

## Effet des engrais organiques et minéraux sur la croissance et le rendement de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) dans la commune de Parakou au Nord-Bénin

Isidore YOLOU<sup>1\*</sup>, Rufin Offin Lié AKIYO<sup>2</sup>, Michel HERMANN BATAMOUSSI<sup>3</sup>, Sabi Bira Joseph TOKORE OROU MERE<sup>3</sup>, Abdel-Aziz OLOUFADE<sup>3</sup> et Michée Iboukoun ESSEGNON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université de Parakou, BP 123 Parakou, République du Bénin*

<sup>2</sup> *Département de Sociologie et Anthropologie, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université de Parakou, BP 123 Parakou, République du Bénin*

<sup>3</sup> *Département de Production Végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin*

\* Correspondance, courriel : [isidorkary@yahoo.fr](mailto:isidorkary@yahoo.fr)

### Résumé

L'étude de l'effet des engrais organiques et minéraux sur la productivité de la *tomate (Lycopersicum esculentum)* s'est déroulée sur le périmètre maraîcher de Wansirou de la ville de Parakou au Bénin. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des engrais organiques et minéraux sur les performances agronomiques de la tomate. Pour ce faire, le dispositif expérimental mis en place est celui de Fischer. Les résultats ont montré que les différents engrais ont augmenté significativement aussi bien les paramètres de croissance que les paramètres de développement de la tomate ( $P < 0,05$ ). La combinaison de fientes de poulets et engrais minéral a aussi augmenté significativement la précocité des dates d'apparition des boutons floraux et des fleurs de deux jours comparativement au témoin. La tomate de variété F1 JAGUAR, fumée préalablement à base de fientes de poulets ajoutées d'engrais minéraux (Urée / NPK) a permis d'obtenir un meilleur rendement (571,25 kg / are).

**Mots-clés :** *Parakou, fertilité, engrais organiques et minéraux, tomate, rendement.*

### Abstract

**Effects of organic and mineral fertilizers application on the growth and tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruit yield in the municipality of Parakou in north-Benin**

The survey of the effect of organic and mineral fertilizer on the productivity of tomato (*Lycopersicum esculentum*) took place on the perimeter gardener of Wansirou of the city of Parakou in Benin. The objective of this study is devaluing effect of organic and mineral fertilizers on agronomic performance of tomato. For that to make, the put in place experimental device is the one of Fischer. The results showed that different fertilizers have increased significantly as well the parameters of growth and development of tomato ( $P < 0,05$ ). The combination of droppings of chickens and mineral fertilizers increased significantly

the precocity of the dates of appearance of flower buds and the flowers of two days compared to the witness. Tomato variety F1 JAGUAR, previously fertilized with droppings of chickens added of mineral fertilizers (Urée / NPK) permitted to get a better yield (571, 25 kg / are).

**Keywords :** *Parakou, tomato, fertility, organic and mineral fertilizers, yield.*

## 1. Introduction

La croissance rapide de la population urbaine en Afrique tropicale pose le problème d'approvisionnement des villes en produits alimentaires et nutritionnels [1]. A cet effet, l'agriculture urbaine et périurbaine est une réponse au problème de l'insécurité alimentaire des citadins [2]. Face à la faiblesse des performances des systèmes de production rurale, le maraîchage en particulier est une réalité dans la plupart des milieux urbains des pays du Sud [3]. Au Bénin, le maraîchage apparaît aujourd'hui comme une des principales composantes de l'agriculture urbaine et périurbaine à l'instar du petit élevage (ruminants, volailles) [4]. De l'ensemble des produits frais issus des cultures maraîchères, la tomate est le légume le plus consommé après la pomme de terre et la plus cultivée au Bénin [5]. Les cultures maraîchères jouent un rôle socio-économique important du développement de la population urbaine béninoise [4]. Elles fournissent à l'organisme les vitamines et les éléments minéraux et occupent une place essentielle dans l'alimentation [6]. Ces cultures constituent une source importante d'emploi et de revenus pour de nombreux producteurs dans les zones périurbaines et rurales du Bénin [7]. Malgré les conditions agroécologiques favorables, la tomate est très rare surtout en saison sèche. Dans ce cadre, des techniques sont développées au mépris de la protection de l'environnement par l'usage excessive des fertilisants chimiques, en vue d'accroître les rendements et de satisfaire au mieux à la demande des populations en fruits de tomate. La présente recherche vise à réduire l'impact de ces fertilisants sur l'environnement et à améliorer les rendements.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2-1. Matériel et site expérimental

L'essai a été réalisé sur le périmètre maraîcher de Wansirou situé dans le troisième arrondissement de la commune de Parakou est située à 407 km au Nord de Cotonou. Le milieu de recherche est situé entre 9°15' et 9°25' de latitude nord et entre 2°30' et 2°45' de longitude est et s'étend sur une superficie d'environ 441 km<sup>2</sup>. Il est limité au nord par la commune de N'dali, au sud, à l'est et à l'ouest par la commune de Tchaourou (*Figure1*). Le climat est tropical de type soudano-guinéen à Parakou. Il se caractérise par l'alternance d'une saison de pluie (Mai à Octobre) et d'une saison sèche (Novembre à Avril). C'est en Décembre et Janvier que l'on enregistre les températures les plus basses caractéristiques de l'harmattan. La température moyenne annuelle variant entre 30 °C et 39°C et une humidité relative moyenne de 98 % et minimum de 31 %. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1200 mm. Le maximum survient entre Juillet, Août et Septembre. Le sol est de type ferrugineux tropical.

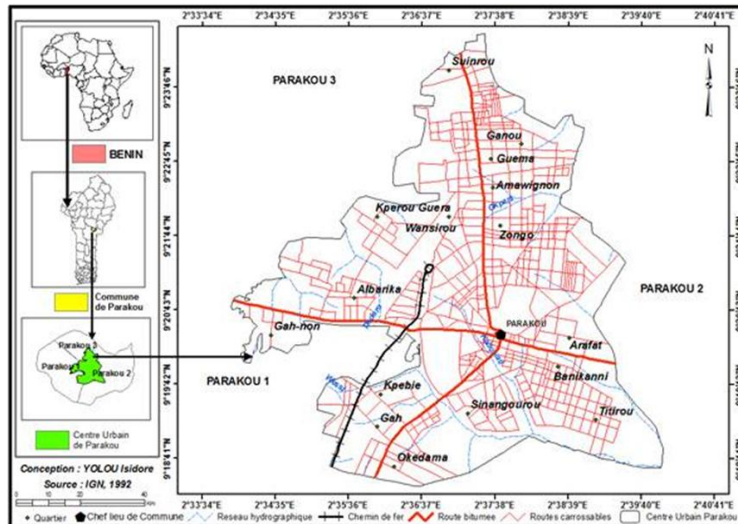


Figure 1 : Situation géographique de la ville de Parakou  
Source : [6]

**2-2. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire simple à quatre répétitions. Chaque répétition comporte 6 traitements présentés comme suit : T1 : Urée + NPK ; T2 : 10 t / ha de bouses de vache + Urée + NPK ; T3 : 30 t / ha de bouses de vache ; T4 : 10 t / ha de fientes de volaille + Urée + NPK ; T5 : 30 t / ha de fientes de volaille et T6 : Témoin (sans fumure). Les billons ont chacun 14 m de long et 30 cm de hauteur. La variété de tomate est la variété F1 Jaguar sélectionnée à Dakar, au Sénégal. La variété appartient à l'espèce *Lycopersicon esculentum* (L.) Karsten ex Farw. Cette plante est caractérisée par une pigmentation anthocyanique de l'hypocotyle, une croissance déterminée, un port érigé et une assise d'abscission du pédoncule. Le fruit a une taille allant de 100 à 110 g. A maturité, ce fruit a une couleur rouge attractive, la chair à une couleur rouge et une bonne fermeté. L'époque de maturité est de 65 jours. Les types d'engrais organique et minéraux sont : fientes de poulets, bouses des vaches, le N15P15K15 et l'Urée (46 %). Les teneurs en éléments nutritifs au niveau des fientes de poulets et des bouses de vaches sont inscrites dans le **Tableau 1**. La dose optimale d'engrais organique recommandée dans la littérature pour la fertilisation d'un hectare de superficie pour la tomate est de 30 t / ha [8].

**Tableau 1 : Teneurs en N, P, K, Ca et Mg des fientes de poulets et des bouses de vaches**

Engrais	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Fiente de poulets	46,3	29,8	40,6	79,1	38,6
Bouse de vaches	8,4	13,2	26,7	122,2	82,4

Source : [8]

Une pépinière a été mise en place et trois semaines avant le repiquage des plants, les différents engrais organiques ont été enfouis dans le sol sur des parcelles élémentaires concernées sous forme de fumure de fond suivant la dose recommandée soit 30 tonnes / ha. Le repiquage a été effectué suivant les écartements de 40 cm x 80 cm, soit une densité de semis de 31 250 plants par hectare. Un désherbage manuel et à la houe est effectué chaque semaine pour éviter la concurrence des mauvaises herbes. L'arrosage s'est fait deux fois par jour à raison 02 arrosoirs de 16 litres par planche et par arrosage. Le tuteurage a été réalisé vers le 30<sup>ème</sup> jour après repiquage afin de permettre aux plants de profiter au mieux de l'ensoleillement et

d'éviter au maximum le contact direct des fruits avec le sol. Une semaine après le repiquage, pour protéger les plantes de tomate contre les ravageurs, deux méthodes de lutte ont été appliquées : *Méthode chimique* : Elle a consisté à utiliser le Manèbe 80 % (Fongicide de contact ; dose 75 g pour 16 litres d'eau appliqués chaque semaine), le Callicuire (Fongicide de contact ; dose 5 kg / ha soit 75 g pour 16 litres d'eau appliqués chaque semaine) et l'EMACOT 019 EC (insecticide anti-chenilles) ; *Méthode biologique* : Les plants de tomate ont été traités chaque deux semaines avec des extraits aqueux des feuilles de neem (*Azadirachta indica*).

## 2-3. Données collectées

### 2-3-1. Mesure des paramètres de croissance

La hauteur des plants et la circonférence aux collets ont été mesurées en fin de cycle végétatif des plants soit 102 jours après le repiquage (plants arrivés à maturité) à l'aide d'un mètre ruban.

### 2-3-2. Mesure des paramètres de développement

Le comptage des boutons floraux a débuté deux semaines après repiquage et se fait chaque deux jours et ceci pendant une semaine. Quant aux fleurs, le comptage a débuté juste après la fin de comptage des boutons étant donné que le comptage des fleurs a débuté dès l'apparition de la première fleur. Cela détermine la fin de comptage des boutons floraux. Cette opération a également pris fin dès l'apparition du premier fruit.

### 2-3-3. des paramètres de rendements

La récolte des fruits a débuté environ deux mois après repiquage et a duré 24 jours. Cette opération est faite de façon régulière chaque trois jours. A chaque récolte, les fruits sont pesés à l'aide d'un peson numérique.

## 2-4. Analyse statistique

Les données collectées ont été traitées à l'aide du tableur Excel 2010 et a servi à réaliser les graphes ou *Figures*. Le logiciel SPSS version 20 a été ensuite utilisé pour les analyses statistiques. Elles ont consisté en des analyses de variance et le test de Student Newman-Keuls pour la comparaison des moyennes avec un intervalle de confiance à 95 %.

## 3. Résultats

### 3-1. Effet des engrais sur les paramètres de croissance des plans de tomate

Les résultats obtenus à l'issue de ces différentes expériences révèlent que les engrais utilisés ont des effets sur les paramètres de croissance des plans de tomate et sont présentés à travers le **Tableau 2**.

*Les moyennes suivies de même lettre alphabétique dans la dernière colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. (T1 : Urée + NPK, T2 : bouses de vache + engrais minéraux, T3 : bouses de vache, T4 : fientes de poulets + engrais minéraux, T5 : fientes de poulets, T6 : témoin).*

**Tableau 2 : Effets des engrais sur les paramètres de croissance des plants de tomate**

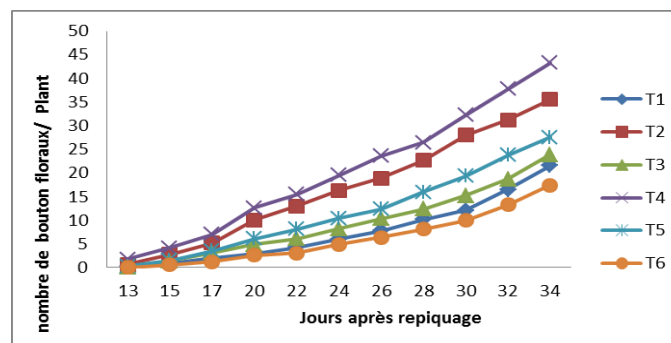
Traitements	Rendements des variétés de tomate	
	Hauteur (cm)	Circonférence au collet (cm)
T1	50,75 ± 1,35 ab	4,1 ± 0,24 b
T2	68,02 ± 3,47 d	6,17 ± 0,62 e
T3	57,10 ± 6,48bc	4,57 ± 0,17 c
T4	74,72 ± 2,59 e	6,95 ± 0,36 f
T5	59,75 ± 5,95 c	4,97 ± 0,15 d
T6	44,62 ± 4,43 a	3,35 ± 0,20 a
<i>P-valeur</i>	<i>0,000</i>	<i>0,003</i>

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes de terrain, Mars 2016

L'examen du **Tableau 2** montre qu'il existe une différence hautement significative entre les différents traitements par rapport à la hauteur moyenne des plants de tomate ( $P < 0,001$ ). Les hauteurs des plants ont varié de 44,62 cm à 74,72 cm en fonction des différents traitements appliqués. Les résultats révèlent que la combinaison (engrais minéraux + fientes de poulets) a permis d'obtenir les hauteurs les plus élevées (74,72 cm ± 2,59 cm) comparativement à la combinaison engrais minéraux + bouses de vache (68,02 cm ± 3,47 cm). La plus petite hauteur (44,62 cm ± 4,43 cm) est celle du témoin. Il existe également une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les circonférences aux collets des plants concernant les différents traitements appliqués. Les circonférences aux collets des plants ont varié de 3,35 cm à 6,95 cm en fonction des différents traitements appliqués. De l'analyse du **Tableau 2**, il ressort que les fientes de poulets ont permis d'obtenir les plus grands circonférences aux collets comparativement aux bouses de vache et aux engrais minéraux appliqués séparément. Les résultats ont révélé que la combinaison des engrais minéraux + fientes de poulets a permis d'obtenir les plus grands circonférences aux collets (6,95 cm ± 0,36 cm) comparativement à la combinaison engrais minéraux + bouses de vache (6,17 cm ± 0,62 cm). De tous les traitements, les plus gros collets des plants de tomates en circonférence ont été obtenus au niveau des plants qui ont été fumé préalablement aux fientes de poulets et qui ont été entretenu avec les engrais chimiques (NPK / Urée).

### 3-2. Effet des engrais organiques et minéraux sur la date d'apparition des premières fleurs

La **Figure 2** montre le nombre de boutons floraux par plant selon le temps après repiquage.



**Figure 2 : Dates d'apparition des premiers boutons**

Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes de terrain, Mars 2016

(T1 : Urée + NPK, T2 : bouses de vache + engrais minéraux, T3 : bouses de vache, T4 : fientes de poulets + engrais minéraux, T5 : fientes de poulets, T6 : témoin)

De la **Figure 2**, il est montré un effet significativement bénéfique de l'application des différents traitements d'engrais sur les différentes dates d'apparition des premières fleurs de tomate ( $p < 0,05$ ). L'ajout des engrais minéraux aux fientes de poulets ou aux bouses de vache a permis de mieux valoriser la tomate en nombre de boutons floraux par plant (30 et 20 d'augmentation par rapport au témoin) que les engrais minéraux et les bouses de vaches où le nombre a été respectivement de 5 et 8 en augmentation au 34<sup>ème</sup> après repiquage. L'analyse de variance a montré que les plants de tomate ont crû uniformément en hauteur entre 13 à 34 jours après repiquage, avec l'application des différents traitements ( $p = 0,83$ ).

### 3-3. Effet des engrais organiques et minéraux sur les paramètres de rendement

Le **Tableau 3** présente l'effet des engrais organiques et minéraux sur les paramètres de rendement.

**Tableau 3 :** Effet des engrais organiques et minéraux sur les paramètres de rendement

Traitements	Rendements des variétés de tomate	
	Poids moyen	Rendement (kg/are)
T1	4,47 ± 1,37 ab	56,25 ± 12,50 ab
T2	5,40, ± 1,87 b	95 ± 8,16 de
T3	4,10 ± 1,38 ab	70 ± 12,91 bc
T4	9,14 ± 1,92 c	105,50 ± 8,22 e
T5	5,25 ± 1,02 b	83,50 ± 10,75 cd
T6	2,29 ± 0,94 a	47,50 ± 11,90 a
<i>P-valeur</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>

*Source : Résultats d'analyse de données d'enquêtes de terrain, Mars 2016*

*Les moyennes suivies de même lettre alphabétique dans la dernière colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.*

*(T1 : Urée + NPK, T2 : bouses de vache + engrais minéraux, T3 : bouses de vache, T4 : fientes de poulets + engrais minéraux, T5 : fientes de poulets, T6 : témoin)*

Il existe une différence hautement significative entre les différents traitements par rapport au poids moyen des fruits de tomate ( $P < 0,001$ ). Les poids des fruits ont varié de 47,50 g à 105,50 g en fonction des différents traitements appliqués. L'examen du **Tableau 3** a montré que les fientes de poulets ont permis d'obtenir de gros fruits de tomates comparativement aux bouses de vache et aux engrais minéraux appliqués. Mais la combinaison (engrais minéraux + fientes de poulets) a permis d'obtenir des fruits de tomate les plus gros (105,50 g) comparativement à la combinaison engrais minéraux + bouses de vache (95 g). Tous les traitements ont surpassé le traitement témoin en poids moyen des fruits de tomate. L'analyse des variances a montré qu'il existe de différence hautement significative ( $P < 0,001$ ) entre les traitements par rapport au rendement en fruit de tomate mais cette différence n'est pas significative lorsqu'on compare les traitements (T1 et T3), les traitements (T2 et T5). Les rendements ont varié de 143,12 kg / are à 571,25 kg / are suivant les différents traitements (**Tableau 3**). Le rendement le plus élevé (5,40 t / ha) est déterminé par le traitement T2 (bouse de vache + NPK + Urée). Le plus petit rendement (2,29 t / ha) est celui du traitement témoin.

#### 4. Discussion

L'application des fientes de poulets combinée aux engrais minéraux a raccourci les dates d'apparition des fleurs sur les plants de tomate. En effet, le fumier de volaille a une forte valeur agronomique car 60 à 90 % de l'azote qu'il contient est sous forme minérale donc directement disponible pour la plante [9]. L'azote est le quatrième constituant des plantes qui est utilisé dans l'élaboration de molécules importantes comme les protéines, les nucléotides, les acides nucléiques et la chlorophylle [10]. La matière organique a augmenté l'aération, la perméabilité, la capacité de rétention en eau des sols et sa bonne utilisation par les plantes [11]. Cela a permis une croissance et un développement plus rapide des plants de tomate accélérant ainsi leur floraison. De même, la combinaison des fientes de poulets combinée aux engrais minéraux a augmenté la croissance en hauteur des plants de tomate. Ces résultats ont été conformes à ceux de [12] qui a révélé qu'un excès d'azote stimule une croissance exubérante de la partie aérienne, favorisant ainsi une augmentation du rapport tiges feuillées / racines et hauteurs des plants. De même [13] a abordé dans le même sens à travers ses travaux qui ont prouvé que l'azote favorise l'utilisation des hydrates de carbone, stimule le développement et l'activité racinaire, favorisant ainsi l'exportation des autres éléments minéraux et la croissance des plantes.

Aussi plusieurs travaux ont-ils montré l'importance de l'apport de l'amendement organique dans le maintien de la qualité agronomique des sols [14 - 17]. Les producteurs de Parakou ont exploité les terres lourdes des bas-fonds. Ces terres pour être favorables aux cultures, doivent être meubles. Les engrais organiques ont cette propriété d'ameubler les terres lourdes et de diminuer leur résistance pour faciliter la germination et entretenir l'air du sol indispensable aux micro-organismes et au développement des racines [18]. De même, l'humus entretient dans le sol de nombreux microorganismes qui vivent à ses dépens et contribuent ainsi à sa minéralisation [19]. Cela a permis de confirmer que l'assimilation des engrais minéraux est plus élevée par la plante dans les sols amendés par la matière organique comparée aux sols non amendés. Dans ce cadre, [20] a montré que les engrais organiques améliorent la capacité de rétention en eau du sol et augmentent la perméabilité à celle-ci et à l'air. Les résultats obtenus de la présente recherche peuvent s'expliquer du fait que les plants de tomate ont pu utiliser de façon optimale les engrais minéraux épandus après amendement des parcelles cultivées avec les fientes de poulets.

Les différents engrais appliqués sur la tomate ont affecté significativement le rendement et le poids des fruits récoltés. Le rendement des fruits après traitement avec les fientes et engrais minéraux est de 571,25 kg / are alors qu'au niveau du témoin le rendement est de 143,12 kg / are. Ces résultats sont conformes à ceux de [21], qui révèlent que l'alimentation en azote des plants détermine directement le rendement potentiel. De même [22] a abordé dans le même sens à travers ses travaux qui ont prouvé qu'un apport croissant de quantité d'azote-engrais de 0 à 90 unités fertilisantes / ha augmente le rendement grain du maïs par unité d'environ 26 kg. L'azote constitue de ce fait le facteur limitant le rendement des cultures. Or la loi du minimum ou des facteurs limitants ou loi de Liebig stipule que : "l'importance du rendement obtenu est déterminée par l'élément fertilisant assimilable qui se trouve en plus faible quantité dans le sol relativement aux besoins des récoltes". Ce qui permet de montrer que le fort taux d'azote contenu dans les fientes de poulets pourrait justifier les meilleurs rendements obtenus sous la tomate après combinaison de la fiente aux engrais minéraux car l'azote constitue le facteur culture [22].

## 5. Conclusion

Cette recherche s'est focalisée sur l'évaluation de l'effet des engrais organiques et minéraux sur les performances agronomiques de la tomate dans la commune de Parakou. Les résultats ont révélé que les fientes de poulets combinées aux engrais minéraux, ont favorisé non seulement le raccourcissement des dates d'apparition des fleurs sur la tomate mais aussi, a permis une bonne croissance en hauteur des plants de tomate, un bon poids des fruits récoltés et un meilleur rendement par rapport aux autres traitements. Pour donc assurer une production durable de tomate dans la commune de Parakou, il est recommandé aux producteurs, l'utilisation des engrais organiques principalement les fientes de poulets.

## Références

- [1] - B. S. OLANREWAJU, P. MOUSTIER, L. MOUGEOT et F. ABDU, " *Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, Concepts et méthodes*" CIRAD, CRDI. Montpellier, France, (2004) 173 p.
- [2] - M. R. HOUNKPODOTE et C. C. TOSSOU, " *Profil des interactions entre la problématique foncière et le développement de l'agriculture urbaine dans la ville de Cotonou et environs*" Cotonou, Bénin, Chambre d'Agriculture du Bénin, rapport, (2001) 81 p.
- [3] - L. J. A. MOUGEOT, " *Agriculture urbaine et développement durable : cultiver de meilleurs villes*" Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement / Ottawa (Canada), CRDI, (2006).
- [4] - ]- R. ADORGLOH-HESSOU, " *Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du Sud-Bénin*", (2006).
- [5] - S. C. J. PADONOU, " *Analyse comparée du revenu et de sa distribution entre les producteurs de tomate utilisant les biopesticides et les pesticides chimiques en zone périurbaine du Sud-Bénin*", Thèse d'ingénieur agronome à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou-Bénin, (2008).
- [6] - I. YOLOU, I. YABI, F. KOMBIENI, P. G. TOVIHOUDI, J. A. YABI, A. A. PARAIÏSO et F. AFOUDA, " *Maraîchage en milieu urbain à Parakou au Nord-Bénin et sa rentabilité économique*" International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol 19 (2) (2015) 290 - 302.
- [7] - R. SIKIROU, L. AFOUDA, A. ZANNOU, F. ASSOGBA-KOMLAN et G. GBEHOUNOU, " *Diagnostic des problèmes phytosanitaires des cultures maraîchères au Sud Bénin : cas de la tomate, du piment, de l'oignon et du gombo*" In Actes 2 de l'atelier scientifique sud et centre du 12 au 13 Décembre à Niaouli, Agbo et al., éditeurs, (2001) 102 - 124.
- [8] - F. BRESSOUD et A. ARRUFAT, " *Amendements organiques et maraîchage biologique sous abri-observation après 6 années d'apport*" Innovations Agronomiques, Vol 4 (2009) 15 - 21.
- [9] - S. NAIKA, J. VAN LIDT DE JEUDE, M. DE GOFFAU, M. HILMI, B. VAN DAM, " *La culture de la tomate production, transformation et commercialisation*" Agrodok 17, ©Fondation Agromisa et CTA, Wageningen., Olanrewaju et al., 2004 (2005).
- [10] - E. EPSTEIN, " *Mineral nutrition of plants : Principles and perspectives*" John Wiley, New York, (1972).
- [11] - G. CHARREAU, " *Matière organique et biochimique du sol dans les zones tropicales sèches*", (1975).
- [12] - G. WILLIAM, " *Physiologie végétale*", Editions De Boeck Université, rue des Minimes 39, B-1000 Bruxelles, (2003) 110 - 115.
- [13] - J. F. STEVENSON, " *Cycles of soil : carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*" John Wiley & Sons, New York, (1986).
- [14] - FAO, " *Interaction entre agriculture et forêt*", 20<sup>ème</sup> session, Comité de l'agriculture, Rome, (2007) 4 p.



- [15] - V. HIBRA-SAMGUE, “ *Gestion durable de la fertilité des sols sahéliens : stratégies adaptatives des paysans du plateau central du Burkina Faso face à la variabilité climatique, cas de la province du Zandoma*” Mémoire de DESA, Université Abdou Moumouni, Niger, (2004) 79 p.
- [16] - INERA. “ *Bilan de 10 années de recherches 1988 - 1998*” Document MESSRS/CNRST. Edition CTA : Burkina Faso, (2000) 115 p.
- [17] - R. E. MASTO, P. K. CHONKAR, T. J. PURAKAYASKA, A. K. PATRA AND D. SINGH, “ *Soil quality indices for evaluation of long-term land use and soil management practices in semi-arid sub-tropical India*”. Land Degrad. Develop., 19 (5) (2008) 516 - 529.
- [18] - J. DUTHIL, *Elément d'écologie et d'agronomie. Tome II. Exploitation et amélioration du milieu.* Ed.J.B. Baillière, Paris, (1973) 265 p.
- [19] - N. AHO et D. K. KOSSOU, “ *Précis d'agriculture tropicale : bases et éléments d'application*”. Les Editions du Flamboyant, Cotonou, Bénin, (1997) 463 p.
- [20] - M. R. HOUNKPODOTE et C.C. TOSSOU, “ *Profil des interactions entre la problématique foncière et le développement de l'agriculture urbaine dans la ville de Cotonou et environs*”. Cotonou, Bénin, Chambre d'Agriculture du Bénin, rapport, (2001) 81 p.
- [21] - R. BERTRAND, et J. GIGOU, “ *La fertilité des sols Tropicaux*”. éd Maisonneuse & Larose. Paris, (2000) 397 p.
- [22] - D. K. DOSSA, “ *Contribution à l'étude de l'incidence de l'engrais azoté, de la rotation culturale et de la gestion des résidus de récolte sur le rendement du maïs (Zea mays L.)*”, Mémoire d'Ingénieur Agronome, UB-ESA, Lomé, (1991) 133 p.