournir les quantités des nutriments nécessaires à la culture de haricot.

MATERIEL ET METHODES

Milieu

Cette étude a été menée en République Démocratique du Congo dans la province du Katanga, ville de Lubumbashi dans la station de l'Institut

National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques de Kisanga (1298 m d'altitude, 27°29'Est de longitude et 11°40'Sud de latitude). La distribution annuelle des précipitations de l'année 2003 (Figure 1) a montré que le mois de décembre était le pic avec 18 jours de pluies et la température journalière a été constante durant toute la période de l'étude soit 21° C en moyenne. L'humidité relative varie entre 50-80% en saison sèche et 70-90% en saison de pluie [INERA, 2002]. Les sols de Lubumbashi et ses environs appartiennent au groupe des sols ferrallitiques dénaturés rouges. Le sol de l'essai avait un pH oscillant entre 3,5 et 4,9 au KCl et 5 et 5,2 à l'eau, sa teneur en matière organique est de l'ordre de 1,59% et sa teneur en azote est de 0,7 meq/100gr [INERA, 2010].

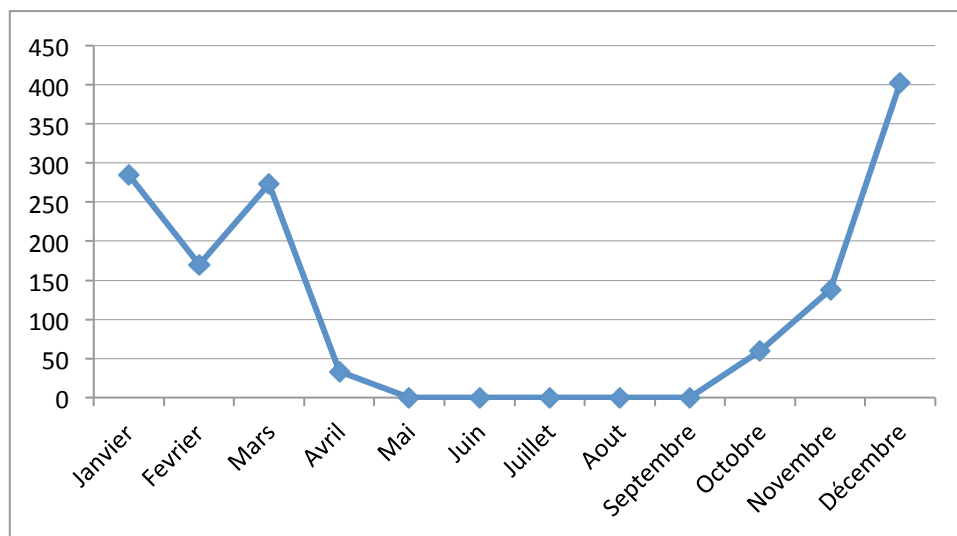


Figure 1: Pluviométrie annuelle de 2003 Source : Station Météorologique/ INERA/ Kipopo

Tableau 1. Caractéristiques de quatre variétés du haricot commun

Variété	Dénomination	Forme de la graine	Habitus	Couleur de la graine
V1	<i>Kasungeji</i>	<i>Réniforme</i>	<i>I</i>	<i>Rouge</i>
V2	<i>D6 Kenya</i>	<i>Réniforme</i>	<i>I</i>	<i>Rouge strié de blanc</i>
V3	<i>Haricot blanc</i>	<i>Allongée</i>	<i>I</i>	<i>Blanche</i>
V4	<i>Kigoma</i>	<i>Arrondie</i>	<i>I</i>	<i>Vert claire</i>

Légende : I : Habitus 1 (Haricot nain)

Conduite de l'essai

Le dispositif expérimental était le bloc complet randomisé à trois répétitions et douze traitements: T1 (V1 et 5t Td); T2 (V2 et 5t Td); T3 (V3 et 5t Td); T4 (V4 et 5t Td); T5 (V1 et 5t Tv); T6 (V2 et 5t Tv); T7 (V3 et 5t Tv); T8 (V4 et 5t Tv); T9 (V1, 0t Td et 0t Tv); T10 (V2, 0t Td et 0t Tv); T11 (V3, 0t Td et 0t Tv); T12 (V4, 0t Td et 0t Tv).

- V1= Variété Kasungeji ;
- V2= Variété D6 Kenya ;
- V3= Variété Haricot blanc ;
- V4= Variété Kigoma ;
- Td= *Tithonia diversifolia* ;
- Tv= *Tephrosia vogelii*

Pour notre étude, quatre variétés locales du haricot commun ont été semées.

Les compositions chimiques des feuilles de *Tithonia* et *Tephrosia* peuvent être comparées à d'autres espèces agroforestières par rapport aux éléments nutritifs qu'elles fournissent au sol.

Tableau 2 : Comparaison de la composition chimique des feuilles de *Tithonia* et *Tephrosia* avec celle de quelques espèces agroforestières

Espèces	Concentration					Source
	N	P	K	Ca	Mg	
	%	%	%	%	%	
<i>Tithonia diversifolia</i>	3,53	0,42	4,7	3,52	0,45	Kaho <i>et al.</i> 2011
<i>Desmodium intortum</i>	1,79	0,3	0,58	1,7	0,28	Kaho <i>et al.</i> 2009
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,17	0,37	0,59	2,75	0,32	Kaho <i>et al.</i> 2009
<i>Calliandra calothyrsus</i>	3,4	0,15	1,1	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000
<i>Crotalaria grahamania</i>	3,2	0,15	nd	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000
<i>Lantana camara</i>	2,8	0,25	2,1	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000
<i>Leucaena leucocephala</i>	3,8	0,2	1,9	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000
<i>Sesbania sesban</i>	3,7	0,23	1,7	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000
<i>Tephrosia vogelii</i>	3	0,19	1	nd	nd	Jama <i>et al.</i> 2000

Légende : nd = non déterminé, source : Kaho F *et al.* [2011].

Tableau 3. Critères d'appréciation des agriculteurs des espèces de transfert de biomasse

Espèces	Aspects positifs	Aspects négatifs
<i>Tephrosia vogelii</i>	Améliorer la fertilité des sols Supprimer les mauvaises herbes	A un problème de ravageurs qui se nourrissent de la nacelle, la formation des graines est moindre
<i>Tithonia diversifolia</i>	Améliorer la fertilité des sols Médicament contre le paludisme et maux d'estomac A la propriété pesticide Fourrage pour les chèvres	Une mauvaise herbe

Source : [PABRA, 2003]

Les agriculteurs ont quelques critères sur lesquels ils se basent pour apprécier les espèces de transfert de biomasse dans leurs vies quotidiennes selon les aspects positifs ou négatifs.

Les parcelles avaient comme dimension 8 m² séparées entre elles de 0,8 m, le haricot était semé aux écartements de 20 cm dans la ligne et 50 cm entre les

lignes, les répétitions étaient séparées de 1 m. Les biomasses fraîches de *Tithonia* et *Tephrosia* ont été épandues une semaine après le semis de haricot entre les lignes de semis du haricot, à raison de 5 tonnes par hectare pour les parcelles concernées. Le semis de toutes les variétés de haricot était intervenu le 25 janvier 2003, à la troisième semaine, le premier sarclage

était intervenu sur les parcelles n'ayant pas reçu la biomasse fraîche, quatre semaines après le premier sarclage, un deuxième sarclage était effectué. A maturité, les deux lignes du milieu de chaque traitement ont été récoltées.

Analyses statistiques des données

Les paramètres mesurés sont le nombre de jours à la floraison, le nombre de jours à la maturité, la pourriture racinaire (cotation de 1 à 9 [CIAT, 1992]), la hauteur de la plante, le nombre de gousses/plante, le nombre de grains/gousse, et le rendement en grains /plante.

L'analyse de variance des données relatives aux paramètres précités a été effectuée au moyen du logiciel R et une étude de la régression ($y = ax + b$) pour ce qui est de la pourriture racinaire.

Analyse économique des traitements

Un indice d'acceptabilité (IA) a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les agriculteurs. Cet indice compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu par les paysans. C'est donc le rapport des bénéfices des deux traitements (IA = bénéfice du traitement/bénéfice du témoin). Ainsi une technologie ne peut être facilement adoptée que si la valeur de l'IA est égale ou supérieure à 2. L'adoption se fait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2 et en-dessous de 1,5 il y a rejet [KAHO *et al.*, 2011].

RESULTATS

Effet des différents traitements sur la croissance de la plante

Entre les traitements, il y a aucune différence significative quant au nombre de jours à la floraison, au nombre de jours à la maturité, au nombre de gousses par plante ainsi qu'au nombre de graines par gousse sauf pour la hauteur des plants ou l'analyse de la variance a montré une différence significative ($P \leq 0,05$).

La période semis-floraison représente la période comprise entre la date de semis des graines et la date où 50% des fleurs sont épanouies. D'après le *Tableau 4*, cette période varie entre 37 et 39 jours. En effet, les variétés ayant une floraison précoce ont atteint 37 jours et les variétés ayant une floraison tardive ont atteint 39 jours. Le reste des traitements ont une floraison intermédiaire. L'analyse de la variance relative au

nombre de jours entre le semis et la floraison a montré que les douze traitements ne diffèrent pas significativement entre eux. La période semis-maturité représente la période comprise entre la date de semis des graines et la date où 50% des graines sont mures. Cette période varie entre 74 et 75,3 jours. En effet, les traitements précoces ont atteint 74 jours et les traitements ayant une maturité tardive atteignent 75,3 jours (*Tableau 4*). L'analyse de la variance relative au nombre de jours entre le semis et la maturité a montré que les douze traitements ne diffèrent pas entre eux.

Le nombre de gousses produites par plant varie de 3 à 9 (*Tableau 4*). Dans ce cas, les douze traitements peuvent donc être classés en trois groupes : les traitements ayant produit le plus grand nombre de gousses (> 6 gousses/plant), les traitements ayant donné un nombre moyen de gousses varient de 5 à 6 gousses/plante et les traitements les moins productifs (< 5 gousses/plant). L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les 12 traitements.

La gousse du plant de haricot peut contenir de 3,3 à 4,6 grains. Selon le *Tableau 4*, 50% des traitements se distinguent par les nombres de graines par gousse les plus élevés, contenant plus de 4 grains par gousses. La gousse du T12 a le plus faible nombre de grains (3,3 grains). Pour ce paramètre, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative entre les traitements.

La hauteur de la tige principale, est mesurée à la fin de la récolte de tous les plants dont les grains ont atteint la maturité physiologique (grain sec). La mesure est faite à partir du collet de la plante. Selon le *Tableau 4*, la hauteur de la tige principale de la majorité des traitements est comprise entre 30,3 et 38 cm. En dehors de cet intervalle, le traitement T12 a donné le plant le plus court (25,3 cm), tandis que le traitement T1 a donné les plants les plus longs (38 cm). Les analyses statistiques ont montré que les différences de hauteur entre les traitements sont significatives.

Effets des différents traitements sur le rendement du haricot

Le rendement en graines sèches a varié de 0,19 à 0,98 T/Ha. L'analyse de la variance a montré que les différences entre les traitements sont hautement significatives ($P \leq 0,0001$). La tendance générale de la productivité des parcelles était dans l'ordre ci-après : T1>T2>T4>T11>T3>T6>T7>T10>T5>T9>T8>T12.

Tableau 4 : Paramètres de la culture du Haricot selon les traitements appliqués

Traitement	Nbre de Jour à la floraison	Nbre de jour à la maturité	Hauteur de la tige (Cm)	Gousse par plante	Graine par gousse	Rendement en graine (T)
T _I	37,00 ± 0,00 a	74,00 ± 0,00 a	38,00 ± 2,64 a	6,00 ± 1,73 a	4,00 ± 1,00 a	0,98 ± 0,10 a
T ₂	37,66 ± 1,15 a	74,00 ± 0,00 a	34,66 ± 4,61 ab	5,66 ± 1,08 a	4,00 ± 0,00 a	0,92 ± 0,27 ab
T ₃	37,66 ± 1,15 a	74,66 ± 1,15 a	32,66 ± 7,57 ab	5,66 ± 2,51 a	4,33 ± 1,15 a	0,66 ± 0,23 abc
T ₄	37,00 ± 0,00 a	74,00 ± 0,00 a	34,00 ± 0,00 ab	7,00 ± 2,64 a	4,00 ± 0,00 a	0,87 ± 0,17 ab
T ₅	38,33 ± 1,15 a	74,66 ± 1,15 a	30,33 ± 2,51 ab	5,33 ± 0,57 a	4,00 ± 0,00 a	0,50 ± 0,10 abc
T ₆	37,66 ± 1,15 a	74,66 ± 1,15 a	38,33 ± 1,52 ab	5,00 ± 1,00 a	3,66 ± 0,57 a	0,63 ± 0,07 abc
T ₇	39,33 ± 0,57 a	74,00 ± 0,00 a	34,33 ± 4,16 ab	5,33 ± 1,52 a	4,33 ± 0,57 a	0,58 ± 0,16 abc
T ₈	37,66 ± 1,15 a	74,00 ± 0,00 a	27,33 ± 6,65 ab	5,66 ± 2,51 a	3,33 ± 1,15 a	0,43 ± 0,20 bc
T ₉	37,66 ± 1,15 a	74,00 ± 0,00 a	33,33 ± 4,50 ab	5,33 ± 1,52 a	3,66 ± 0,57 a	0,46 ± 0,04 bc
T ₁₀	37,66 ± 1,15 a	74,00 ± 0,00 a	34,33 ± 3,51 ab	5,66 ± 2,08 a	3,66 ± 0,57 a	0,52 ± 0,12 abc
T ₁₁	38,00 ± 1,73 a	74,00 ± 0,00 a	36,33 ± 2,51 ab	6,33 ± 2,08 a	4,66 ± 0,57 a	0,47 ± 0,32 abc
T ₁₂	37,00 ± 0,00 a	74,00 ± 0,00 a	25,33 ± 4,16 b	4,66 ± 1,52 a	3,33 ± 0,57 a	0,18 ± 0,02 c

Légende :

- T₁ (V₁ et 5t Td); T₂ (V₂ et 5t Td); T₃ (V₃ et 5t Td); T₄ (V₄ et 5t Td); T₅ (V₁ et 5t Tv); T₆ (V₂ et 5t Tv); T₇ (V₃ et 5t Tv); T₈ (V₄ et 5t Tv); T₉ (V₁, ot Td et ot Tv); T₁₀ (V₂, ot Td et ot Tv); T₁₁ (V₃, ot Td et ot Tv); T₁₂ (V₄, ot Td et ot Tv).
- V₁ : Variété Kasungeji, V₂ : D6 Kenya, D₃ : Variété Haricot blanc, D₄ : Variété Kigoma, Td : *Tithonia diversifolia* et Tv : *Tephrosia vogelii*

Le traitement (Kasungeji + *Tithonia*) a donné un rendement le plus élevé de 12 traitements. Excepté la variété haricot blanc local qui avec ou sans couverture des biomasses fraîches donne des rendements qui ne sont pas statistiquement différents, les autres traitements font voir que les biomasses de *Tithonia* et de *Tephrosia* influencent positivement le rendement des variétés Kasungeji, Kigoma et D6 Kenya. Selon le [Tableau 4](#), les résultats des effets des biomasses de *Tithonia* et de *Tephrosia* sur le rendement du haricot montrent aussi que les variétés D6 Kenya et Haricot blanc local sont les plus productives, suivi de la variété Kasungeji et enfin de la variété Kigoma.

DISCUSSION

Cette étude a démontré la capacité des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* épandues sur un sol ferrallitique à améliorer la hauteur et le rendement du haricot. Ces résultats s'apparentent à ceux obtenus pour les biomasses vertes de *Tithonia* dans d'autres régions

d'Afrique subsaharienne, notamment par Kaho *et al.* [2011] sur le maïs au Cameroun, par Mongana *et al.*, [2014] sur le haricot et Kasongo *et al.*, [2013] sur le soja en RD Congo, montrant que la tendance générale de l'évolution des propriétés de sol testées et du rendement était à la hausse par rapport au traitement témoin et à la fertilisation minérale.

Cinq jours après semis, le taux de levée a été supérieur à 50% pour l'ensemble des traitements. En effet, environ 15 % de mortalité a été observée à la levée pour tous les traitements. Ces résultats sont intéressants vu qu'il n'y aura qu'une faible quantité de semences à utiliser pour le regarnissage des vides. L'unique hypothèse à ce sujet serait que les conditions climatiques (température moyenne journalière était de 21°C), au moment du semis, ont été favorables pour amorcer le processus de la germination. En effet, les semences ne germent qu'au-dessus d'une moyenne de 10°C et la végétation n'est rapide et vigoureuse qu'aux

environs de 13 à 15°C [MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE DEVELOPPEMENT RURAL, 2014]; Ce qui implique que le moment de semis doit être pris en compte pour assurer une levée parfaite. Par rapport à la hauteur des plants à la maturité, en dehors des traitements Kasungeji + 5 tonnes de *Tithonia* et celui du témoin non amendé avec la Kigoma, les plantes ont affiché une croissance, similaire pour l'ensemble des traitements. Comme pour le paramètre de croissance, la hauteur de la tige, le paillage aux engrais verts *Tithonia* et *Tephrosia* a considérablement influencé le rendement. Le nombre de jours à la floraison, le nombre de jours à la maturité, le nombre de gousse par plant ainsi que le nombre de graines par gousse n'ont pas été affectés par le paillage de biomasse de *Tithonia* et *Tephrosia* sur tous les traitements. Les résultats de Kasongo et al, [2013] sur un ferralsol pour la culture de soja se rapprochent de nos résultats pour le nombre de gousses par plant, la hauteur des plants et le rendement ont été influencés par le *Tithonia diversifolia*.

Les amendements au *Tithonia* et *Tephrosia* sur le sol où ont été semés la variété Kasungeji, la variété D6 Kenya, la variété Haricot blanc et variété Kigoma ont permis d'améliorer les rendements en haricot par rapport aux témoins non amendés de chaque variété.

Le paillage de 5 T/ha de *Tithonia* sur le sol avec les variétés Kasungeji, D6 Kenya, Haricot blanc ou Kigoma a amélioré de façon significative le rendement en haricot grain respectivement de 0,52 T/ha, 0,4 T/ha, 0,18 T/ha et 0,69 T/ha par rapport aux rendements obtenus sur le sol témoin non amendé avec les mêmes variétés et de même pour le paillage de *Tephrosia* qui a affecté les rendements en haricot grain de variété Kasungeji, D6 Kenya, Haricot blanc et Kigoma, respectivement de 0,036 T/ha, 0,11 T/ha, 0,11 T/ha et 0,24 T/ha.

La décomposition de la biomasse de *Tithonia* et *Tephrosia* épandue sur le sol a libéré les éléments nutritifs pour la plante du haricot dans le sol. Les résultats de Kaho *et al.*, [2011] montrent que la biomasse verte de *Tithonia diversifolia* incorporée dans le ferralsol semble donc avoir un taux de décomposition convenable qui a permis à la plante d'assimiler une grande proportion des nutriments libérés lors de la décomposition de la matière organique. En comparant les écarts de rendement améliorés par le paillage de *Tithonia* et *Tephrosia*, les résultats montrent que les biomasses de *Tithonia* ont libéré des grandes quantités de N, P et K dans le sol qui ont affecté significativement les rendements de chaque variété. D'après le [Tableau 2](#),

les feuilles de *Tithonia* sont composées de 3,53% de N, 0,42% de P et 4,7% de K tandis que celles de *Tephrosia* sont composées de 3% de N, 0,19 % de P et 1% de K

Etude de la régression

Au regard des résultats obtenus, on constate que les rendements de différents traitements connaissent une certaine variation influencée par l'attaque des pourritures racinaires. Pour le calcul de la régression, on considère y comme étant le rendement et x l'incidence de l'attaque des pourritures racinaires.

Après le calcul de la régression, on a l'équation $y = 0,98 - 0,10 x$ et $R^2 = 0,18$, cette équation montre que le rendement varie inversement à la variation de l'incidence des pourritures racinaires. Elle indique que lorsque l'incidence augmente d'une unité selon l'échelle de notation de 1 à 9, le rendement diminue de 0,88 T/ha et 18% de la variation du rendement sont expliquées par la variation de l'incidence des pourritures racinaires.

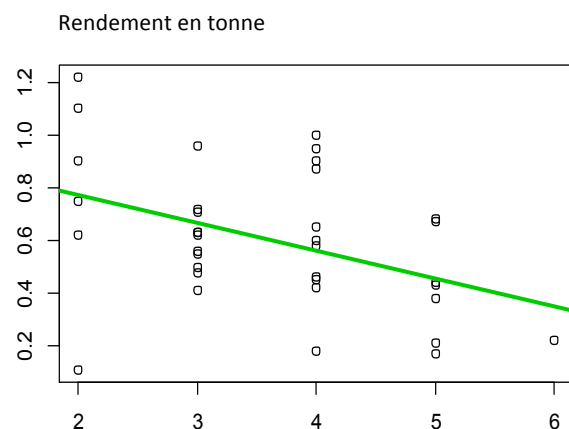


Figure 2 : La régression rendement et pourriture racinaire

Analyse économiques des différents traitements

Les charges de la collecte de feuilles de *Tithonia* et de *Tephrosia*, le transport et l'épandage ont été prises en considération pour évaluer les bénéfices. Le coût de la main d'œuvre pour collecter, transporter et épandre les biomasses de *Tithonia* est payé en moyenne par 500 Franc congolais (FC) pour 50 Kg de biomasse soit 10 FC/Kg, le *Tithonia* est considéré comme une mauvaise herbe à Lubumbashi. La production de *Tephrosia* par hectare est estimée 100000FC et le coût de la main d'œuvre pour la collecte, le transport est le même que celui de *Tithonia*. Le coût d'un kilogramme de haricot revient en moyenne à 1500FC sur les marchés de Lubumbashi.

Tableau 5 : Analyse économiques des différents traitements

Traitements	Coût feuille de <i>Tithonia</i> (FC/ha)	Coût de production et de feuille de <i>Tephrosia</i> (FC/ha)	Coûts variables totaux (FC/ha)	Rendement Haricot (Kg/ha)	Revenu brut (FC/ha)	Bénéfice brut (FC/ha)	Indice d'acceptabilité (IA)
T1	50000	0	50000	986,7	1480050	1430050	2,057773941
T2	50000	0	50000	920	1380000	1330000	1,705128205
T3	50000	0	50000	663,3	994950	944950	1,321515978
T4	50000	0	50000	876,7	1315050	1265050	4,517229066
T5	0	150000	150000	500	750000	600000	0,863371466
T6	0	150000	150000	630	945000	795000	1,019230769
T7	0	150000	150000	586,7	880050	730050	1,020977554
T8	0	150000	150000	433,3	649950	499950	1,785216926
T9	0	0	0	463,3	694950	694950	/
T10	0	0	0	520	780000	780000	/
T11	0	0	0	476,7	715050	715050	/
T12	0	0	0	186,7	280050	280050	/

Légende : T1 (V1 et 5t Td); T2 (V2 et 5 Td); T3 (V3 et 5t Td); T4 (V4 et 5t Td); T5 (V1 et 5t Tv); T6 (V2 et 5t Tv) ; T7 (V3 et 5t Tv); T8 (V4 et 5t Tv); T9 (V1, Ot Td et Ot Tv); T10 (V2, Ot Td et Ot Tv); T11(V3, Ot Td et Ot Tv); T12(V4, Ot Td et Ot Tv)

Les résultats obtenus pour l'indice d'acceptation dans le *Tableau 5* montrent que les traitements T1 (IA= 2,05) et T4 (IA=4,51) peuvent être proposés avec plus de chance d'être adoptés par les paysans. Mais lorsqu'on connaît le faible pouvoir d'achat de la plupart de nos paysans, l'option T4 (Variété Kigoma associée à 5 tonnes de *Tithonia*) qui a le plus grand IA peut être recommandée pour nos paysans. En comparant le coût des engrais chimiques, celui observé sur les marchés de Lubumbashi (45000 FC/50 Kg NPK) (on épand 200 Kg d'engrais NPK par hectare, le coût d'achat de NPK par hectare est de 180000 FC) à celui du traitement T4 (50000 FC/ha), le traitement T4 (Variété Kigoma associée à 5 tonnes de *Tithonia*) est moins coûteux par rapport à l'achat des engrais minéraux et le coût d'application du T4 (Variété Kigoma associée à 5 tonnes de *Tithonia*) vaut un quart du coût d'achat de 200 Kg d'engrais NPK épandu à l'hectare.

CONCLUSION

Parmi les contraintes qui limitent la production du haricot commun, la baisse de la fertilité du sol demeure importante. L'utilisation des biomasses fraîches de *Tithonia diversifolia* et *Tephrosia vogelii*, espèces non fixatrices d'azote comme paillis grâce à la dégradation de leurs biomasses peuvent améliorer la fertilité du sol et augmenter de façon significative les rendements de la culture de haricot. Le traitement (Kasungeji + *Tithonia*) a donné un rendement le plus élevé (0,98 T/Ha) de 12 traitements. Les biomasses de *Tithonia* et de *Tephrosia* influencent positivement le rendement des variétés Kasungeji, Kigoma et D6 Kenya. Le résultat de Maltas *et al.*, [2012] montre que les sols recevant régulièrement des engrais organiques présentent une biomasse et une activité microbienne plus importante que les sols ne recevant que des engrais minéraux. La composition de cette biomasse semble également affectée par ces apports. Le paillage de 5 T/Ha de

Tithonia sur le sol avec les variétés Kasungeji, D6 Kenya, Haricot blanc et Kigoma a amélioré de façon significative le rendement en haricot graine respectivement de 0,52 T/Ha, 0,4 T/Ha, 0,18 T/Ha et 0,69 T/Ha par rapport aux rendements obtenus sur le sol témoin non amendé avec les mêmes variétés et de même pour le paillage de *Tephrosia* qui a affecté les rendements en haricot grain de la variété Kasungeji, D6 Kenya, Haricot blanc et Kigoma respectivement de 0,036 T/Ha, 0,11 T/Ha, 0,11 T/Ha et 0,24 T/Ha. Avec le faible pouvoir d'achat de la plupart de nos paysans, l'option T4 (Variété Kigoma associée à 5 tonnes de *Tithonia*) qui a le plus grand indice d'acceptabilité (IA=4,40) peut être recommandée avec une plus grande chance d'adoption. Dans les conditions de cette étude, *Tithonia* et *Tephrosia* présentent un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol et peut fournir les quantités des nutriments nécessaires à la culture qui conduit à une augmentation des rendements du haricot. Au regard de ces résultats, l'utilisation des biomasses de *Tithonia* et de *Tephrosia* comme paillis est à encourager en milieu paysan car cette technique est également adaptée aux ressources paysannes. D'autres études sont cependant, nécessaires pour quantifier et vérifier la durabilité de cet effet

RESUME

Une étude a été conduite sur un ferralsol du sud de la R.D. Congo en vue d'évaluer les effets d'épandage des feuilles de *Tithonia diversifolia* (Td) et de *Tephrosia vogelii* (Tv) sur les rendements de quatre variétés locales de Haricot commun (Kasungeji, D6 Kenya, Haricot blanc local et Kigoma). Le dispositif était le bloc complet randomisé à trois répétitions et douze traitements: T1 (V1 et 5t Td); T2 (V2 et 5t Td); T3 (V3 et 5t Td); T4 (V4 et 5t Td); T5 (V1 et 5t Tv); T6 (V2 et 5t Tv); T7 (V3 et 5t Tv); T8 (V4 et 5t Tv); T9 (V1, 0t Td et 0t Tv); T10 (V2, 0t Td et 0t Tv); T11 (V3, 0t Td et 0t Tv); T12 (V4, 0t Td et 0t Tv). Les observations ont porté sur les paramètres de croissance et de rendement. Des différences significatives ont été obtenues entre les traitements sur la hauteur des plantes ($P \leq 0,05$) qui varie entre 25 et 38 cm et sur les rendements ($P \leq 0,000$) variant de 186,7 et 986,7 Kg/Ha; le traitement T1 ayant donné le rendement le plus élevé et le traitement T12 le plus bas. La tendance générale de la productivité était dans l'ordre de: T1>T2>T4>T3>T6>T7>T10>T5>T11>T9>T8>T12. Dans les conditions de cet essai, l'utilisation des biomasses de *Tithonia* et *Tephrosia* comme paillis est à encourager en milieu paysan, car cette technologie peut enrichir le sol en matière organique et en nutriments grâce à la dégradation du matériau de paillage, repousser les insectes et aussi elle est mieux adaptée aux revenus des petits paysans.

Mots clés : *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia vogelii*, Epandage, Biomasses, Haricot.

REFERENCES

- AHUJA LR. [2003]. Quantifiant agricultural management effects on soil properties and processes. *Geoderma*, 116 : 1-2
- ALEXANDRA M., HANSRUDOLF O., RAPHAEL C., VINCENT B. ET SOKRAT S. [2012]. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés du sol, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon; Station de recherche Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich - in *Recherche Agronomique Suisse* 3 (3) : 148-155.
- ANONYME, *Tephrosia vogelii*, in Forests, action sheet 53, [http://www.paceproject.net/Userfiles/File/Forests/Te phrosia%20vogelii.pdf](http://www.paceproject.net/Userfiles/File/Forests/Te%20phrosia%20vogelii.pdf), p 2, consultée le 01 juillet 2013)
- CHAUSSE J.-P., KEMBOLA T. et NGONDE R. [2012]. « L'agriculture : Pierre Angulaire de L'économie de la République Démocratique du Congo », Volume II: Etudes sectoriels, Ed. Medias Paul, Kinshasa, pp 1-97, 2012.
- CIAT [1992]. Système standard pour l'évaluation du germoplasme du haricot, CIAT, Cali, Colombie
- FAO [2003]. Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Rome. Italie, 63 p.
- IKERRA S.T., SEMU E. et MREMA J.P. [2007]. Combining *Tithonia diversifolia* and minjingu phosphate rock for improvement of P availability and maize grain yields on a Chromic acrisol in Morogoro, Tanzania. In: BATIONO A., WASWA B., KIHARA J. et KIMEFU J. (eds) 2007. Advances in Integrated soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities, Springer, The Netherlands, pp.333-344.
- INERA [2002]. Points saillants des activités de recherche sur le haricot commun, INERA/Kipopo, Lubumbashi
- INERA, [2010]. Rapports des activités de recherche, INERA/Kipopo, Lubumbashi
- JAMA B., PALM C.A., BURESH R.J., NIANG A.I., GACHENGO C. & NZIGUHEBA G. [2000]. *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49 : 201-221.
- KABULO K.L. [2013]. La réorganisation du secteur agricole et son impact dans l'économie Congolaise (Cas de la province du Katanga) mémoire de Licence en Economie et Finance, Université de Lubumbashi.
- KAHO F., YEMEFACK M., YONGUE-FOUATEU R., KANMEGNE J. & BILONG P. [2007]. Potentials of *Calliandra calothyrsus* Meissner for improving soil fertility and crop performance in the Forest Savannah-Transition Zone of Cameroon, *Nigerian Journal of Soil and Environmental Research*, 7 : 33-44.
- KAHO F., YEMEFACK M., FEUJIO-TEGUEFOUET P. & TCHANTCHAOUANG J.C. [2011]. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun, in *Tropicicultura*, 29(1) : 39-45.

- KALPMA A., KITAMBALA K., NDJANGO N.L., SINZAHERA U. et PALUKU T.** [2008]. Effet des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitana* et de *Tagetas minitiflora* dans la conservation du maïs (*Zea mays*) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo), *Tropicicultura*, 26(1) : 24-27.
- KANYENGA L.A.**, [2012]. Adaptation des accessions variétales de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L) Bio fortifiés « influences des conditions pédoclimatiques et des itinéraires techniques sur la performance et la stabilité du rendement et des micronutriments dans les différentes zones agro écologiques de la RDC », Thèse de doctorat, Université de Lubumbashi.
- KANYENGA-LUBOBO A., FUNNY-BIOLA C., NGOIE-LUBWIKI M., J.MUDIBU J., TSHILENGE-LUKANDA L., KALONJI-MBUYI A.** [2012]. Yield Performance and Resistance to Angular Leaf Spot Disease in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at Five Agro-ecological Zones of Katanga, Democratic Republic of Congo, *International Journal of Research in Plant science*, 2(1) : 16-22.
- KASONGO L.M.E., MWAMBA M. T., TSHIPOYA M. P., MUKALAY M. J., USENI S. Y., MAZINGA K. M. ET NYEMBO K. L.** [2013]. Réponse de la culture de soja (glycine max.L (merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (hemsley) A gray comme fumure organique sur un ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Appli.Biosc.*, 63 :4727-4735.
- MALTAS A., HANSRUDOLF O., RAPHAEL C., VINCENT B. ET SOKRAT S.** [2012]. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés du sol, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon ; Station de recherche Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich - in *Recherche Agronomique Suisse* 3 (3) : 148-155
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE DEVELOPPEMENT RURAL** [2014]. Fiche technique sur haricot commun, Site Portail du Secrétariat Général à l'Agriculture, Pêche et Elevage, R.D. Congo.
- MONGANA J.C.E., BOLAKONGA A.N.E, MUSUNGAYI J.M.T, KASHEMA C.B.** [2014]. Détermination du moment d'application de *Tithonia diversifolia* et son évaluation agro économique sous la culture du haricot (*Phaseolus vulgaris* L), *Congo sciences*, 2(1) : 41 - 45.
- MOKUBA W., KIZUNGU R. et LUMPUNGU K.**, [2013]. Evaluation de l'effet fertilisant de *Mucuna utilis* L. face à deux doses de NPK (17-17-17) sur la croissance et la production de la variété samaru du maïs (*Zea mays* L) dans les conditions optimales? *Congo sciences*, 1(1) : 23-32
- MUNA-MUCHERU M., MUGENDI D., KUNG'U J., MUGWE J. & BATIONO A.** [2007]. Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District, Kenya, *Agroforestry Systems*, 69 : 189-197.
- OLABODE O.S., OGUNYEMI S., AKAMBI W.B., ADESINA G.O AND BABAJIDE P.A.** [2007]. Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray for Soil Improvement, *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(4) : 503-507
- PABRA** [2003]. Farmer's evaluations and innovations with legume cover crops, in *Highlights CIAT in Africa*, N°6 March 2003
- RUBYOGO J.C.** [2006]. Renforcer les capacités des systèmes semenciers pour accélérer l'adoption des variétés améliorées de haricot en Afrique de l'Est, Centrale et Australe. Actes de l'atelier recherche, 14-18 mars 2005, Cotonou, Bénin. Cirad, Inrab, Coopération française, Montpellier, France 175-177
- TILAHUN A., KIMANI P., RONONO W., LUBANGA L. AND NKOKO M.** [2004]. Coping with drought: Strategies to improve genetic adaptation of common bean to drought prone regions of Africa, in *CIAT occasional publication série*, N°38, pp 1,2.



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>