

Influence de la fumure organique (*Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*, *Panicum maximum*) et minérale (NPK) sur la nodulation de la souche rhizobienne USDA 3272 et le rendement du niébé dans les conditions agro-écologiques du mont Amba (Kinshasa), Ouest de la RD Congo

[Influence organic manure (*Leucaena leucocephala* *Tithonia diversifolia* *maximum* *Panicum* and mineral (NPK) on the coring of the stock rhizobienne USDA 3272 and the yield of soybean under the agro-ecological conditions of the mount Amba (Kinshasa), West of the RD Congo]

Masiala Muanda Gabriel¹ and Ngoyi Tshite Franck²

¹Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA), Station de KONDO, Kongo Central, RD Congo

²Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA), Station de GIMBI, Kongo Central, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study had like objective to evaluate the influence of stock USDA 3272 with the varied combination of the organic matter and mineral manure (NPK) on the coring and the growth of soybean.

The experiment proceeded in situ out of pots of vegetation according to an entirely random device containing 6 treatments and 6 repetitions. The treatments were as follows: (T0: Pilot ground; T1: USDA 3272; T2: USDA 3272 + *Leucaena leucocephala* T3: USDA 3272 +NPK; T4: USDA 3272 + *Tithonia diversifolia* T5: Maximum USDA 3272 + *Panicum*).

After analysis, it arises that the treatments T4 and T5 ensured a good behavior of the seedlings of soybean in terms of height of the seedlings, diameter to the collet and dry weight of the biomass.

KEYWORDS: soybean, influence, manure, nodulation, yield.

RÉSUMÉ: Cette étude a eu comme objectif d'évaluer l'influence de la souche USDA 3272 avec la combinaison variée de la matière organique et de l'engrais minéral (NPK) sur la nodulation et la croissance de niébé.

L'expérience s'est déroulée in situ en pots de végétation suivant un dispositif entièrement aléatoire contenant 6 traitements et 6 répétitions. Les traitements étaient les suivants : (T0 : Sol témoin ; T1 : USDA 3272 ; T2 : USDA 3272 + *Leucaena leucocephala* ; T3 : USDA 3272 +NPK ; T4 : USDA 3272 + *Tithonia diversifolia* ; T5 : USDA 3272 + *Panicum maximum*).

Après analyse, il ressort que les traitements T4 et T5 ont assuré un bon comportement des plantules de niébé en termes de hauteur des plants, diamètre au collet et poids sec de la biomasse.

MOTS-CLEFS: niébé, influence, fumure, nodulation, rendement.

1 INTRODUCTION

Le déficit alimentaire chronique et sans cesse croissant est un des traits les plus caractéristiques des nations du tiers monde.

La République Démocratique du Congo, notre pays, n'est pas épargnée de ce problème.

Il y a nécessité d'accroître la productivité biologique pour satisfaire des besoins en protéines alimentaires tant en quantité qu'en qualité.

L'un des moyens pour y arriver est l'incorporation dans les systèmes de production, des plantes légumineuses dont la symbiose avec les bactéries fixatrices d'azote atmosphérique que fournit au système sol-végétation des quantités d'azote nécessaires pour le maintien de la fertilité du sol et de la productivité biologique [1] ; [2].

Par ailleurs, dans la plupart des sols tropicaux, les bactéries responsables de ce phénomène, en l'occurrence les rhizobiums qui fixent l'azote avec les plantes de la famille de papilionaceae, se présentent en trop petite quantité pour assurer une symbiose efficace.

Cependant, les souches performantes importées sont sujettes à des contraintes environnementales locales (Température élevée, pH bas, précipitation abondante, carence en éléments minéraux des sols, etc.).

Le recours à un équilibre minéral par l'utilisation de la matière organique et les engrais minéraux pour maintenir la fertilité du sol et accroître la productivité biologique est une alternative plausible.

Ce travail apporte une contribution dans la recherche des souches des rhizobiums adaptées et productives dans les conditions des sols tropicaux.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de mise en valeur des terres pauvres et de l'utilisation d'intrants locaux à coût accessible aux exploitants agricoles.

À travers cette étude, nous voulons évaluer l'influence de différentes formes d'intrants, organiques et minéraux, sur la nodulation et le rendement de Niébé inoculé avec la souche de rhizobium USDA 3272, commercialisée par le Service National des Fertilisants et Intrants Connexes (SENAFIC).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU

SITUATION DU CHAMP EXPÉRIMENTAL

L'expérience a été réalisée au jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa dont les coordonnées sont les suivantes : 4° 19' Est et 15°18' Sud, et à 490 m d'altitude.

- Altitude : 390 m
- Latitude : 4°13' sud
- Longitude : 13°8' Est

CONDITIONS CLIMATIQUES

Le climat qui prévaut dans notre site expérimental appartient au type AW4 selon la classification de Köppen. C'est un climat tropical humide comportant une grande saison sèche de mi-mai à mi-septembre et une saison de pluie de mi-septembre à mi-mai intercalée d'une petite saison de fin de décembre à février.

Les caractéristiques climatiques de notre site expérimental sont celles du type AW4 de la classification de KÖPPEN, avec deux saisons à 4 mois de saison sèche et 8 mois de saison de pluie. La température moyenne journalière est de 24,5°C. L'humidité relative de l'air est maximale en Août, Septembre et Octobre. Le total de précipitation avoisine les 1.500 mm [3].

Les caractéristiques climatiques ayant prévalu durant notre expérimentation sont illustrées au tableau 1.

Le tableau 1 reprend les conditions climatiques qui ont prévalu durant l'expérimental.

Tableau 1. Mesures climatiques enregistrées durant l'expérimentation.

Mois	Température en °C	Humidité relative (%)	Pluviométrie en mm
Septembre	29,8	80	33,6
Octobre	30,4	81	129,0
Novembre	29,8	87	202,2
Décembre	29,7	85	108,9

CARACTÉRISTIQUES ÉDAPHIQUES

Texture : sableuse

Coloration : Brun foncé, ocre ou ocre jaune à l'état frais.

Profil pédologique : type AC [3]

Tableau 2. Composition chimique du sol expérimental sur une profondeur de 0-30 cm.

C %	N %	M.O	C/N	Mg ⁺⁺ (még/100 g)	Ca ⁺⁺ (még/100 g)	K ₂ O (még/100 g)	P ₂ O ₅ (Ppm)	pH
0,651	0,069	1,1206	9,4347	0,258	0,139	1,4136	2,55	5,10

CONDITIONS ÉDAPHIQUES

Le terrain expérimental avait un sol de texture sableuse appartenant arrenoferralsols selon la classification de l'INERA .Le sol du site expérimental était faiblement acide, pauvre en azote et humus comme le montre le tableau 2.

2.2 MATÉRIELS

MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé, ayant l'objet de notre étude, était constitué de semences de niébé (variété de couleur rouge) provenant du Centre de Recherche INERA-M'vuazi.

FERTILISANTS

Les différents matériels fertilisants utilisés pour l'expérimentation sont ceux repris ci-après :

N.P.K. : Engrais minéral contenant un mélange d'azote, de phosphore et de potassium de la formule 17-17-17.

Tithonia diversifolia : Plante à croissance rapide se multipliant facilement par bouturage et dont les résidus sont utilisés comme engrais vert.

Tableau 3. Composition chimique moyenne de *Tithonia diversifolia* en %

N	P	K
3,33	0,31	3,1

Leucaena leucocephala : Légumineuse arbustive, originaire du sud-Est du Mexique. Le *Leucaena* est une espèce à croissance très rapide pouvant atteindre 10 m de haut.

Tableau 4. Composition chimique moyenne des feuilles de *Leucaena leucocephala*

Éléments fertilisants	% en poids sec du <i>Leucaena</i>
Azote	2,2 à 4,3
Phosphore	0,2 à 0,4
Potassium	1,3 à 4,0
Ca	0,8 à 2,0
Mg	0,4 à 1,0

Panicum maximum : Graminée vivace, robuste, en touffe dense de 2,5 à 4 m de hauteur. Ses tiges sont dressées, pubescentes aux nœuds et aplaties à la base. Elle est riche en cellulose, en azote et en éléments minéraux. La composition chimique se présente de la manière suivante :

Tableau 5 : Composition chimique moyenne de *Panicum maximum*

H2O %	Ca	P	K	Mg	M.A.D	Total
60-70	0,42	0,30	2,78	0,45	14,20	55,5

Source : [6]

Inoculum : Celui utilisé était constitué de la souche USDA 3272 sur support tourbeux commercialisé par le Service National des Fertilisants et Intrants Connexes (SENAFIC).

Substrat: Le sol du jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques a été utilisé comme substrat dans notre expérimentation.

Pots d'expérimentation : Les sachets en polyéthylène d'un volume intérieur de 0,15 m x 0,3 m x 0,35 m = 0,01575 m³ ont servi des pots à la présente expérimentation.

Autres matériels

Les matériels suivants ont été utilisés :

- Bêche : ayant servi à la préparation du terrain.
- Arrosoir : ayant servi à l'aspersion de l'eau sur la culture
- Pied à coulisse : pour mesurer le diamètre au collet des plants.
- Balance de précision : pour mesurer le poids.

2.3 MÉTHODES

CONDUITE EXPÉRIMENTALE

L'expérimentation était conduite en pots de végétation du 20 Septembre au 20 Décembre 2003. Le choix s'est fait sur terrain n'ayant pas au préalable reçu depuis deux ans, de la fumure minérale azotée, ni aucune importante quantité de la matière organique. Et une inoculation bactérienne ne devrait pas être pratiquée.

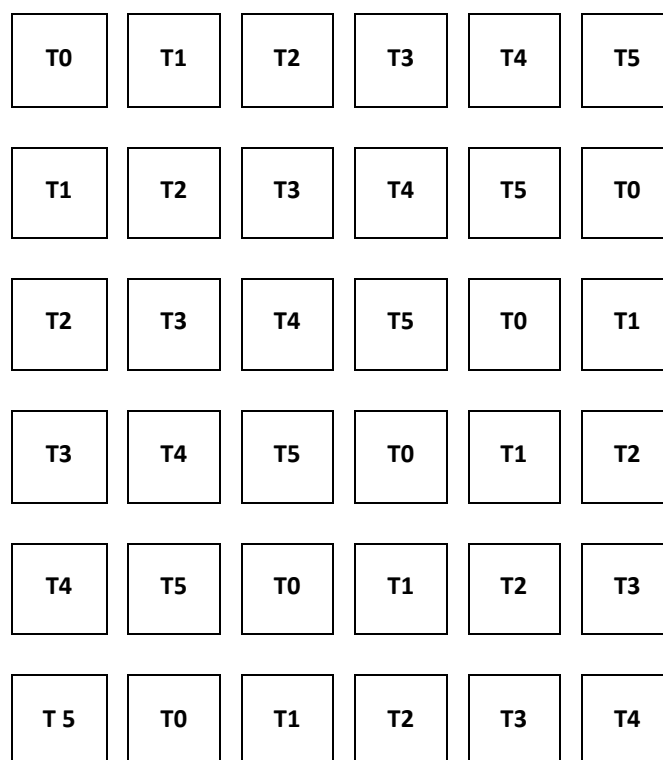
DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental adopté était celui entièrement aléatoire avec 6 traitements et 6 répétitions. Les traitements étaient les suivants :

- T0 : Sol témoin
- T1 : USDA 3272
- T2 : USDA 3272 + *Leucaena leucocephala*
- T3 : USDA 3272 +NPK
- T4 : USDA 3272 + *Tithonia diversifolia*
- T5 : USDA 3272 + *Panicum maximum*

SCHÉMA DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le tracé sur terrain du dispositif expérimental était le suivant :



Un nombre des pots de $36 \times 2 = 72$ pots avaient été utilisés afin de procéder aux observations à différentes périodes de l'expérimentation, car les observations sur la nodulation exigeaient l'élimination complète des matériels végétaux.

DOSE DES TRAITEMENTS APPLIQUÉS

Tableau 6. Quantité des fertilisants en gr. Appliquées dans 1 Kg du sol

Traitements	FERTILISANTS				
	N.P.K. 17-17-17	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	USDA 3272
T0	-	-	-	-	-
T1	-	-	-	-	0,64
T2	-	300 gr	-	-	0,64
T3	60 gr	-	-	-	0,64
T4	-	-	-	300	0,64
T5	-	-	300	-	0,64

APPLICATION DES FERTILISANTS

L'engrais minéral N.P.K. a été appliqué au moment du semis et les résidus des plants utilisés comme engrais vert ont été appliqués deux semaines avant le semis. L'inoculation consistant à infecter le milieu avec les microorganismes spécifiques de Niébé s'est faite le jour du semis en enrobant les graines d'une pâte de bouillie préalablement mélangée à l'eau dans la proportion de 1/2,5.

SEMIS

Le semis a été réalisé en pot à raison de 3 graines par pot, à la date du 20 septembre 2003.

SOINS CULTURAUX

Les soins culturaux ont consisté à regarnir les vides 3 jours après levée, au démarrage, à l'arrosage et au sarclage.

PARAMÈTRES D'OBSERVATION (PARAMÈTRES OBSERVÉS)

Les observations faites ont porté sur les paramètres ci-après :

Pour évaluer l'influence de traitements appliqués, nous avons considéré en observation les paramètres ci-après :

- La nodulation

La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique s'effectue grâce à l'activité de l'enzyme nitrogénase des rhizobiums contenus dans les nodules. Ainsi l'étude de cette activité enzymatique est très importante pour connaître le pouvoir fixateur de l'association légumineuse-Rhizobium. Le nombre et le poids secs des nodules permettent de préciser cette activité nitrogénasique, donc à la fixation biologique de l'azote [4] [5]. L'indice de nodulation est le rapport en pourcentage du poids sec des nodules sur le poids sec de la biomasse aérienne de la légumineuse. Plus il est grand, plus la nodulation est bonne [6].

- La croissance en hauteur et en diamètre au collet

- La biomasse

- Le rendement

Les différentes opérations se rapportant aux observations ont consisté :

- à la récolte des nodules, dénombrement, séchage et pesée ;
- à la récolte des biomasses aérienne et souterraine, séchage et pesage pour en avoir le poids sec ;
- à des mensurations faites durant 8 semaines après semis et répétées toutes les deux semaines tant pour la hauteur que pour le diamètre au collet des plants ;
- à la récolte des gousses arrivées à maturité suivie de leur comptage et de la pesée des graines pour évaluer le rendement.

ANALYSE STATISTIQUE

Se servant du logiciel Statistix 8.0, nous avons procédé aux différents calculs statistiques pour comparer les moyennes et ressortir les différences significatives au niveau de probabilité de 5 % .

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le procédé méthodique de l'essai expérimental mené en pots de végétation a permis l'obtention des résultats consignés dans les tableaux ci-après. L'interprétation et la discussion y relatives sont également évoquées.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Dans la présentation des résultats, les valeurs des colonnes portant une même lettre ne sont pas significativement différentes au niveau 5 % de D.M.R.T.

ÉVALUATION DES PARAMÈTRES VÉGÉTATIFS SUR LA CROISSANCE

Les résultats de la hauteur des plants, du diamètre au collet et de la biomasse sèche des plants sont consignés aux tableaux 7,8 et 9.

Tableau 7. Évolution de la hauteur des plants (cm) de la 2^{ème} à la 8^{ème} semaine.

Traitement	Temps en semaines							
	2 ^{ème}		4 ^{ème}		6 ^{ème}		8 ^{ème}	
	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence
T0	10,3 a	-	12 a	-	15 a	-	18 a	-
T1	11,5 a	1,2 ns	14 a	1 ns	16 ab	1 ns	19 a	1 ns
T2	11,5 a	1,2 ns	14 ab	2*	17 ab	1 ns	19 a	1 ns
T3	11,8 a	1,5*	14 b	2**	17 ab	2*	19 a	4**
T4	11,8 a	1,5*	15 b	2**	18 b	3**	22 b	2 ns
T5	11,3 a	1,0 ns	13 ab	1 ns	17 b	2**	20 ab	
Moyenne	11,4		14		17		19	
CV (%)	10,8		9,0		7,9		9,3	

*Significatif à 5 % ; **Significatif à 1 % ; ns : non significatif.

De ce tableau 7, il y a lieu de constater que seul T4 s'est révélé significativement différent de la deuxième à la 8^{ème} semaine.

Dans ce tableau, nous remarquons que seule à la deuxième semaine, tous les traitements se sont révélés significatifs avec l'ordre des moyennes ci-après.

$$T3 = T4 > T2 > T5 > T1 > T0.$$

Comme au tableau 7, T4 se révèle significatif dans toutes les semaines sauf à la 6^{ème} semaine où il apparaît non significatif mais avec une moyenne égale à T3 et supérieure aux autres traitements.

La dispersion des résultats autour des moyennes causées par erreur expérimentale est de l'ordre de 10,5 ; 17,3 ; 14,1 et 20,8 % respectivement de la 2^{ème} à la 8^{ème} semaine.

Les valeurs moyennes des traitements à la 8^{ème} semaine sont égales entre elles avec la différence significative pour le T3 et T4.

De la 4^{ème} à la 8^{ème} semaine, T4 reste supérieure avec des moyennes élevées par rapport aux autres traitements. La dispersion des résultats autour de la moyenne causée par l'erreur expérimentale est de l'ordre de 10,8 % ; 9 % ; 7,9 % et 9,3 % ; respectivement de la 2^{ème} à la 8^{ème} semaine.

Tableau 8. Évolution du diamètre au collet (cm) des plants de la 2^{ème} à la 8^{ème} semaine

Traitement	Temps en semaines							
	2 ^{ème}		4 ^{ème}		6 ^{ème}		8 ^{ème}	
	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence
T0	0,31 a	-	0,54 a	-	0,65 a	-	0,74 a	-
T1	0,39 b	0,08**	0,56 ab	0,03 ns	0,67 a	0,02 ns	0,81 ab	0,06 ns
T2	0,44 cd	0,13**	0,63 ab	0,09 ns	0,82 b	0,17**	0,98 bc	0,24*
T3	0,45 d	0,14**	0,65 ab	0,12 ns	0,73 ab	0,09 ns	1,05 c	0,31**
T4	0,46 d	0,15**	0,70 b	0,16*	0,76 ab	0,12 ns	0,96 abc	0,22*
T5	0,39 bc	0,09**	0,57 ab	0,03 ns	0,65 a	0,01 ns	0,77 ab	0,02 ns
Moyenne	0,41		0,61		0,71		0,89	
CV (%)	10,5		17,3		14,1		20,8	

*Significatif à 5 % ; **Significatif à 1 % ; ns : non significatif.

Dans ce tableau, nous remarquons que seule à la deuxième semaine, tous les traitements se sont révélés significatifs avec l'ordre des moyennes ci-après : T3 = T4 > T2 > T5 > T1 > T0.

Comme au tableau 7, T4 se révèle significatif dans toutes les semaines sauf à la 6^{ème} semaine où il apparaît non significatif mais avec une moyenne égale à T3 et supérieure aux autres traitements.

La dispersion des résultats autour des moyennes causées par erreur expérimentale est de l'ordre de 10,5 % ; 17,3 % ; 14,1 % et 20,8 % respectivement de la 2^{ème} à la 8^{ème} semaine.

Tableau 9. Poids sec de la biomasse aérienne, souterraine et totale

Traitement	Poids de biomasse sèche (g/plant)					
	Aérienne		Souterraine		Totale	
	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence
T0	38,04 a	-	5,48 a	-	43,52 a	-
T1	47,31 ab	9,27 ns	5,81 a	0,33 ns	53,12 ab	9,60 ns
T2	48,60 ab	10,56 ns	6,17 a	0,69 ns	54,77 ab	11,25 ns
T3	59,59 ab	21,55 ns	8,13 ab	2,65 ns	67,72 ab	24,20 ns
T4	83,36 b	45,32	11,06 b	2,58**	94,42 b	50,90*
T5	76,46 ab	38,42*	10,19 b	4,71**	84,98 ab	41,46*
Moyenne	58,89		7,81		66,42	
CV (%)	52,7		33,5		49,7	

*Significatif à 5 % ; **Significatif à 1 % ; ns : non significatif.

Eu égard aux résultats présentés au tableau 9, il y a lieu de noter que de la deuxième à la huitième semaine, seuls T4 et T5 se sont révélés significatifs avec des valeurs moyennes élevées pour le T4 suivi de T5, les autres traitements étant non significatifs et leurs valeurs moyennes sont inférieurs.

La dispersion des résultats autour des moyennes due aux erreurs non contrôlées est de 52,7 % ; 33,5 % ; 49,7 % respectivement pour le poids sec de la biomasse aérienne, souterraine et totale.

ÉVALUATION DE LA NODULATION

Tableau 10. Caractéristiques nodulaires du niébé sous différents traitements appliqués

Traitement	Poids de biomasse sèche (g/plant)					
	Nombre de nodules		Poids sec des nodules		Indice de nodulation	
	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence
T0	94,8 a	-	436,2 a	-	0,0144 a	-
T1	83,3 a	-12 ns	476,0 ab	39,8 ns	0,0098 a	-0,0045 ns
T2	79,7 a	-15 ns	519,1 ab	82,9 ns	0,0109 a	-0,0035 ns
T3	83,7 a	-11 ns	499,1 ab	62,8 ns	0,0088 a	-0,0055 ns
T4	121,7 a	27 ns	439,4 a	3,1 ns	0,0063 a	-0,0081 ns
T5	125,8 a	31 ns	736,9 b	300,7*	0,0147 a	-0,0003 ns
Moyenne	98,2		517,8		0,0108	
CV (%)	40,9		41,4		70,1	

*Significatif à 5 % ; **Significatif à 1 % ; ns : non significatif.

En ce qui concerne la nodulation, il ressort du tableau 10 que tous les traitements se sont révélés non significatifs pour les paramètres pris en compte dans l'étude, sauf le T5 qui a montré une différence significative pour le poids sec des nodules.

La dispersion des résultats autour des moyennes causée par l'erreur expérimentale est de 40,9 % ; 41,4 % ; 70,1 % respectivement pour le nombre de nodules, le poids sec des nodules et l'indice de nodulation.

ÉVALUATION DU RENDEMENT

Tableau 11. Nombre de gousses et poids des graines à la récolte

Traitement	Nombre de gousses		Poids des graines	
	Moyenne	Différence	Moyenne	Différence
T0	4 a	-	11,7 a	-
T1	4 a	0 ns	12,5 ab	0,8 ns
T2	6 a	2 ns	20,3 b	8,7*
T3	5 a	1 ns	13,0 ab	1,3 ns
T4	5 a	1 ns	17,0 ab	5,3 ns
T5	5 a	1 ns	14,2 ab	2,5 ns
Moyenne	5		14,8	
CV (%)	50,7		41,9	

*Significatif à 5 % ; **Significatif à 1 % ; ns : non significatif.

En observant les résultats présentés dans le tableau 11, il y a lieu de relever qu'à l'exception de T2 qui s'est révélé significatif pour le poids de graine, tous les autres traitements se sont manifestés non significatifs au niveau 5 % du D.M.R.T. pour les paramètres d'études pris en compte.

4 DISCUSSION

Considérant les paramètres d'observation pris en compte pour la présente étude, il ressort que l'inoculation avec la souche USDA 3272, avec la combinaison variée de *Leucaena leucocephala*, NPK, *Tithonia diversifolia* et *Panicum maximum*, ont diversement agir sur la croissance de niébé (*Vigna unguiculata*).

D'une manière générale, eu égard à la hauteur des plants, diamètre au collet et la biomasse sèche du niébé de la 2^{ème} semaine à la 8^{ème} semaine, le traitement au *Tithonia diversifolia* + USDA 3272 (T4) et le traitement au *Panicum maximum* + USDA 32722 (T5) ont donné des résultats plus prometteurs.

Les résultats des traitements T4 et T5 seraient donc dus à leur vitesse de décomposition aboutissant à la libération rapide des éléments ayant contribué à la nutrition minérale des plants.

En effet, selon [7] et [8], la matière organique du sol subit des transformations plus ou moins complexes liées à la nature du sol et au climat. Ces transformations dépendent de la vitesse de la minéralisation liée aussi à la nature de la matière organique et aboutissent à la libération des nutriments.

L'utilisation des engrais verts comme matière organique retourne au sol les minéraux utiles pour la culture des plantes légumineuses, ces minéraux entrent dans le cycle biogéochimique. L'agriculture biologique suppose la connaissance des espèces capables de fournir au sol l'azote minéral en un temps relativement court, c'est le cas de *Tithonia diversifolia* utilisée [9].

Le T1, n'ayant bénéficié que du rhizobium de la souche USDA 3272, ses résultats seraient dus au manque d'un équilibre minéral dont l'élément se trouvant en plus faible quantité conditionne le rendement [10] ; [11]. Les résultats du traitement témoin T0 seraient liés au potentiel de fertilité bas du sol expérimental. Ceci est confirmé par les travaux antérieurs dont ce sol a fait l'objet.

Par ailleurs, la présence des nodules sur les traitements témoins prouve l'existence dans ce sol expérimental des souches spécifiques au niébé qui ont nodulé sur la plante. Cependant, l'observation des autres traitements montre que les traitements appliqués avec la souche USDA 3272 n'ont pas influencé significativement la nodulation en nombre et en poids sec par rapport au témoin. Ce qui laisse penser que la souche autochtone ayant nodulé le témoin a des potentiels équivalents à ceux de la souche USDA 3272 inoculée.

En effet, il est établi que les gènes qui contrôlent la fixation de l'azote sont localisés chez la Rhizobium. Ces gènes déterminent des propriétés principales de celui-ci : spécificité (aptitude à réaliser la symbiose avec telle ou telle espèce de légumineuse), compétitivité (aptitude à noduler une plante hôte en présence des souches indigènes) ; infectivité (capacité de pénétrer et de coloniser les cellules d'une plante dans les racines ou dans les parties aériennes) ; et efficacité (faculté d'induire la fixation de l'azote atmosphérique [12]).

Selon [2], la comparaison faite entre les plants de tous les traitements (simple et double inoculation) montre que l'amélioration de la croissance des plants due à l'inoculation dépend des inoculum utilisés.

Du point de vue de la fertilité du sol, les microorganismes fixateurs d'azote assurent l'enrichissement continu et progressif du sol par dégradation et décomposition des tissus végétaux.

L'utilisation des engrais verts comme matière organique retourne au sol les minéraux utiles pour la culture des plantes légumineuses, ces minéraux entrent dans le cycle biogéochimique. L'agriculture biologique suppose la connaissance des espèces capables de fournir au sol l'azote minéral en un temps relativement court, c'est le cas de *Tithonia diversifolia* utilisée dans cette expérimentation et bien d'autres non reprises dans cette expérience [13].

5 CONCLUSION

L'ensemble de la vie sur la terre dépend de la fixation de l'azote, une fonction assumée exclusivement par certains procaryotes. Le sol abrite plusieurs espèces des bactéries libres qui font partie des procaryotes fixateurs d'azote. La capacité qu'ont les individus d'incorporer l'azote de l'air au sol, joue un rôle majeur dans la productivité des sols et la nutrition minérale des plantes. D'autres facteurs tendent à élever cette capacité.

La présente étude a consisté à évaluer l'influence de la souche USDA 3272 avec la combinaison variée de la matière organique et de l'engrais minéral (NPK) sur la nodulation et la croissance de niébé.

L'expérience s'est déroulée in situ en pots de végétation suivant un dispositif entièrement aléatoire contenant 6 traitements et 6 répétitions.

Après toutes les observations, il ressort que les traitements T4 et T5 ont assuré un bon comportement des plantules de niébé en termes de hauteur des plants, diamètre au collet et poids sec de la biomasse.

L'inoculation avec la souche USDA 3272 fournie par le Service National des Fertilisants et Intrants Connexes (SENAFIC) n'a pas influencé significativement les caractéristiques nodulaires.

De ce qui précède, il y a lieu d'accroître la recherche sur la sélection des souches autochtones se trouvant dans le milieu du site expérimental.

REFERENCES

- [1] Joly, 1992. La fixation biologique de l'azote au sein de progrès de production agricole de FAO dans un contexte d'un développement durable, pp. 56-85.
- [2] Hadou HARO, Kadidia B. SANON, Tatiana KRASOVA-WADE, Aboubacry KANE, Ibrahima N'Doye et Alfred S. TRAORE. Réponse à la double inoculation mycorhizienne et rhizobienne du niébé (variété, KVX396-4-5-2D) cultivé au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(3): 1485-1493, June 2015. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.31>
- [3] Makoko, M., Ndembo, L. et Nsimba M., 1991 : Hydrodynamique des sols de Kinshasa, les sols du Mont Amba : caractérisations pédologiques, mécaniques et stock d'eau. *Revue Congolaise des Sciences Nucléaires* 12 (1 et 2) : 72-79.
- [4] FAO, 1983 : Fichier technique de la fixation symbiotique de l'azote. FAO/GRET, Rome.
- [5] Tshimanga. M., 1999 : Minéralisation du carbone et d'azote dans le sol amendé avec les résidus de *Tithonia diversifolia* en présence des vers de terre, TFC, Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN, inédit.
- [6] Kadiata, B.D., MULONGOY, K., Isirimah, N.O. and Amakiri, M.A., 1996. Screening woody and shrub legumes for growth, nodulation and nitrogen-fixation potential in two contrasting soils. *Agrof. Systems* 33: 137-152.
- [7] Mafuka, 2000 : Pédologie générale. Notes de cours. Faculté de Sciences Agronomiques, UNIKIN, inédit.
- [8] Kachaka, S.K, 2000. Biologie des sols: Notes de cours. Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN, inédit.
- [9] Kachaka, S.K, 2002. Chimie du sol et de l'eau : Notes de cours. Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN, inédit.
- [10] Nicolas KIYE NKOY-MOKE, Constantin LUBINI AYINGWE, Sébastien LUYINDULA NDIKU et Adrien LIKENGELO BABELANGI. Amendement des sols, influence des fertilisants pour l'amélioration de la culture de *Glycine max* (L) Merrill (soja). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(5): 2030-2041, October 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.9>
- [11] Gros, A., 1979: Guide pratique de fertilization. 7è Ed. , Paris. P. 382
- [12] Dominiques, 1985: Bases de la production végétale: Tome I: Le sol. 13^e Ed. Sciences et Techniques agricoles, p.456.
- [13] Bonnier C., 1957: Symbiose Rhizobium-légumineuse en region équatoriale, INEAC, Bruxelles, 456 p.