



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Amendement des sols, influence des fertilisants pour l'amélioration de la culture de *Glycine max* (L) Merrill (soja)

Nicolas KIYE NKOY-MOKE^{1*}, Constantin LUBINI AYINGWE²,
Sébastien LUYINDULA NDIKU³ et Adrien LIKENGÉLO BABELANGI¹

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo.

²Département de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo.

³ Commissariat Général de l'Energie Atomique (C.G.E.A.- CREN-K), Université de Kinshasa, B.P. 868 Kinshasa XI, RD Congo.

*Auteur correspondant ; E-mail: nicolaskiye@hotmail.com; Tél. : +243 998186155.

RESUME

Le *Glycine max* (L) Merrill (soja) est une légumineuse cultivée pour ses graines riches en protéines, en matières grasses et minérales. Le soja comprend un grand nombre de variétés caractérisées par le poids et la hauteur des plantes, la forme et la largeur des feuilles, la couleur des fleurs, la forme et la couleur des graines. Les variétés à graines jaunes ou vertes sont en général plus riches en huile que celles à graines foncées. Nous avons utilisé dans cette expérimentation la variété *Palmento* provenant de Mvuanzi dans la province du Bas-Congo. Les traitements T_D (sols + *Tithonia diversifolia*) ont donné les meilleurs résultats notamment sur la taille (en cm) au 56^e jour de semis, avec une moyenne de : 41,0 ; le diamètre au collet (en mm) : 5,0 ; le nombre des gousses récoltées : 37,0 ; le nombre des graines récoltées : 90,0 ; le diamètre des graines récoltées (en mm) : 5,0 ; la circonférence des graines récoltées (en mm) : 14,0 ; le rendement phytomasse : 19,0 ; le nombre des nodules récoltés : 17,0 l'utilisation des engrais verts comme matière organique retourne au sol les minéraux utiles pour la culture des plantes légumineuses, ces minerais 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* utilisé dans cette expérimentation.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Amendement, *Glycine max* (L) Merrill, Variétés, Mvuanzi, Traitements.

INTRODUCTION

L'agriculture congolaise recourt aux engrais chimiques importés qui coûtent très cher pour accroître le rendement. Naturellement les faibles ressources et la fragilité des sols constatées dans les pays en voie de développement sont les principaux facteurs limitant dans la productivité agricole. Parmi ces derniers, l'humidité permanente des

sols tropicaux, les sols tropicaux acides et pauvres en éléments nutritifs, en phosphore et particulièrement en azote, constituent les facteurs les plus communs. Ces sols pauvres deviennent incapables après une, deux ou trois cultures de donner un bon rendement.

Par ailleurs, l'explosion démographique exerce une forte pression sur l'environnement, entraînant par conséquent diverses

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.9>

dégradations dont celles relatives à la perte de fertilité des sols. D'où la nécessité de lui restituer les éléments perdus par des apports extérieurs en engrais. Diverses solutions ont été proposées pour résoudre ce problème ; les engrais chimiques sont utilisés pour fournir aux plantes un ou plusieurs éléments minéraux qui manquent au sol ou bien y sont présents en quantités insuffisantes, ou sous forme non assimilable (Lumpungu, 1983 Soltner, 1986 ; Baumer, 1987 FAO, 1996 ; Dium, 1997 ;).

D'autre part, l'utilisation des engrais chimiques qui paraissent être le meilleur et principal facteur de la productivité agricole, n'a pas donné les résultats attendus. Car, les techniques employées exigent non seulement une meilleure définition des doses, mais aussi un choix de période et des fréquences d'application. Le coût élevé de ces engrais pose d'énormes problèmes financiers pouvant déstabiliser complètement les pays en développement en général et ceux de l'Afrique en particulier (Garnier et al., 1987, Anonyme, 1994 : Guido, 1997). Non seulement ces procédés mobilisent d'importantes ressources financières, les engrais chimiques empoisonnent les sols, les eaux, sans oublier qu'ils perturbent l'environnement et détruisent la végétation naturelle.

Pour des raisons économiques, ces problèmes ne peuvent être résolus dans les pays en voie de développement, par la seule utilisation d'engrais d'origine chimiques (IAEA, 1996 ; Baumer, 1987 ; Sens, 2004).

Pour de nombreux agriculteurs pauvres, la fixation biologique de l'azote (FBA) est une solution durable, rentable ou complémentaire aux engrais azotés d'origine industrielle (Kiye, 2012).

C'est dans ce cadre que s'inscrivent nos recherches sur la fixation d'azote dans le sol acide et sablonneux de Kinshasa en vue d'accroître les rendements de la culture de *Glycine max* (L) Merrill (soja).

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Le matériel était constitué : des graines de *Glycine max* (L) Merrill, variété *Palmento* ; des feuilles fraîches de *Tithonia diversifolia* ; la parche de café robusta ; les engrais chimiques (l'urée, le phosphate super tricalcique, le sulfate d'ammonium) ; des sachets polyéthylène de 3kg de capacité ; du tamis de 0,5mm de maille ; d'un spectrophotomètre DR/ 2000 ; d'une balance du type INCA de Lux de 5kg de capacité ; d'une balance de précision de type Mettler 1509001.

Les traitements suivants ont été considérés

T_A: témoin = sol sans amendement (3000g) ;

T_B: sol amendé avec la parche de café dans une proportion de 2920g + 80g ;

T_C: sol amendé avec les feuilles fraîches de *Tithonia diversifolia* + parche de café dans les proportions de 2920g + 40g + 40g ;

T_D: sol amendé avec les feuilles fraîches de *Tithonia diversifolia* dans les proportions de 2920g + 80g ;

T_E: sol amendé avec l'urée dans les proportions de 3000g + 20ml ;

T_F: sol amendé avec le sulfate d'ammonium dans les proportions de 3000g + 20ml ;

T_G: sol amendé avec le phosphate super tricalcique dans les proportions de 3000g + 20ml.

Préparation du champ expérimental

Le champ expérimental était sous forme d'une pépinière comportant neuf blocs complètement randomisés contenant chacun sept séries (1 à 7) des sachets en polyéthylène ayant des traitements : T_A ; T_B ; T_C ; T_D ; T_E ; T_F et T_G.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a consisté en neuf blocs complètement randomisés avec trois répétitions et sept traitements : T_A ; T_B ; T_C ; T_D ; T_E ; T_F et T_G.

Les sachets expérimentaux étaient distants l'un de l'autre de 30 cm de côté. Nous avons énuméré $7 \times 9 = 63$ sachets par champ. La surface totale du champ a été calculée en appliquant la formule : $S = L \times l$;

avec $L = 590\text{cm}$, $l = 350\text{cm}$.

$S = 590\text{cm} \times 350\text{cm} = 206.500 \text{ cm}^2$

$S = 20,65\text{m}^2$

Suivi phénologique

Croissance

La taille de la plante a été mesurée à l'aide d'une latte graduée de 50 cm, du collet jusqu'à l'extrémité apicale de la tige principale, toutes les deux semaines. Les mensurations de diamètre au collet ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse toutes les deux semaines.

Floraison

La floraison est intervenue 56 jours après le semis et déterminée par le déroulement de boutons floraux bi-hebdomadairement.

Fructification

La récolte des fruits s'est déroulée du 92^{ème} au 123^{ème} jour après le semis. Les fruits récoltés étaient dénombrés, mesurés et pesés à l'aide d'une balance de précision de marque Mettler 150.9001.

La circonférence des graines a été calculée en utilisant la formule Circonférence = $\pi \cdot D$

Avec $\pi = 3,1416$ $D =$ diamètre (en mm).

Détermination de la teneur en azote, phosphore, calcium et fer

La détermination de la teneur en azote de nos échantillons a été faite par la méthode Kjeldhal ; la teneur en phosphore, calcium et fer a été faite par spectrophotométrie visible.

Analyses statistiques

Les données obtenues ont été traitées par l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de 5%.

RESULTATS

Nous avons présenté nos résultats dans les différents tableaux qui suivent :

- Dans le Tableau 1 sont résumés les caractéristiques physico-chimiques du sol du site expérimental, des feuilles de *Tithonia diversifolia* et de la parche de café. Du point de vue PH : la parche de café 6,61 > Sol 4,64 > feuilles de *Tithonia diversifolia* 4,00. Du point de vue teneur en Ca^{+2} : la parche de café 808,253mg/kg > Sol 2,54 mg/kg > feuilles de *Tithonia diversifolia* 2,40 mg/kg. Du point de vue teneur en Fe : la parche de café 164,75ppm > Sol 26,633ppm > feuilles de *Tithonia diversifolia* 0,36ppm. Le rapport C/N la parche de café 0,81 > Sol 0,73 > feuilles de *Tithonia diversifolia* 0,22.

- Le taux de germination des graines de *Glycine Max* (L) Merrill est résumé dans le Tableau 2 ; les résultats des traitements T_C (80%) paraissent meilleurs au 7^e jour de semis suivis de ceux des traitements $T_A = T_E = T_F = T_G = 60\%$. Ce taux a varié à 100% au 18^e jour de semis.

- Le taux des boutons floraux est résumé dans le Tableau 3. Au 53^e jour de semis, la floraison paraît meilleure aux traitements $T_C = T_D = 100\%$, suivis de celui du traitement $T_F = 88\%$; puis de ceux des traitements $T_A = T_B = T_G = T_E = 66\%$. Au 56^e jour de semis, tous les traitements ont atteint les 100% exceptés ceux des traitements T_F et T_G qui est de 88%.

- La taille des plantes au 56^e jour de semis est résumé dans le Tableau 4 : ces résultats montrent une différence significative entre les moyennes des traitements $T_D - T_C$; $T_D - T_E$; $T_E - T_F$ et $T_G - T_A$.

- Le diamètre au collet des plantes au 56^e jour de semis est résumé dans le Tableau 5. Les résultats montrent une différence significative entre les moyennes des traitements :

$T_C - T_A$; $T_C - T_B$; $T_C - T_E$; $T_D - T_G$ et $T_D - T_C$.

- Le nombre de gousses récoltées des plantes au 65^e jour de semis est résumé dans

le Tableau 6. Il s'agit de ces résultats une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_A - T_B$; $T_D - T_B$; $T_D - T_F$ et $T_D - T_G$.

- Le nombre de graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis est repris dans Tableau 7. Ces résultats prouvent une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_C - T_B$; $T_D - T_E$; $T_D - T_G$ et $T_D - T_F$.

- Le diamètre des graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis est résumé dans le Tableau 8. Ces résultats admettent une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_D - T_A$; $T_D - T_C$; $T_D - T_E$; $T_D - T_F$ et $T_D - T_G$.

- La circonférence des graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine*

max (L) Merrill est reprise dans le Tableau 9. Il ressort de ces résultats une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_D - T_A$; $T_D - T_B$; $T_D - T_E$ et $T_D - T_F$.

- Le rendement phytomasse des plantes est consigné dans le Tableau 10.

Ces résultats font ressortir une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_C - T_B$; $T_D - T_A$; $T_D - T_B$; $T_D - T_C$; $T_D - T_E$; $T_D - T_F$ et $T_D - T_G$.

- Le nombre de nodules récoltés des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis est résumé dans le Tableau 11. Ces résultats admettent une différence significative entre les moyennes des traitements : $T_C - T_B$; $T_C - T_E$; $T_C - T_F$ et $T_D - T_G$.

Tableau 1 : Composition du sol du site expérimental, des feuilles de *Tithonia diversifolia* et la parche du café Robusta.

| Substrats | pH | C (%) | N (%) | C/N | P (ppm) | Ca ⁺² mg/kg | Mg ⁺² mg/kg | K ⁺ (ppm) | Fe (ppm) |
|-----------------------------|------|-------|-------|------|---------|------------------------|------------------------|----------------------|----------|
| Le sol (0–30cm) | 4,64 | 0,86 | 1,18 | 0,73 | 7,66 | 2,54 | 0,84 | 38,666 | 26,633 |
| Parche de café | 6,61 | 7,95 | 9,05 | 0,81 | 255 | 808,253 | 0,416 | 255 | 164,75 |
| Feuilles de <i>Tithonia</i> | 4,00 | 0,94 | 4,10 | 0,22 | 0,83 | 2,40 | 0,39 | 310 | 0,36 |

Tableau 2 : Taux de germination (en %) du 7^e au 18^e jour de semis des graines de soja.

| Traitements | 7 ^e jour | 9 ^e jour | 15 ^e jour | 18 ^e jour |
|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| T _A | 60 | 80 | 100 | 100 |
| T _B | 46 | 60 | 73 | 100 |
| T _C | 80 | 93 | 100 | 100 |
| T _D | 33 | 53 | 80 | 100 |
| T _E | 60 | 80 | 80 | 100 |
| T _F | 60 | 80 | 80 | 100 |
| T _G | 60 | 80 | 80 | 100 |

Tableau 3 : Taux des boutons floraux des plantes de *Glycine max* (L) Merrill (soja) du 52^e au 56^e jour de semis.

| Traitements | 52 ^e jour | 53 ^e jour | 56 ^e jour |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| T _A | 26 | 66 | 100 |
| T _B | 0 | 66 | 100 |
| T _C | 39 | 100 | 100 |
| T _D | 65 | 100 | 100 |
| T _E | 39 | 66 | 100 |
| T _F | 52 | 88 | 88 |
| T _G | 0 | 66 | 88 |

Tableau 4 : Effets de fertilisants sur la taille (en cm) des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 56^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|-------|-------|--------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 25,00 | 20,75 | 22,50 | 68,50 | 22,83 |
| T _B | 28,25 | 24,00 | 23,25 | 75,50 | 25,18 |
| T _C | 27,50 | 33,50 | 25,00 | 86,00 | 28,66 |
| T _D | 37,25 | 46,25 | 40,50 | 124,00 | 41,33 |
| T _E | 31,75 | 34,25 | 28,25 | 94,25 | 31,41 |
| T _F | 30,50 | 26,25 | 18,50 | 75,25 | 25,08 |
| T _G | 28,20 | 31,00 | 28,75 | 88,25 | 29,41 |
| CV (%) | | | | 22,22 | |
| PPDS (5%) | | | | 6,69 | |

Tableau 5 : Effets de fertilisants sur le diamètre au collet (en mm) des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 56^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|------|------|-------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 3,00 | 2,50 | 3,00 | 8,50 | 2,86 |
| T _B | 2,75 | 2,75 | 2,25 | 7,75 | 2,58 |
| T _C | 3,25 | 4,00 | 3,00 | 10,25 | 3,42 |
| T _D | 4,00 | 4,75 | 6,00 | 14,75 | 4,92 |
| T _E | 3,75 | 4,00 | 3,75 | 11,50 | 3,83 |
| T _F | 3,50 | 4,00 | 2,00 | 9,50 | 3,17 |
| T _G | 2,50 | 2,25 | 2,75 | 8,50 | 2,83 |
| CV (%) | | | | 26,34 | |
| PPDS (5%) | | | | 1,09 | |

Tableau 6 : Effets de fertilisants sur le nombre des gousses récoltées des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|----|----|-------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 20 | 30 | 12 | 52 | 20,67 |
| T _B | 25 | 17 | 25 | 67 | 22,33 |
| T _C | 13 | 34 | 47 | 94 | 31,33 |
| T _D | 39 | 21 | 50 | 110 | 36,67 |
| T _E | 26 | 21 | 18 | 65 | 21,67 |
| T _F | 1 | 26 | 3 | 30 | 10,00 |
| T _G | 21 | 24 | 20 | 65 | 21,67 |
| CV (%) | | | | 50,09 | |
| PPDS (5%) | | | | 18,97 | |

Tableau 7 : Effets de fertilisants sur le nombre des graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|----|-----|-------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 23 | 44 | 17 | 84 | 28,00 |
| T _B | 25 | 13 | 27 | 65 | 21,67 |
| T _C | 30 | 65 | 103 | 198 | 66,00 |
| T _D | 83 | 67 | 119 | 269 | 89,67 |
| T _E | 44 | 31 | 31 | 106 | 35,33 |
| T _F | 1 | 31 | 12 | 44 | 14,67 |
| T _G | 24 | 32 | 20 | 76 | 25,33 |
| CV (%) | | | | 73,58 | |
| PPDS (5%) | | | | 33,83 | |

Tableau 8 : Effets de fertilisants sur le diamètre(en mm) des graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|-----|-----|-------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 11,0 | 3,67 |
| T _B | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 10,0 | 3,33 |
| T _C | 4,0 | 3,5 | 4,0 | 11,5 | 3,83 |
| T _D | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 13,5 | 4,50 |
| T _E | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 11,0 | 3,67 |
| T _F | 3,5 | 4,0 | 3,5 | 11,0 | 3,67 |
| T _G | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 11,0 | 3,67 |
| CV (%) | | | | 12,96 | |
| PPDS (5%) | | | | 0,74 | |

Tableau 9 : Effets de fertilisants sur la circonférence des graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|---------|---------|---------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 12,5664 | 12,5664 | 9,5576 | 34,5576 | 11,52 |
| T _B | 10,9956 | 10,9956 | 9,4248 | 31,4160 | 10,47 |
| T _C | 12,5664 | 10,9956 | 12,5664 | 36,1284 | 12,04 |
| T _D | 15,7080 | 14,1372 | 12,5664 | 42,4116 | 14,14 |
| T _E | 9,4248 | 12,5664 | 12,5664 | 34,5576 | 11,52 |
| T _F | 10,9956 | 12,5664 | 10,9956 | 34,5576 | 11,52 |
| T _G | 12,5664 | 10,9956 | 10,9956 | 34,5576 | 11,52 |
| CV (%) | | | | 12,85 | |
| PPDS (5%) | | | | 2,32 | |

Tableau 10 : Effets de fertilisants sur le rendement phytomasse des plantes de *Glycine max* (L) Merrill (soja).

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|----|----|----------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 13 | 8 | 11 | 32 | 10,66667 |
| T _B | 7 | 8 | 7 | 22 | 7,33333 |
| T _C | 10 | 14 | 14 | 38 | 12,66667 |
| T _D | 20 | 20 | 16 | 56 | 18,66667 |
| T _E | 10 | 13 | 10 | 33 | 10,00000 |
| T _F | 12 | 8 | 10 | 30 | 10,33333 |
| T _G | 10 | 11 | 10 | 31 | 10,33333 |
| CV (%) | | | | 45,88881 | |
| PPDS (5%) | | | | 3,28000 | |

Tableau 11 : Effets de fertilisants sur le nombre des nodules récoltés des plantes de *Glycine max* (L) Merrill (soja) au 65^e jour de semis.

| Traitements | Répétitions | | | Total | $\bar{X} =$ moyenne |
|----------------|-------------|----|----|------------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| T _A | 14 | 2 | 9 | 25 | 8,33333 |
| T _B | 2 | 3 | 4 | 9 | 3,00000 |
| T _C | 8 | 27 | 26 | 61 | 20,33333 |
| T _D | 17 | 22 | 11 | 50 | 16,66667 |
| T _E | 7 | 13 | 7 | 27 | 9,00000 |
| T _F | 10 | 13 | 7 | 30 | 10,00000 |
| T _G | 3 | 5 | 4 | 12 | 4,00000 |
| CV (%) | | | | 121,199971 | |
| PPDS (5%) | | | | 9,99394 | |

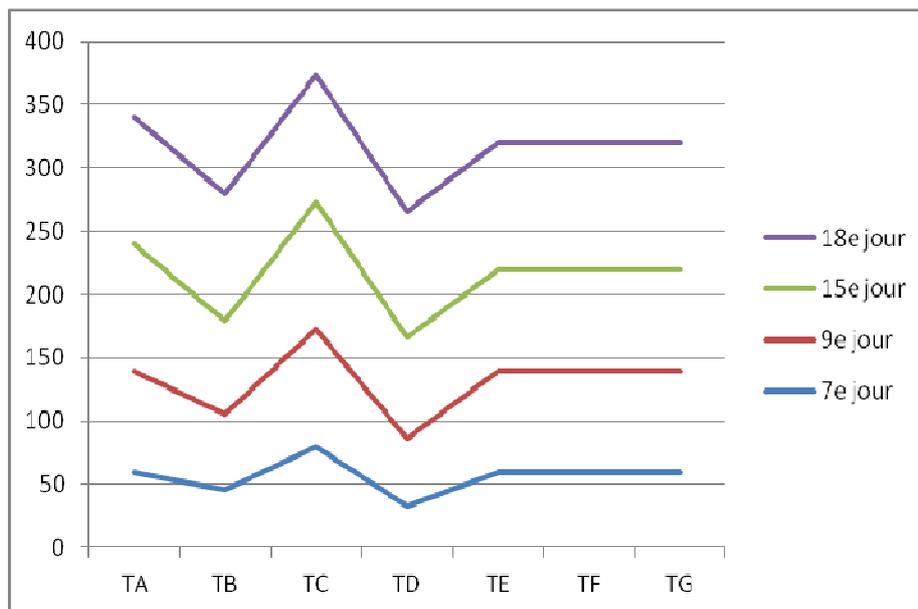


Figure 1 : Taux de germination des graines de *Glycine max* du 7^e au 18^e jour de semis.

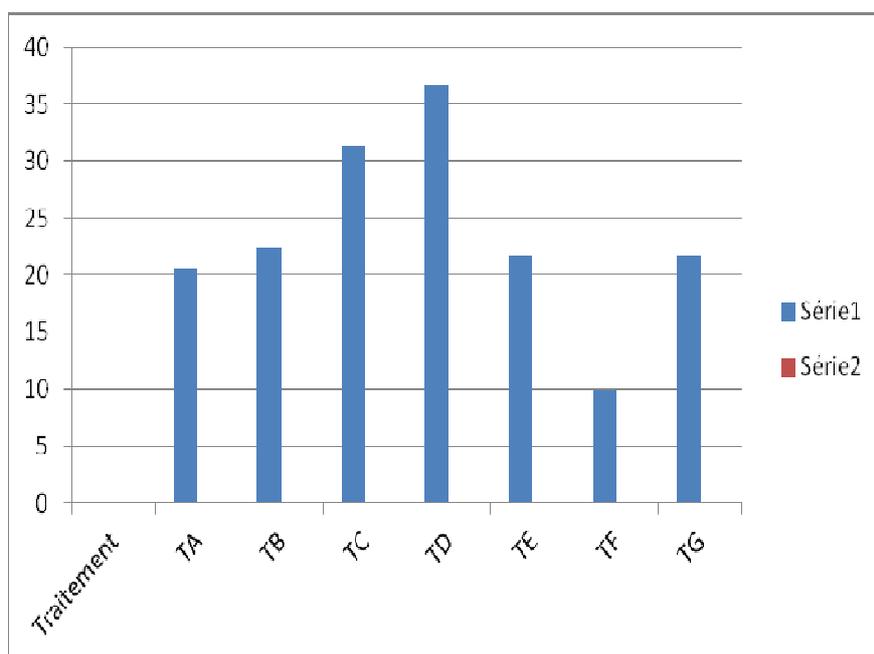


Figure 2 : Nombre de gousses récoltées des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

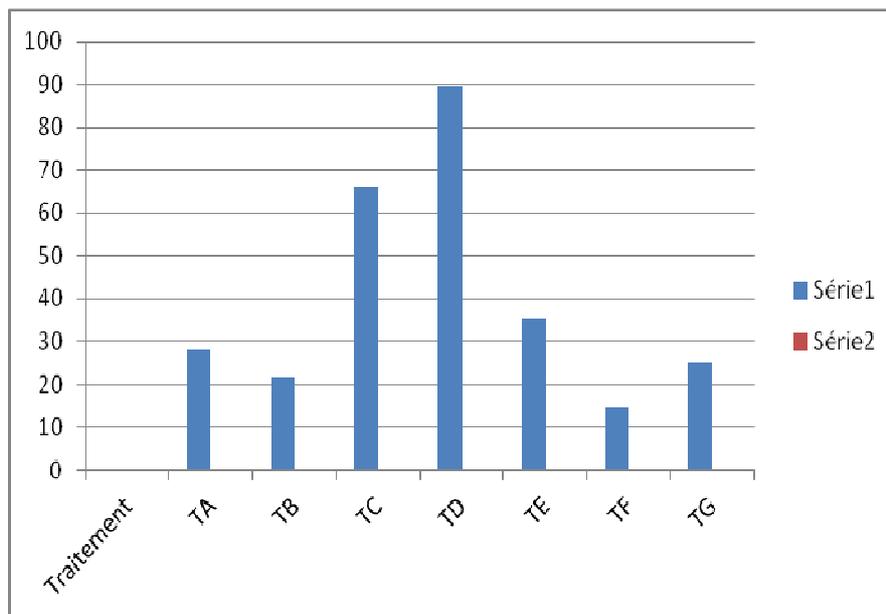


Figure 3 : Nombre de graines récoltées des gousses des plantes de *Glycine max(L)Merril* au 65^e jour de semis.

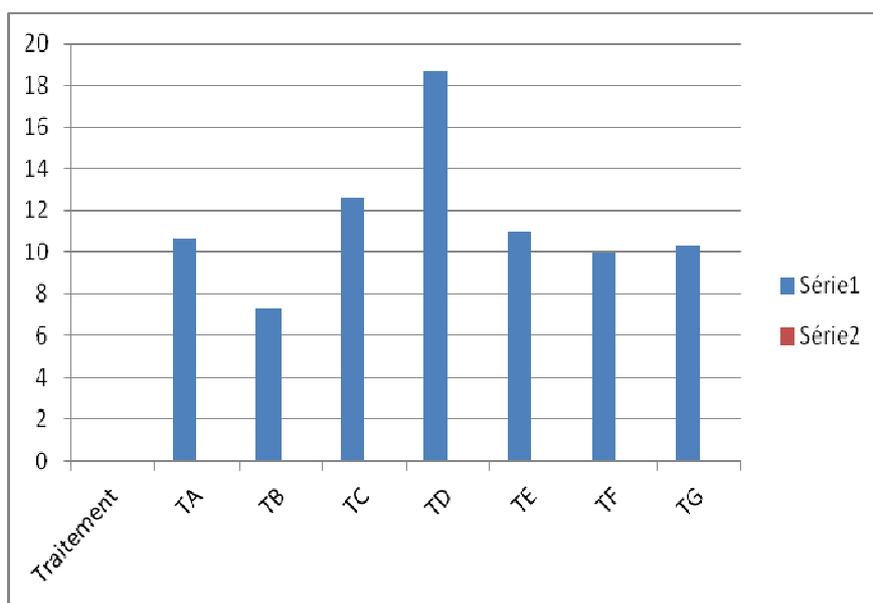


Figure 4 : Rendement phytomasse des plantes de *Glycine max(L)Merril* au 65^e jour de semis.

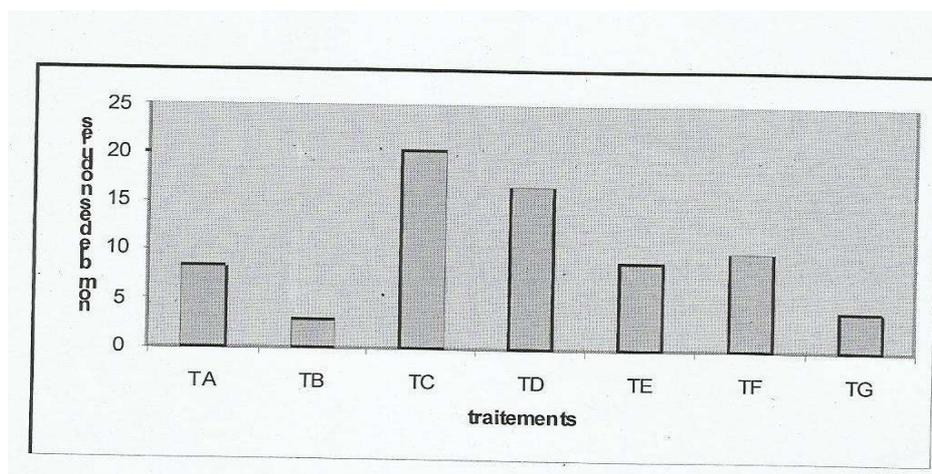


Figure 5: effets de la litière sur le nombre de nodules récoltés des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis.

DISCUSSION

Cette étude a démontré la capacité des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* à améliorer la fructification et le rendement de *Glycine max* (L) Merrill sur le sol sablonneux de Kinshasa.

Ces résultats s'apparentent à ceux obtenus dans d'autres régions d'Afrique subsaharienne, notamment par Ademiluyi et Omosoto (2007) sur le maïs au Nigéria ; Ceux de Kaho et al. (2011) sur la même culture au Cameroun montrent 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. Les travaux de Rutungu et al. (1998) ont montré que les feuilles de *Tithonia diversifolia* étaient très riches en N, K, Cu, et Mg : Nziguheba et al. (2002) ont trouvé que la combinaison de *Tithonia diversifolia* aux engrais inorganiques améliorait la production du maïs dans les sols pauvres en phosphore de l'Ouest du Kenya. Dans le cas de cette étude, les résultats obtenus dans cette expérimentation révèlent que l'application en champ des feuilles de *Tithonia diversifolia* seules ou en mélange avec la parche de café a sensiblement influencé la croissance et la

production du Soja *Glycine max* (L) Merrill. En effet, sur tous les paramètres observés relatifs à la croissance, la floraison, la fructification, la phytomasse et en rendement en fruits : *Tithonia diversifolia* a donné des résultats les plus performants, notamment sur la taille (en cm) des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 56^e jour de semis 41,0. Pour le diamètre au collet au 56^e jour 4,92 mm ; le nombre des gousses produites : 37 ; le nombre des graines récoltés des gousses 90 ; le rendement ptytomasse 19.

S'agissant du taux de germination, les résultats consignés dans le Tableau 2 montrent que le traitement T_C (sol+*Tithonia* + parche de café) ont donné les meilleurs résultats au 7^e jour de semis (80 %) suivi de ceux des autres traitements T_A = T_E = T_F = T_G = 60 % . Ce taux a varié à 100 % au 18^e jour de semis (Figure 1).

Concernant le nombre de gousses récoltées, des plantes de *Glycine max* (L) Merrill au 65^e jour de semis, les résultats sont résumés dans le Tableau 6 et complétés par la figure 2. Ces résultats admettent le classement selon leur influence positive suivante T_D>T_C>T_B>T_E= T_G>T_A>T_F. De même pour le nombre de graines récoltées des gousses des

plantes de *Glycine max* (L) Merrill, les résultats repris dans le tableau 7 traduisent le classement suivant : $T_D > T_C > T_E > T_A > T_G > T_B > T_F$ (Figure 3). Pour le rendement phytomasse des plantes de *Glycine max* (L) Merrill, les résultats repris dans le tableau 10 admettent le classement suivant : $T_D > T_C > T_A > T_F = T_G > T_E > T_B$, (Figure 4). S'agissant du nombre de nodules récoltées des plantes de *Glycine max* (L) Merrill, les résultats repris dans le Tableau 11 admettent le classement suivant : $T_C > T_D > T_F > T_E > T_A > T_G > T_B$, (Figure 5). 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 (Pieri, 1989). Par contre Traore (1974), révèle que les engrais azotés industriels doivent être réintroduits en champs après chaque récolte à cause de la perte par exportation des plantes cultivées au lessivage, à la lixiviation, etc.

Conclusion

Notre recherche avait pour objectif, l'étude de l'influence des fertilisants de deux essences végétales appliquées seules, ou en combinaison sur la croissance et la production de *Glycine max* (L) Merrill (soja) comparée par celle des engrais minéraux (urée, sulfate d'ammonium et le phosphate super tricalcique) sur le sol sableux de Kinshasa. Le meilleur rendement de *Glycine max* (L) Merrill a été obtenu avec l'application des feuilles fraîches de *Tithonia diversifolia* seules et en combinaison avec la parche de café. *Tithonia diversifolia* s'est révélé plus performant par rapport aux engrais chimiques utilisés à savoir : l'urée, sulfate d'ammonium et le phosphate super tricalcique. 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.

REFERENCES

- Ademiluyi BO, Omotoso SO. 2007. Comparative evolution of *Tithonia diversifolia* and NPK. Fertilizer for soil improvement in maize (*Zea mays*) production in Ado Ekili. Southwestern Nigeria. *Am. Eurasian J. Sustain. Agric.*, **1**(1): 32-36.
- Anonyme. 1994. Productivité durable des sols et intensification agricole : un mariage difficile. *Bulletin CTA*, **49**: 16.
- Baumer M. 1987. *Le Rôle de l'Agroforesterie dans la Lutte Contre la Désertification et la Dégradation de l'Environnement*. CRAF/CTA : Wageningen; 260.
- Garnier E, Makuta K, Senechal J, Valerie M. 1987. Facteurs et conditions de maintien de la fertilité du milieu tropical humide. Rapport du séminaire international de Pointe Noire du 09 au 21 mars, R.D. Congo.
- Guido D. 1997. Fertilité des sols : Office de Niger valorise la fumure organique in Corofaction n°3, 12p.
- Kao F, Yeme fack M, Feujio- Tegwefouet P, Tchanthaoung JC. 1911. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, **29**(1): 39-45.
- Kiye N. 2012. Amendement des sols, influence des fertilisants pour l'amélioration de la culture de *Glycine max* (L) Merrill (Soja) et de *Vigna unguiculata* (L) Walp (Nyebe). Mémoire (DEA), p83.

- Lumpungu K. 1983. Cours de fertilisation. IFA /Yangambi.
- Nziguheba G. Palun CA, Buresh RJ, Smithson PC. 1998. Soil phosphorus fractions and absorption as affected by organic and inorganic sources. *Plant and Soil*, **198**: 159-168.
- Pieri C. 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Paris Agridock international ; Ministère de la Coopération et CRAD-IRAT, 444p.
- Traore MF. 1974. Etude de la fumure minérale azotée intensive de céréales et du rôle spécifique de la matière organique dans la fertilité du sol au Mali. *L'Agronomie Tropicale*, **33**(2): 183-193.
- Rutungu V, Steiner KG, Karanja KN, Gachene CKK, Nzabonihaukuye G. 1998. Continuous, fertilization on non-humiferous acid oisols in Ruanda. « Plateau central » : Soil. Chemical changes and plant production. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **2**(2): 135-142.
- Sens A. 2004. Agriculture et acidification in EUROSTAT, <http://europe.en.int.comm/agriculture/index-fr.htm>