

**BURKINA FASO**

\*\*\*\*\*

**Unité-Progrès-Justice**

\*\*\*\*\*

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (MESRSI)**

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITE NAZI BONI (UNB)**

\*\*\*\*\*

**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)**



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

**En vue de l'obtention du**

**DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL**

**OPTION : Agronomie**

**Thème :**

**Effets de litières de volailles et de résidus de production d'asticots  
sur la fertilité du sol et la production du maïs (*Zea mays* L.) dans  
l'Ouest du Burkina Faso**

**Présenté par : SOME Bapènè Marc**

**Maître de stage**

**Dr. Kalifa COULIBALY**

**Directeur de mémoire**

**Pr. Hassan Bismarck NACRO**

**Co-directeur de mémoire**

**Dr. Fernand SANKARA**

**N : ..... 2017/AGRO**

**Juillet 2017**

## TABLE DES MATIERES

Pages

DEDICACE.....	iv
REMERCIEMENTS .....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vii
FIGURES ET TABLEAUX.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1. Généralités sur la fertilité des sols.....	4
1.1.1. Définitions du concept de la fertilité des sols .....	4
1.1.2. Quelques modes de gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso .....	4
1.1.2.1. Gestion de la fertilité du sol par la pratique de la jachère .....	5
1.1.2.2. Gestion de la fertilité du sol par la fumure organique et minérale.....	5
1.1.2.3. Gestion de la fertilité du sol par les techniques CES/DRS.....	6
1.1.2.4. Gestion de la fertilité du sol par la rotation des cultures et l'association des légumineuses .....	7
1.2. Généralités sur les substrats organiques utilisés dans la production végétale.....	7
1.2.1. Quelques substrats organiques utilisés dans la production végétale .....	7
1.2.2. Importance des substrats organiques dans la production végétale.....	8
1.3. Généralités sur les résidus de production d'asticots dans la production végétale.....	9
1.3.1. Techniques de production des résidus de production d'asticots .....	9
1.3.2. Qualité et importance agronomique des résidus de production d'asticots .....	10
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	12
2.1. Présentation de la zone d'étude .....	13
2.1.1. Localisation géographique du site de Nasso .....	13
2.1.2. Climat.....	13
2.1.3. Relief et sols de la zone d'étude.....	16
2.1.4. Végétation .....	16

2.2.	Matériel de l'étude.....	16
2.2.1.	Matériel végétal utilisé.....	16
2.2.2.	Fertilisants organiques et minéraux utilisés.....	17
2.3.	Méthodes de l'étude.....	18
2.3.1.	Dispositif expérimental.....	18
2.3.2.	Mise en place et conduite de l'essai.....	19
2.3.3.	Collecte des données.....	20
2.3.3.1.	Collecte des données agronomiques.....	20
2.3.3.2.	Détermination des paramètres chimiques et de l'activité biologique du sol.....	21
2.3.3.2.1.	Prélèvement et préparation des échantillons de sol.....	21
2.3.3.2.2.	Détermination des paramètres chimiques du sol.....	22
2.3.3.2.3.	Détermination de l'activité respiratoire (respirométrie) du sol.....	23
2.3.3.3.	Analyse chimique des résidus de production d'asticots et de la litière de volaille utilisés pour l'essai.....	24
2.4.	Traitement et analyse des données.....	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....		26
3.1.	Résultats.....	27
3.1.1.	Caractéristiques chimiques des litières de volaille et des résidus de production d'asticots.....	27
3.1.2.	Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur les paramètres chimiques du sol.....	27
3.1.3.	Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur l'activité respiratoire du sol.....	30
3.1.4.	Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur les paramètres agronomiques.....	32
3.1.4.1.	Effets des résidus de production d'asticots et de litières de volailles sur la croissance des plantes de maïs.....	32
3.1.4.2.	Effets des résidus de production d'asticots et de litières de volailles sur les rendements en grains et pailles de maïs.....	34
3.2.	Discussion.....	36
3.2.1.	Caractéristiques chimiques des fertilisants organiques utilisés.....	36

3.2.2.	Evolution des paramètres chimiques du sol .....	36
3.2.3.	Evolution de l'activité respiratoire du sol .....	39
3.2.4.	Evolution des paramètres agronomiques.....	41
CONCLUSION GENERALE, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS .....		44
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		46
<b>ANNEXE .....</b>		<b>a</b>



*A mes chers parents DABIRE Ferdinand et SOME Vlabaka Valérie*

*A mes chers oncles Mayel DABIRE et Professeur Magloire SOME*

*A ma chère tante Sr Léa SOME*

*A tous mes frères et sœurs de la famille*

*Retrouvez dans ce document, le fruit de vos efforts consentis pour ma  
réussite.*

**Un grand merci à vous qui avez cru en ma détermination**

**Que DIEU dans son infinie bonté vous comble de grâces !**

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à témoigner notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin ont œuvré à ce que ce mémoire puisse voir le jour. Nos remerciements s'adressent particulièrement :

- au Docteur Kalifa COULIBALY, enseignant chercheur à l'IDR/UNB et notre maître de stage, pour sa constante disponibilité et sa rigueur dans le suivi de ce travail. Nous le remercions également pour ses multiples apports qui nous ont permis d'améliorer la qualité de ce document. Cher Docteur, nous vous resterons reconnaissants ;
- au Professeur Hassan Bismarck NACRO, enseignant chercheur à l'IDR/UNB et notre directeur de mémoire, pour nous avoir accueilli dans son Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du sol (LERF) pour les manipulations. Nous le remercions également pour sa contribution dans l'amélioration de la qualité du document, et pour ses précieux conseils et encouragements dont nous avons bénéficiés tout au long de notre stage ;
- au Docteur Fernand SANKARA, coordonnateur du Projet IFWA et notre co-directeur de mémoire, pour l'intérêt qu'il a accordé à notre personne en nous confiant cette activité du projet qui a fait l'objet de notre stage. Nous le remercions également pour ses conseils et encouragements dont nous avons bénéficiés au cours du stage ;
- à tout le personnel du projet IFWA, pour le soutien moral et financier ainsi que les conseils dont nous avons bénéficiés tout au long de notre stage ;
- au Docteur Schémaéza BONZI, enseignant chercheur à l'IDR/UNB, pour avoir accepté malgré son emploi de temps chargé, lire ce document et contribuer à son amélioration ;
- à la direction de l'IDR et à tous les enseignants qui lui sont affiliés, pour la qualité de notre formation ;
- à M. BEKUONE SOME Zoumosé, pour ses multiples aides dans nos manipulations ;
- à tout le personnel du laboratoire Sol-Eau-Plante de la station de l'INERA Farako-Bâ, particulièrement au Technicien, M. OUATTARA Sié Amoro, pour le travail qui a été abattu ;
- à tous les membres de notre famille pour leurs soutiens multiformes ;

- à M. DABIRE Tierzaola Gustave, M. SOME Y. Alain et M. HIEN Hubert pour leurs soutiens multiformes depuis notre arrivée à Bobo-Dioulasso. Nous vous resterons reconnaissants ;
- à M. SANOU Alain, d’avoir accepté mettre à notre disposition une partie de son champ pour la conduite de notre étude ;
- au doctorant M. SANOU Gafar, pour son assistance au cours des activités du stage ;
- à nos camarades co-stagiaires : SANON F. K. Joseph, BAMOGO Jeanne Marie, SANKARA Florence et ZONGO Zoram et à tous les autres camarades de la promotion pour le partage de connaissances, la solidarité et le respect mutuel que nous avons entretenus ;
- à nos amis DAH Sié Rodrigue, OUEDRAOGO Abraham, KONE Yacouba, OUATTARA Ibrahim et à nos aînés de promotion particulièrement DABIRE Stéphane, HIEN Moïse, DAH Célestin, NANA Lucie et DAO Nadia, pour leurs encouragements, solidarité et conseils ;
- à tous les paysans qui mènent leurs activités autour de l’animalerie, pour la bonne coopération ;
- à toutes celles et tous ceux dont les noms n’ont pas été cités, ce n’est pas un oubli, nous vous restons reconnaissants.

**Soyez tous bénis !**

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**BUNASOLS** : Bureau National des Sols

**CES/DRS** : Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols

**IDR** : Institut du Développement Rural

**IFWA**: Insect as Feed in West Africa

**INERA** : Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

**JAS** : Jours Après Semis

**LERF** : Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du sol

**MAHRH**: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

**UNB** : Université Nazi Boni



## FIGURES ET TABLEAUX

<b>Liste des figures :</b>	<b>Pages</b>
Figure 1 : Localisation de Nasso dans le département de Bobo-Dioulasso .....	13
Figure 2 : Pluviosité et nombre de jours de pluie de la zone d'étude au cours des dix (10) dernières années .....	15
Figure 3 : Pluviosité et nombre de jours de pluie de la zone d'étude durant l'année 2016.....	15
Figure 4 : Dispositif expérimental en blocs de Fischer .....	19
Figure 5 : Evolution du dégagement journalier du CO <sub>2</sub> durant l'incubation en fonction des traitements .....	31
Figure 6 : Evolution cumulée de la quantité de CO <sub>2</sub> dégagé pendant l'incubation en fonction des traitements.....	31

<b>Liste des tableaux :</b>	<b>Pages</b>
Tableau I : Concentration d'éléments sélectionnés dans la matière sèche du fumier de porc après production de la mouche du soldat noir .....	11
Tableau II : Caractéristiques chimiques des litières de volaille et des résidus de production d'asticots utilisés pour l'essai.....	27
Tableau III : Variation des caractéristiques chimiques du sol après expérimentation.....	29
Tableau IV : Variation de la hauteur moyenne et du diamètre moyen au collet des pieds de maïs durant leur cycle de développement en fonction des traitements .....	33
Tableau V : Variation des rendements en grains et en pailles de maïs en kilogramme par hectare (kg/ha) en fonction des différents traitements .....	35

## RESUME

La baisse de la fertilité des sols au Burkina Faso constitue une menace à la production agricole et à la viabilité des systèmes de production. Dans une perspective d'actions visant à améliorer les performances des systèmes de production et assurer leur durabilité, la production des asticots pour la nutrition de volaille et l'utilisation des résidus générés pour l'agriculture demeurent importantes. C'est dans cette optique que notre étude a été initiée avec pour objectifs, de déterminer l'effet des résidus de production d'asticots et des litières de volaille sur la fertilité chimique, l'activité respiratoire du sol et la production du maïs. L'étude s'est déroulée dans le village de Nasso, situé dans la région des Hauts-Bassins (Burkina Faso). Le dispositif expérimental utilisé a été en blocs de Fisher complètement randomisé avec neuf traitements en trois répétitions. Les traitements qui ont été testés sont : T0 = témoin absolu ; T1 = 150 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ; T2 = litières de volailles (2 t.ha<sup>-1</sup>) ; T3 = résidus de production d'asticots (2 t.ha<sup>-1</sup>) ; T4 = litières de volailles (1 t.ha<sup>-1</sup>) + résidus de production d'asticots (1 t.ha<sup>-1</sup>) ; T5 = litières de volailles (2 t.ha<sup>-1</sup>) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ; T6 = résidus de production d'asticot à la dose (2 t.ha<sup>-1</sup>) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ; T7= litières de volailles (1 t.ha<sup>-1</sup>) + résidus de production d'asticots (1 t.h<sup>-1</sup>) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ; T8 = litières de volailles (1 t.ha<sup>-1</sup>) + résidus de production d'asticots (1 t.ha<sup>-1</sup>) + 150 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée. Il ressort des résultats obtenus, que le traitement T6 a amélioré de façon significative le pH<sub>eau</sub> (6,09) et le potassium disponible (46,63 mg/kg de sol) comparativement au témoin. De façon générale, la différence obtenue entre les traitements pour le pH<sub>KCl</sub>, la teneur en carbone, en azote, en phosphore total, en phosphore assimilable et en potassium total n'a pas été significative. L'activité respiratoire du sol a été meilleure avec les résidus de production d'asticots purs ou en association avec la fumure minérale et/ou les litières de volailles. La croissance des cultures de maïs a été en général meilleure avec les formulations organo-minérales (T5, T6, T7 et T8). Les résultats ont montré également une amélioration significative des rendements de maïs avec les traitements T6 (88,65 % et 73,45 % respectivement en grains et pailles) et T8 (89,94 % et 68,67 % respectivement en grains et pailles) par rapport au témoin. Les résidus de production d'asticots peuvent permettre de gérer de façon économique et écologique la fertilité des sols tropicaux et améliorer les rendements des cultures.

**Mots clés :** résidus de production d'asticots, fertilité des sols, litières de volailles, rendement de maïs, Burkina Faso.

## ABSTRACT

The decline in soil fertility in Burkina Faso poses a threat to agricultural production and the sustainability of production systems. From the perspective of actions to improve the performance of production systems and ensure their sustainability, the production of maggots for poultry nutrition and the use of residues generated for agriculture remain important. It is with this in mind that our study was initiated with the aim of determining the effect of maggot production residues and poultry litter on chemical fertility, soil respiratory activity and maize production. The study was carried out in the village of Nasso, located in the Hauts-Bassin region (Burkina Faso). The fully randomized Fischer block experimental device with nine treatments in three repetitions was used. The treatments that were tested were: T0 = absolute control; T1 = 150 kg.ha<sup>-1</sup> of NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> of urea; T2 = poultry litter (2 t.ha<sup>-1</sup>); T3 = maggot production residues (2 t.ha<sup>-1</sup>); T4 = poultry litter (1 t.ha<sup>-1</sup>) + maggot production residues (1 t.ha<sup>-1</sup>); T5 = poultry litter (2 t.ha<sup>-1</sup>) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> of NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> of urea; T6 = maggot production residues at 2 t.ha<sup>-1</sup> + 75 kg.ha<sup>-1</sup> of NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> of urea; T7 = poultry litter (1t.ha<sup>-1</sup>) + maggot production residues (1 t.ha<sup>-1</sup>) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> of NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> of urea; T8 = poultry litter (1 t.ha<sup>-1</sup>) + maggot production residues (1 t.ha<sup>-1</sup>) + 150 kg.ha<sup>-1</sup> of NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> of urea. From the results obtained, T6 significantly improved pH (6.09) and available potassium (46.63 mg / kg soil) compared to the control. In general, the difference between treatments for pHKCl, carbon, nitrogen, total phosphorus, total phosphorus and potassium was not significant. Respiratory activity of soil was better with residues of pure maggot production or in combination with mineral fertilizer and / or poultry litter. Corn crop growth was generally better with organo-mineral formulations (T5, T6, T7 and T8). The results also showed a significant improvement in corn yields with T6 treatments (88.65% and 73.45% respectively in grains and straw) and T8 (89.94% and 68.67% respectively in grain and straw) compared to the control. Maggot residues can be used to economically and ecologically manage the fertility of tropical soils and improve crop yields.

**Key words:** residues of maggot production, poultry litter, soil fertility, maize yield, Burkina Faso.

## INTRODUCTION

L'agriculture des pays du Sahel en général et celle du Burkina Faso en particulier, joue un rôle important dans le développement économique et social. Selon le Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH) du Burkina Faso (2011), ce secteur occupe plus de 80 % de la population burkinabé. Il constitue la principale activité génératrice de revenus monétaires. Selon la même source, cette agriculture est le pilier essentiel de l'économie nationale, car elle contribue à hauteur de 25 % dans la formation du Produit Intérieur Brut (PIB).

L'agriculture burkinabé traverse malheureusement d'énormes difficultés dont les plus importantes sont la faible productivité des terres et la précarité des conditions climatiques. La plupart des sols au Burkina Faso sont des sols ferrugineux tropicaux, caractérisés par une mauvaise stabilité structurale des horizons superficiels liés à leurs richesses en limons et sables fins (Pieri, 1989), et à leurs faibles teneurs en matière organique (Pieri, 1989 ; Pallo et Thiombiano, 1989). Cet état de fait est accentué par la pression démographique, qui a pour corollaire la disparition des jachères, pratiques traditionnelles de gestion de la fertilité des sols (Pieri, 1989 ; Delville, 1996 ; Breman et Sissoko, 1998). Une autre conséquence de cette pression démographique est l'augmentation notable des superficies exploitées estimées en moyenne à 2,8 % par an (Direction Générale de Promotion de l'Économie Rurale (DGPER), 2009). Ainsi, la dégradation des terres agricoles et la régression des rendements des différentes spéculations se trouvent accélérées (Traoré et Toé, 2008). La dégradation des terres touche les différentes composantes (physiques, chimiques et biologiques) de l'environnement (Breman et Sissoko, 1998). Elle constitue l'une des plus grandes menaces pour la production alimentaire (Zoundi *et al.*, 2006). Dans un tel contexte, l'utilisation des engrais chimiques est vue comme une alternative pour accroître les rendements des cultures. Cependant, de nombreuses études ont montré leurs effets négatifs, à long terme, sur la fertilité des sols ; ce qui peut entraîner une réduction de rendements des cultures (Koulibaly *et al.*, 2009 ; Koulibaly *et al.*, 2010 ; CILSS, 2011 ; Bationo *et al.*, 2012). Les travaux de Bado (2002) ont révélé la faible utilisation des engrais minéraux au Burkina Faso, à cause de leurs coûts élevés. Face à cette situation, l'agriculture doit s'orienter vers des systèmes de cultures plus durables, productifs et à faibles coûts.

Pour ce faire, Dugué (2010) indique que divers processus permettent de recycler les résidus organiques ; cela pour fertiliser les sols et leur donner des caractéristiques plus intéressantes

en termes de stockage d'eau et de nutriments. L'utilisation des insectes contribue au recyclage naturel des nutriments contenus dans les résidus organiques (Newton *et al.*, 2005). Ils ajoutent que ce processus fournit des produits (larves d'insectes) pouvant servir d'aliments pour de nombreux animaux. Des expériences utilisant la mouche domestique pour transformer les excréta bruts d'animaux afin d'amender les sols et résoudre le problème de pollution ont été entreprises (Ekonda, 2003). De plus, ce même auteur révèle qu'au cours de ces dernières années, l'intérêt aux asticots pour améliorer les performances des animaux domestiques classiques s'est manifesté dans divers pays (Burkina Faso, Cameroun, Togo, etc.) par des essais simples sur le terrain. Au Burkina Faso, des essais ont été conduits par le projet Insect as Feed in West Africa (IFWA) en vue d'améliorer la production aviaire par l'introduction des protéines animales notamment les larves de mouches domestiques (asticots). La production des asticots a généré des résidus organiques qui pourraient être utiles pour améliorer la fertilité des sols et intensifier les performances des systèmes de production. C'est dans ce sens que cette étude a été entreprise et a porté sur le thème « *Effets de litières de volailles et de résidus de production d'asticots sur la fertilité du sol et la production du maïs dans l'Ouest du Burkina Faso* ».

Notre étude vise à amplifier l'intégration agriculture-élevage pour améliorer les performances des systèmes de production.

De façon spécifique, il s'est agi de déterminer l'effet des résidus de production d'asticots et des litières de volaille sur :

- les paramètres chimiques et l'activité respiratoire du sol ;
- la croissance et les rendements en grains et en pailles de maïs.

Le présent mémoire, est organisé en trois chapitres. Le premier intitulé synthèse bibliographique, traite des généralités sur la fertilité des sols et quelques modes de gestion de la fertilité. Le deuxième présente le cadre de l'étude et la méthode adoptée. Le troisième traite des résultats obtenus suivi d'une discussion. A la suite, quelques perspectives et recommandations ont été faites.

## **CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **1.1. Généralités sur la fertilité des sols**

### **1.1.1. Définitions du concept de la fertilité des sols**

Le concept de la fertilité des sols est très ancien et très complexe à définir. Les définitions de la fertilité du sol sont nombreuses. Selon Delville (1996), la notion de la fertilité du sol est ambiguë et renvoie à la fois aux caractéristiques du sol et à ce qu'en fait l'agriculteur (cultures et techniques). Du point de vue économique, la fertilité du sol est la capacité d'un milieu à favoriser durablement, et à des coûts aussi limités que possible, une production utile et particulière (Serpentié et Ouattara, 2001). Sur le plan agronomique, Young (1989) la définit comme étant la capacité du sol à soutenir durablement la croissance des plantes, dans des conditions climatiques données et d'autres caractéristiques appropriées de la terre. Selon Pieri (1989), la fertilité du sol est un potentiel de production végétale dont l'appréciation est liée à la connaissance des composantes physiques. Ce potentiel selon lui, ne peut donc se concevoir indépendamment du niveau des techniques culturales employées par les agriculteurs et de ce fait, la fertilité reste une notion historique sujette à évolution. Selon CIRAD-GRET (1999), la fertilité du sol est l'aptitude de ce dernier à produire des récoltes en fonction de ses qualités intrinsèques et des techniques culturales utilisées. Selon Pieri (1989) et CIRAD-GRET (1999), deux notions se dégagent du concept de la fertilité du sol :

- la fertilité actuelle définie comme étant l'aptitude du sol à produire dans les conditions de cultures du moment, et qui se mesure par le rendement obtenu ;
- la fertilité potentielle, quant à elle, est l'aptitude du sol à produire dans des conditions optimales de nutrition par suite de l'action de l'homme sur les facteurs modifiables. Elle se mesure par le rendement maximum. Il est particulièrement important de noter que la fertilité potentielle dépend des techniques disponibles pour modifier les facteurs limitant et des choix à faire compte tenu des risques acceptables par les populations.

### **1.1.2. Quelques modes de gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso**

Substrat premier de l'agriculture parmi les facteurs de production, le sol au Burkina Faso est soumis à toutes formes de pression (Da *et al.*, 2008). Pour cela, une large palette de modes de gestion de la fertilité des sols a été développée par la recherche et les paysans eux-mêmes pour la restauration, l'amélioration ou le maintien du pouvoir productif des sols. Ces modes de gestion reposent sur deux principes : corriger les carences originelles du sol et compenser les exportations liées aux récoltes (CIRAD-GRET, 1999).

### **1.1.2.1. Gestion de la fertilité du sol par la pratique de la jachère**

La pratique de la jachère dont l'objectif essentiel est la restauration de la fertilité des sols, consiste à laisser au repos des terres « fatiguées » (appauvries) pendant une période donnée. Les études de Floret *et al.* (1993) ont montré que la jachère traditionnelle était pratiquée pour la reconstitution de la réserve de matière organique, et la restauration de certaines propriétés physico-chimiques du sol. Le temps de repos des terres laissées en jachère est déterminant dans la régénération et la restauration du potentiel de celles-ci. Une durée moyenne de 6 à 7 ans est indiquée pour percevoir la reprise de fertilité des terres laissées en jachère (Séné, 1997 ; Yaméogo, 1997).

Malheureusement, les études de Delville (1996) et de Breman et Sissoko (1998) ont montré le raccourcissement du temps des jachères dans les systèmes de production dû à la croissance démographique qui engendre une pression plus accrue sur les terres. De nouvelles initiatives ont été entreprises pour améliorer cette pratique traditionnelle de gestion de la fertilité des sols. En station expérimentale, Segda *et al.* (1997) ont indiqué une bonne protection du sol par les légumineuses mises en place avec un taux de couverture du sol atteignant 80%, et une accumulation importante de la matière organique et de l'azote pouvant atteindre respectivement 18 t/ha et 59 à 439 kg/ha. Le recours aux fertilisants minéraux et organiques est également chose courante pour remédier à la « fatigue » des sols.

### **1.1.2.2. Gestion de la fertilité du sol par la fumure organique et minérale**

Les fumures minérale (FM) et organique sont utilisées pour améliorer la fertilité des sols et les rendements des cultures. Des formulations d'engrais chimiques et organiques ont été vulgarisées par les chercheurs en vue d'améliorer l'efficacité des systèmes de production. Les engrais minéraux jouent un rôle important dans la stratégie de gestion des sols dégradés et dans l'amélioration des rendements des cultures (Henaou et Baanante, 1999 cités par Boughaba, 2012 ; Dugué, 2010). Au Mali, Doumbia *et al.* (2005) ont obtenu avec l'application de micro-dose d'engrais chimique une augmentation de rendements de 42 à 71 % sur le sorgho et 56 à 13,3 % sur le mil par rapport au témoin.

Suite aux insuffisances liées à l'utilisation exclusive des engrais chimiques, les études de Delville (1996) et de Ibrahima *et al.* (2009) ont montré l'importance de la fumure organique associée à la fumure minérale dans la gestion de la fertilité des sols. En effet, la combinaison de la fumure organique à celle minérale abaisse le risque d'acidification des sols, et peut



contribuer à des systèmes de production rentables et durables en zone tropicale (Harris, 2002 ; Lompo, 2005). Coulibaly (2008) a noté une augmentation du pH avec les fumures organo-minérales comparées au témoin. La fertilisation organique semble être l'une des solutions appropriées pour surmonter les problèmes d'affluence biologique, chimique et physique des sols (Gomgnimbou *et al.*, 2017). Annabi *et al.* (2009) ont montré que les amendements en compost améliorent le phosphore assimilable ainsi que le potassium disponible. En effet, des expérimentations de longue durée ont montré que des apports de fumier bien décomposé (C/N voisin de 10) permettent de limiter l'acidification des sols, d'augmenter le niveau de rendements, et de retrouver l'efficacité des engrais (Delville, 1996 ; Pousset, 2000). Des initiatives de conservation et de protection des sols ont été entreprises pour la gestion de la fertilité des sols.

### **1.1.2.3. Gestion de la fertilité du sol par les techniques CES/DRS**

Les producteurs adoptent de plus en plus les techniques de conservation des eaux et des sols pour s'adapter aux phénomènes de changement climatique et à la dégradation des terres (Pouya *et al.*, 2013). Le niveau d'adoption de ces pratiques varie selon les zones. Ces techniques sont utilisées soit pour améliorer soit pour récupérer les propriétés du sol soit pour réduire l'effet des agents érosifs. C'est par exemple le zaï, les diguettes antiérosives, les demi-lunes qui sont pratiqués dans la plupart des pays sahéliens dont le Burkina Faso. La fumure organique est parfois utilisée en association avec ces techniques. En effet, Zougmore *et al.* (2004) ont révélé que les techniques du Zaï et des demi-lunes combinées aux apports organiques, permettaient d'augmenter significativement les rendements du sorgho au Burkina Faso. Le zaï est une technique traditionnelle de récupération des terres encroûtées. Les travaux de Pouya *et al.* (2013) ont montré que les pratiques des cordons pierreux et le zaï sont les mesures conservatoires des sols les plus répandues (57 et 23 % d'adoptants) dans la zone Centre du Burkina Faso. Les cordons pierreux constituent un obstacle pour le ruissellement de l'eau et du coup, réduisent l'érosion hydrique tout en favorisant l'infiltration de l'eau. Outre cette importance physique, Kiema *et al.* (2008) ont noté que les teneurs en carbone et en phosphore du sol ont augmenté (3,42 g/kg de sol ; 71,6 mg/kg respectivement) dans une parcelle avec cordons pierreux par rapport à un témoin sans cordons pierreux (1,79 g/kg et 67,5 mg/kg de sol respectivement pour le carbone et le phosphore). Leurs travaux ont également indiqué une élévation des teneurs en argiles (25,6 %) et en limon (11,2 %), par rapport à celles (15,6 et 6,8 % respectivement d'argiles et de limon) obtenues avec le témoin.

Les bandes enherbées (67 %) et les autres pratiques comme l'agroforesterie, les haies vives (21 %) sont plus pratiquées par les paysans de l'Ouest (Pouya *et al.*, 2013). La succession culturale et l'association des cultures sont également pratiquées par les producteurs dans l'amélioration de la fertilité de leurs sols.

#### **1.1.2.4. Gestion de la fertilité du sol par la rotation des cultures et l'association des légumineuses**

L'agriculture burkinabé est essentiellement une agriculture de subsistance, même si de plus en plus des cultures de rente prennent des proportions importantes. Les légumineuses sont cultivées seules ou en association avec les cultures céréalières pour gérer la fertilité des sols. Le sorgho et le niébé sont cultivés à plus de 80 % en association (Kiba, 2012). Les travaux sur les légumineuses ont montré les effets bénéfiques de l'intégration de celles-ci dans les systèmes de culture. En effet, les résultats de Bado *et al.* (2006) obtenus au Burkina Faso ont montré les effets bénéfiques de l'arachide et du niébé, notamment leur capacité à couvrir respectivement 27 à 34 % et 52 à 56 % leurs besoins en azote (N) grâce à la fixation symbiotique de cet élément. Les successions culturales sont parfois utilisées par les producteurs comme stratégies de gestion de la fertilité des champs, et de lutte contre l'infestation parasitaire et les adventices (Pouya *et al.*, 2013). Au Zimbabwe, Zingore *et al.* (2008) ont montré que la rotation entre les cultures céréalières et les légumineuses était bénéfique pour les cultures céréalières, notamment la fourniture en N par les légumineuses. Bado (2002) a montré que le niébé pouvait fixer 15 à 143 kg N/ha de l'atmosphère, soit 25 à 64 % de N total qu'il mobilise. Les résultats des travaux du CILSS (2010) à l'Ouest du Burkina Faso, ont montré que l'association de cultures, la production du mucuna (*Mucuna pruriens*), la plantation de *Acacia albida*, l'utilisation du faux kinkéliba (*Cassia occidentalis*), permettent également d'enrichir les terres.

### **1.2. Généralités sur les substrats organiques utilisés dans la production végétale**

#### **1.2.1. Quelques substrats organiques utilisés dans la production végétale**

Comme dans la plupart des pays africains, divers substrats organiques sont utilisés en production végétale au Burkina Faso. Les matières organiques utilisées dans la fertilisation des sols sont de nature et de forme variées (Delville, 1996 ; Gomgnimbou, 2015). Les producteurs emploient les fumiers, le compost, la poudrette des enclos, les fientes de volaille, les résidus de cultures, les déchets ménagers, les engrais verts, etc. Une récente étude conduite au Burkina Faso a montré que les déjections de chenilles peuvent être utilisées pour améliorer

la fertilité des sols et les rendements des cultures (Gnissien, 2016). Suivant leur stade d'évolution, les substrats organiques sont considérés comme matières organiques libres fraîches, ou produits transitoires ou humus (Delville, 1996 ; Pousset, 2000 ; Culot, 2005). Ces substrats organiques se caractérisent par leur rapport C/N qui traduit le degré de richesse ou de disponibilité azotée, et la teneur en lignine (Pousset, 2000 ; Culot, 2005). Les études de Gomgnimbou (2015), conduites dans les zones périurbaines et urbaines de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), ont montré qu'à l'échelle de l'unité d'élevage, les déjections animales sont prioritairement utilisées pour la fertilisation des champs (62 %). Cet auteur ajoute que les résidus d'élevage sont utilisés sous forme brute ou compostée, pour la fertilisation des champs pour les cultures très exigeantes en fumure organique (maïs, cultures maraichères et horticoles). Ces substrats organiques jouent un rôle important dans la production végétale.

### **1.2.2. Importance des substrats organiques dans la production végétale**

La gestion de la fertilité des sols passe par la gestion de la matière organique du sol ainsi que l'apport de fertilisants extérieurs aux sols. Le recyclage des résidus organiques permet de dynamiser les sols et leur donner des caractéristiques plus intéressantes (Dugué, 2010). Ces apports organiques se différencient par leur origine (végétale ou animale), par leur degré de décomposition (rapport C/N) et par leur richesse en humus (coefficient iso-humique) (Delville, 1996). Ils fournissent la matière organique qui joue un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols et la fourniture des éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore, le potassium et le soufre (Traore et Toé, 2008 ; Koulibaly *et al.*, 2009 ; Ouattara, 2011 ; Ouédraogo, 2013). Les matières organiques apportées aux cultures contribuent à améliorer les propriétés physique, chimique et biologique, et influencent la nutrition des plantes en leur offrant la possibilité de mieux profiter à la fois de la fertilité naturelle du sol et des apports d'engrais (Gomgnimbou, 2015). Boughaba (2012) rapporte que l'utilisation raisonnée des déjections avicoles contribue, du fait de leur valeur fertilisante et amendante, à réduire la consommation d'engrais minéraux, et ainsi, le coût de la fertilisation. Cet auteur ajoute que ces déjections permettent également d'accroître le taux de recyclage des éléments en agriculture et à entretenir la fertilité, la stabilité structurale et la biodiversité des sols, notamment par l'apport des composants de la litière.

Au niveau des végétaux, l'humus ou plus largement la matière organique du sol, favorise la croissance et la résistance des plantes par une bonne alimentation en éléments majeurs (N, P,

K), et par une disponibilité suffisante en éléments secondaires et oligo-éléments ainsi qu'en divers activateurs (Soltner, 2003). Chabalier *et al.* (2006) montrent que l'effet des apports organiques sur le pH du sol dépend de l'équilibre entre deux processus :

- l'acidification, due à l'oxydation de N, P et S organiques en anions simples ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) et à l'oxydation de carbone organique en carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ;
- l'alcalinisation, due à la neutralisation des ions  $\text{H}^+$  liée aux effets des cations métalliques apportés ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , etc.) et au remplacement des ions  $\text{H}^+$  sur le complexe argilo-humique par ces cations.

### **1.3. Généralités sur les résidus de production d'asticots dans la production végétale**

Les asticots sont des larves de mouches, diptères dont le genre *Musca* est présent de par le monde (Ekonda, 2013). Ils constituent une source importante de protéines animales pour l'aviculture traditionnelle (Pomalégni *et al.*, 2016). Les mouches domestiques pondent sur des matières organiques en décomposition, fournissant de la nourriture en quantité aux larves, généralement dans un endroit humide (Hardouin *et al.*, 2000). Il existe une diversité de substrats organiques sur lesquels pondent les mouches (Pomalégni *et al.*, 2016). Ces derniers ont montré que les aviculteurs traditionnels ont perçu la production des asticots comme une source de valorisation des déchets ménagers et d'élevage, qui jadis étaient jetés sur les tas d'ordures et qui constituaient une menace pour l'environnement. Les asticots jouent un rôle important dans le recyclage des déchets ménagers et excréments (Ekonda, 2013). En effet, les asticots produisent des enzymes qui attaquent les protides et les graisses pendant l'ingestion d'aliments suivie de la digestion.

Cependant, ils n'ont pratiquement pas de ferments agissants sur les glucides (Guyenot, 1907 ; Wigglesworth, 1970 cités par Ekonda, 2013). Les substrats organiques après la production d'asticots, appelés dans ce document « résidus de production d'asticots », sont obtenus après la récolte des asticots. Ces résidus sont le produit de la décomposition des substrats organiques par les larves de mouche.

#### **1.3.1. Techniques de production des résidus de production d'asticots**

La production des résidus de production d'asticots est un processus naturel de décomposition des substrats organiques par les organismes (bactéries, larves de mouche, etc.). Etant donné qu'ils sont issus de la production des larves de mouches (asticots), leurs techniques de production peuvent découler de celles des asticots. La production consiste à humidifier les

substrats organiques contenus dans un récipient, les déposer dans un milieu ombragé et les fermer après 24 heures. L'odeur des substrats organiques de production attire les mouches qui viennent s'alimenter. Elles y pondent des oeufs pour donner lieu à des asticots qui en se nourrissant de ces substrats, les dégradent du coup (Bouafou *et al.*, 2006). La récolte consiste à séparer les larves des substrats de production à 4-5 jours après exposition pour le *Musca domestica*. Elle survient après que les asticots soient purgés. Les résidus issus de la production d'asticots constituent l'un des substrats organiques à utiliser dans la production végétale. Toutefois, il est à envisager l'organisation de la biodégradation de ces substrats et la maîtrise de toutes les nuisances associées (Bouafou *et al.*, 2006).

### **1.3.2. Qualité et importance agronomique des résidus de production d'asticots**

De nombreuses expériences ont été menées sur la gestion des déchets organiques pour intensifier les systèmes de production et éviter la pollution de l'environnement. Parmi ces expériences, figure la production des asticots utilisés comme supplément alimentaire dans l'élevage, et dont leur production permet d'obtenir des engrais organiques. L'expérience de Hardouin *et al.* (2000) montre aussi que le développement des asticots dans un substrat organique s'accompagne habituellement d'une dépollution relative du substrat et d'une diminution des odeurs. Les travaux de Zhu *et al.* (2014) en Chine, ont montré que le compostage du fumier de porc traité à la mouche domestique peut être considéré comme une alternative durable pour obtenir des engrais organiques de qualité et des asticots comme aliments. Leurs résultats montrent que ce traitement réduit la durée du compostage. Le tableau I a montré que les larves de mouche dite du soldat noir ont réduit les concentrations de nutriments du fumier, généralement de 40 à 55 %. En effet, l'activité bactérienne et larvaire réduit non seulement la matière sèche mais aussi les teneurs en éléments nutritifs tels que l'azote ou le phosphore (Diener *et al.*, 2011). D'après les données de ce tableau, la production des larves du soldat noir a permis une augmentation du pH et une diminution du rapport C/N (10,22) du résidu organique. Cela symbolise le fait que ce soit un fertilisant organique qui pourrait jouer un rôle important dans l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologique du sol. Une utilisation de ce résidu est une application dans l'agriculture, semblable au compost ou à un traitement ultérieur dans une installation de biogaz (Diener *et al.*, 2011). Les premières expériences de croissance avec des résidus de larves de fumier de porc, ont révélé des résultats prometteurs concernant la performance du basilic (*Ocimum basilicum*) et de l'herbe du Soudan (*Sorghum sudanese*) cultivées sur des mélanges de résidus

avec soit de l'argile ou du sable (Newton *et al.*, 2005). Tout comme les autres substrats organiques, les résidus de production d'asticot contiennent de la matière organique qui joue un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols et la fourniture des éléments nutritifs aux plantes.

**Tableau I** : Concentration d'éléments sélectionnés dans la matière sèche du fumier de porc après production de la mouche dite soldat noir

Eléments	Fumier de porc	Résidu de soldat noir	Changement
	ppm	ppm	%
N	923,7	414,52	-55,1
P	676,2	378	-44,1
K	358,7	169,34	-52,8
Ca	969,3	425	-56,2
Mg	299,3	175,96	-41,2
S	80,31	44,44	-44,7
Fe	6,63	6,8	2,6
Mn	12,8	6,02	-53
Zn	23,53	12,91	-45,1
Cu	14,85	8,05	-45,8
B	0,32	0,16	-50
C	11248	4232,6	-62,4
Na	99,93	48,15	-51,8
pH	6,24	7	12,2
C/N	12,2	10,22	-16,2

Source : Newton *et al.* (2005).

### Conclusion partielle

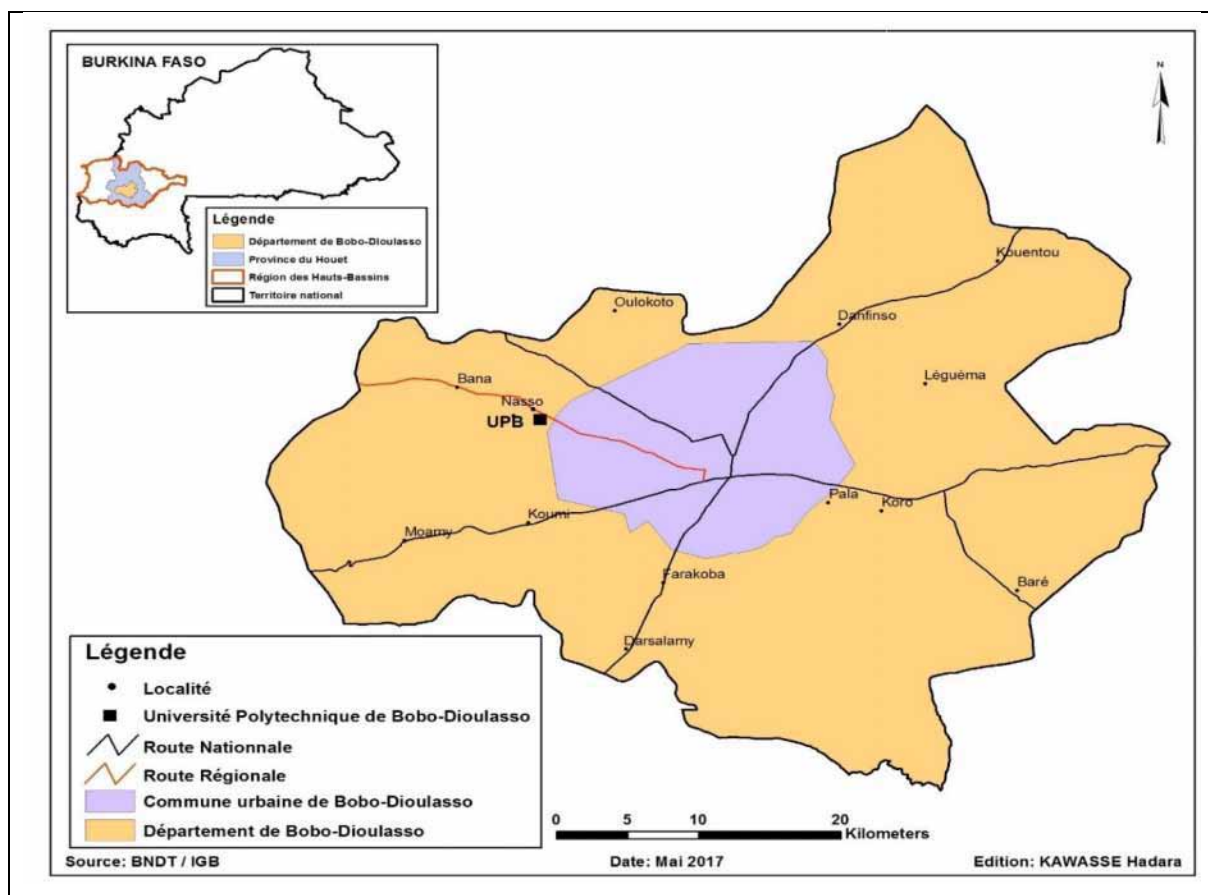
De nombreuses études ont été réalisées sur la gestion de la fertilité des sols afin d'améliorer les performances des systèmes de production agricole. Il ressort de ces études, que plusieurs modes de gestion sont utilisés dont l'emploi des substrats organiques par les producteurs. Ces modes de gestion ont des effets positifs sur la fertilité des sols qui se traduisent par l'augmentation des rendements des cultures. Divers substrats organiques sont également utilisés pour produire des asticots pour la nutrition de la volaille. Les résidus organiques après la production d'asticots peuvent être utilisés dans la production végétale.

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

## 2.1. Présentation de la zone d'étude

### 2.1.1. Localisation géographique du site de Nasso

Notre étude, inscrite dans le cadre du projet *Insect as Feed in West Africa* (IFWA) conduit par l'Institut du Développement Rural (IDR) de l'Université Nazi Boni (UNB) au Burkina Faso, a été menée à l'animalerie dudit institut localisée dans le domaine de l'UNB. L'UNB est une université publique située dans la région des Hauts-bassins (HBS) à l'Ouest du Burkina Faso dont le chef-lieu est Bobo-Dioulasso dite capitale économique. L'UNB est implantée précisément dans le village de Nasso, un des 205 villages rattachés à la commune urbaine de Bobo-Dioulasso. Le village de Nasso, ayant pour coordonnées géographiques: 11°12'10'' Nord et 4°25'3'' Ouest, est situé à 15 km du côté Ouest de la ville de Bobo-Dioulasso (Figure 1).



**Figure 1** : Localisation de Nasso dans le département de Bobo-Dioulasso

### 2.1.2. Climat

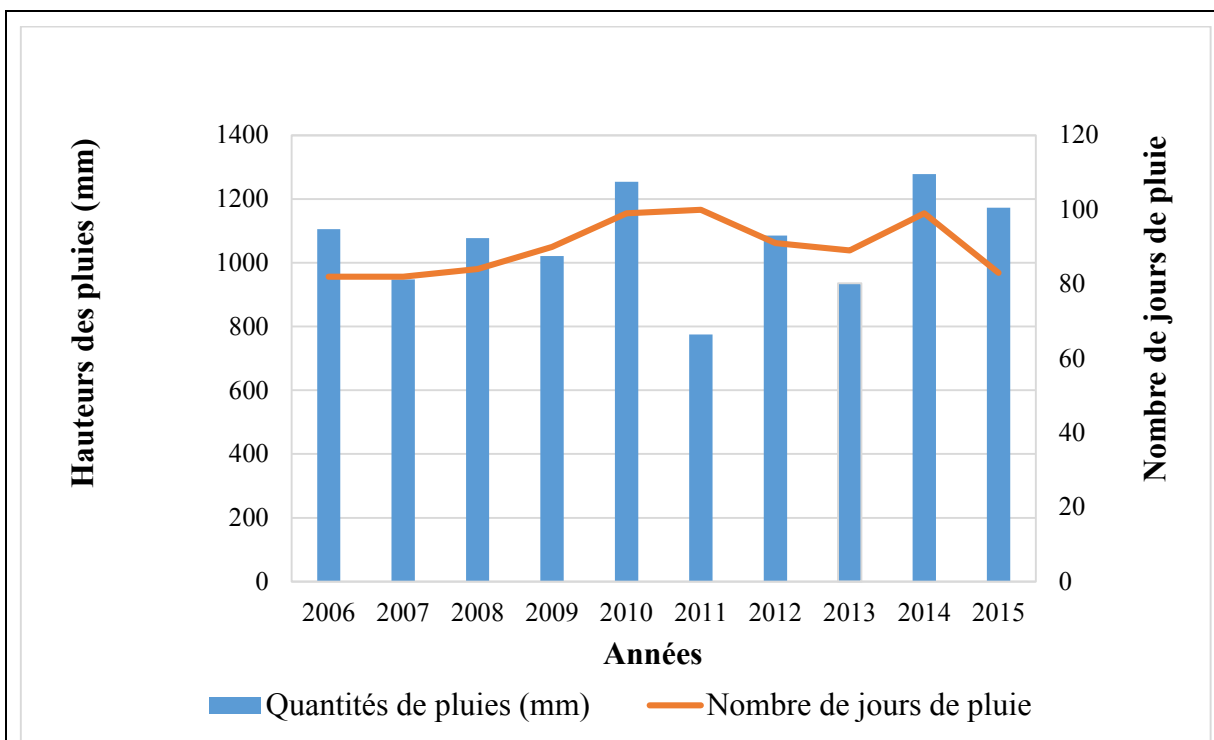
La zone d'étude appartient au climat sud soudanien dont la pluviosité annuelle est comprise entre 800 mm et 1200 mm (Fontes et Guinko, 1995). Cette zone climatique est caractérisée par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse. Au cours de la saison sèche,



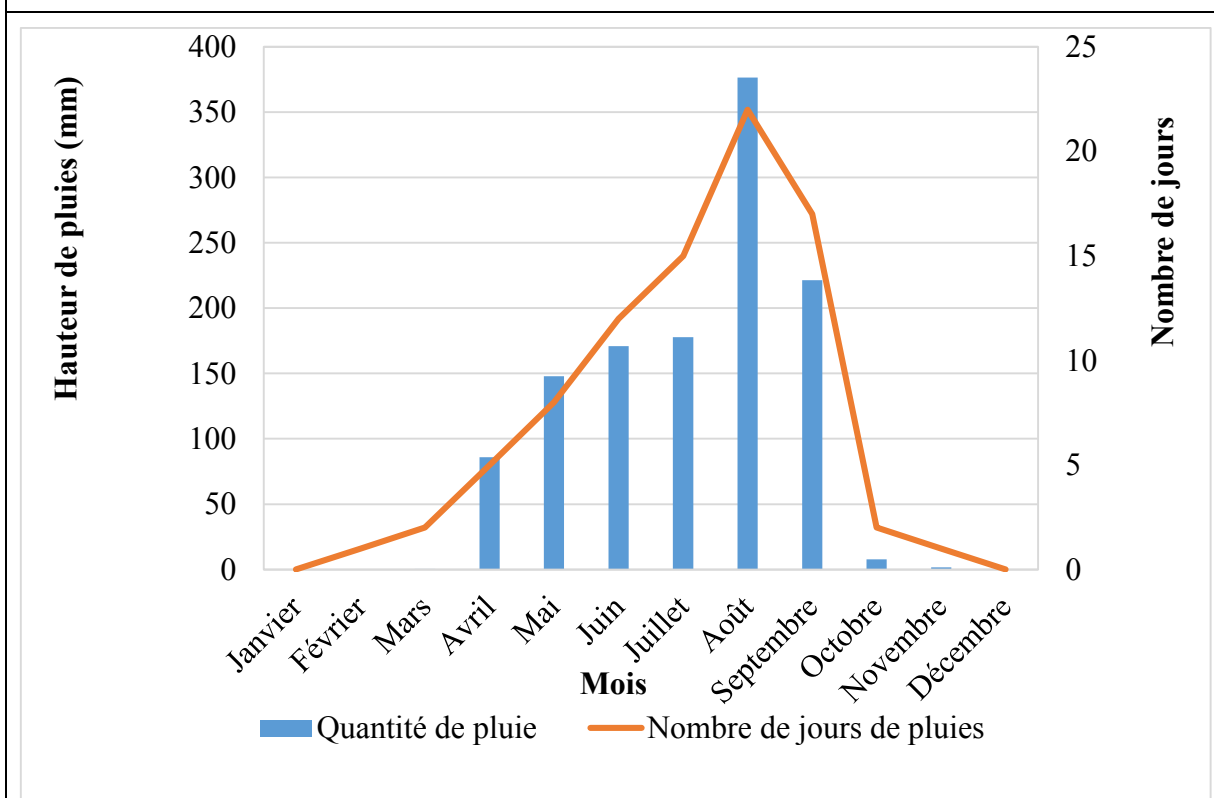
souffle l'harmattan (novembre-avril) et au cours de la saison pluvieuse, dominant les vents humides de la mousson.

La zone d'étude enregistre une assez bonne pluviosité et compte parmi les localités les mieux arrosées du pays. Les précipitations de la zone d'étude se caractérisent par une très grande variabilité spatio-temporelle.

Les figures 2 et 3, générées à base des données recueillies à l'unité météorologique de Bobo-Dioulasso, donnent l'évolution de cette pluviosité moyenne respectivement durant les dix dernières années et durant l'année 2016. La figure 2 montre une variation d'une année à l'autre de la pluviosité moyenne annuelle durant les dix dernières années. Elle varie entre 775,4 mm en 2011 et 1278,3 mm en 2014 avec un nombre de jours de pluie de 100 et de 99. La pluviosité de l'année 2016, avec un total de 1190,6 mm et 85 jours de pluie, a connu une mauvaise répartition dans le temps. La figure 3 indique que le mois le plus arrosé durant l'année écoulée, est celui d'août pendant 22 jours avec une hauteur de pluie de 376,4 mm. Il est suivi du mois de septembre qui a enregistré 221,5 mm d'eau durant 17 jours. Notons que pendant le mois d'août généralement les pluies sont régulières, tandis que les mois de mars et d'avril sont les plus chauds de l'année. Le stade de croissance de nos cultures et une partie de la floraison ont coïncidé avec la période d'abondance des pluies. Malheureusement, le remplissage des grains a correspondu aux poches de sécheresse (fin septembre à octobre).



**Figure 2** : Pluviosité et nombre de jours de pluie de la zone d'étude au cours des dix (10) dernières années



**Figure 3** : Pluviosité et nombre de jours de pluie de la zone d'étude durant l'année 2016

Source des données : Station météorologique de l'aéroport de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

### **2.1.3. Relief et sols de la zone d'étude**

Le relief de la province du Houet est marqué par des affleurements de différentes formations géologiques (BUNASOLS, 2002). Par ailleurs, il se caractérise par des vallées, des bas-fonds et des plaines aménageables. L'altitude moyenne est de 420 m, et sa structure géologique est composée d'un socle granitique profond, un gneiss, et une série de grès (Zida, 2009).

Les travaux du BUNASOLS en 2002 révèlent 25 types de sols appartenant à 7 classes dans la province du Houet. Les classes sont les suivantes : classes des sols minéraux bruts, des vertisols, des sols peu évolués, des sols brunmifiés, des sols à sesquioxyde de fer et de manganèse, des sols ferralitiques et des sols hydromorphes.

Les sols de notre site d'étude sont du type ferrugineux tropical lessivé. Selon la synthèse des travaux de l'ORSTOM faite par Fontes et Guinko (1995), ce sont des sols à texture variable, généralement à tendance sableuse dans les horizons de surface, et argileuse dans les horizons plus profonds (> 40 cm). Ils ont un régime hydrique imparfait dû à de mauvaises propriétés physiques (porosité et perméabilité). Ils ont tous une faible capacité d'échange cationique (CEC).

### **2.1.4. Végétation**

Selon le découpage phytogéographique réalisé par Fontes et Guinko (1995), la province du Houet appartient au secteur Sud Soudanien. La végétation est une savane boisée divisée en trois strates : arborée, arbustive et herbacée. La strate arborée comporte des espèces comme *Vittelaria paradoxa* Gaerth.f., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G Don, *Tamarindus indica* L.. La strate arbustive est constituée par les Combretacées et des espèces comme *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh, *P. reticulatum* (OC.) Hochst et *Daniellia oliveri* (Rolfé) Hutch. et Dalz. La strate herbacée est surtout dominée par les espèces suivantes *Andropogon gayanus* Kunth, herbe de jachères, *Crotalaria retusa* Linnaeus. A part la végétation naturelle, on rencontre des plantations d'arbre notamment : *Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea* et *Tecnona grandis*.

## **2.2. Matériel de l'étude**

### **2.2.1. Matériel végétal utilisé**

Le matériel végétal utilisé pour notre étude était le maïs (*Zea mays* L.), variété FBC6 (Farako Bâ Composite n°6). C'est une variété dont le cycle de développement est étalé sur 91 jours ;

les grains sont de couleur jaune à jaune orangé, de texture cornée-dentée et avec un rendement potentiel de 5,6 t/ha (Sanou, 1993). C'est une variété mise au point par l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) Farako Bâ (Burkina Faso) et issue d'un brassage de 8 composites. Les aires de culture sont essentiellement les zones où la pluviosité est supérieure à 800 mm ainsi que les périmètres irrigués.

Le choix du maïs pour l'essai s'explique par le fait que c'est une spéculation en plein envol avec de plus en plus de terres dédiées à sa production. C'est aussi une culture très exigeante en éléments minéraux. C'est la même variété FBC6 que le producteur qui a mis à notre disposition la parcelle expérimentale a utilisé. Elle a été acquise avec une structure spécialisée de la place (NAFASO).

### **2.2.2. Fertilisants organiques et minéraux utilisés**

Les fertilisants organiques utilisés étaient constitués de résidus de production d'asticots et de litières de volailles.

– Les résidus de production d'asticots utilisés pour l'essai ont été obtenus à l'animalerie de l'IDR. Ils sont issus de la production des asticots de mouche domestiques (*Musca domestica*) durant l'année 2015. Les substrats organiques qui ont servi à leur production étaient essentiellement constitués de fientes de poules pondeuses mélangées aux copôts de bois, de déjections bovines et de crottins de petits ruminants (photo 1 en annexe).

La technique de production des résidus de production d'asticots était la suivante : 4 tonnes de substrats organiques ont été mis dans un bac puis on y a introduit 7 litres d'eau dans le substrat et l'ensemble est bien mélangé avant d'être exposé à l'air libre et à l'ombre pendant 24 heures. Après 24 heures on ferme l'ensemble à l'aide de sacs. La récolte des asticots est faite après cinq (05) jours d'exposition et les résidus organiques après l'extraction des asticots constituent les résidus de production d'asticots utilisés pour notre essai.

– La litière de volaille utilisée est un mélange de fientes de volaille (poules locales et pintades) et de glumelles de riz. Elle a été prélevée dans le poulailler de l'animalerie de l'IDR (photo 2 en annexe).

– Les fertilisants minéraux utilisés : la fertilisation minérale du maïs a été assurée par l'engrais chimique NPK de formule 15-15-15, complété par l'urée 46 % d'azote. Ces fertilisants ont été achetés sur le marché local.

## 2.3.Méthodes de l'étude

### 2.3.1. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit sur une parcelle dont le précédent cultural était le sésame. Le dispositif expérimental était en blocs de Fischer complètement randomisés, comprenant 9 traitements et 3 répétitions, soit 27 parcelles élémentaires (PE) (Figure 4). Les dimensions du dispositif expérimental étaient de 55 m de longueur sur 17 m de largeur, soit 935 m<sup>2</sup> de superficie totale. Les blocs étaient séparés entre eux par une allée de 2 m, tandis qu'une allée de 1 m séparait les parcelles élémentaires d'un même bloc. Les blocs étaient disposés perpendiculairement à la pente du terrain (environ 2 %) afin d'y homogénéiser les conditions pour tous les traitements. Chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 25 m<sup>2</sup>, soit 5 m x 5 m. La répartition des différents traitements dans chaque bloc a été réalisée de façon aléatoire au tirage. Les différents traitements formulés et testés sont :

- T0 = Témoin absolu ;
- T1 = 150 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ;
- T2 = 2 t.ha<sup>-1</sup> de litières de volailles (poules locales et pintades) ;
- T3 = 2 t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticot ;
- T4 = 1 t.ha<sup>-1</sup> de de litières de volailles (poules locales et pintades) + 1t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticot ;
- T5 = 2 t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticot + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ;
- T6 = 2 t.ha<sup>-1</sup> de litières de volailles (poules locales et pintades) + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ;
- T7 = 1 t.ha<sup>-1</sup> de de litières de volailles (poules locales et pintades) + 1t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticot + 75 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 25 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée ;
- T8 = 1 t.ha<sup>-1</sup> de de litières de volailles (poules locales et pintades) + 1t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticot + 150 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK + 50 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée.

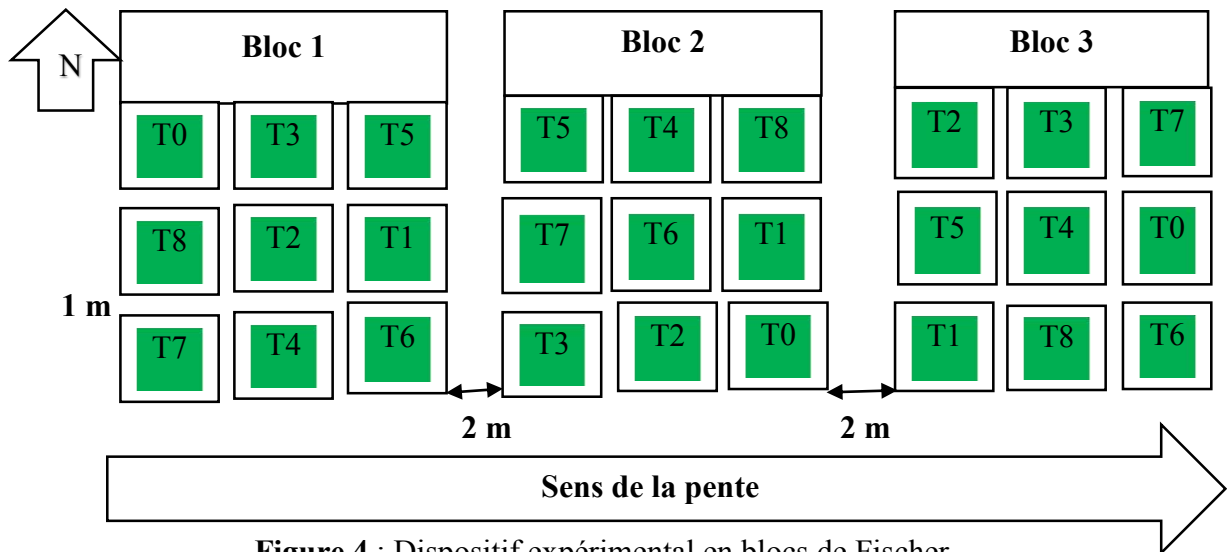


Figure 4 : Dispositif expérimental en blocs de Fischer

### 2.3.2. Mise en place et conduite de l'essai

L'essai a été installé sur un sol ferrugineux tropical lessivé à texture sableuse.

– **Préparation du lit de semence et semis** : Un nettoyage préalable a été réalisé avant le labour. Le labour a été effectué à la traction animale avec une charrue à soc, et la profondeur de la surface travaillée était d'environ 20 cm. A la suite de cette opération nous avons procédé à l'épandage des résidus de production d'asticot et de litières de volailles. La surface du sol après épandage, a été aplaniée pour éviter les irrégularités de niveau.

Le semis a été réalisé manuellement quatre (04) jours après le labour, en raison de trois (03) grains par poquet. Un ré-semis a été effectué 4 Jours Après Semi (JAS) et le démariage, 8 JAS. Deux (02) plants de maïs par poquets ont été laissés après le démariage. Chaque parcelle élémentaire comportait six (06) lignes de maïs espacées de 0,8 m. Chaque ligne comportait onze (11) poquets espacés de 0,4 m.

– **Entretien des cultures et récolte** : Cette phase a consisté à observer l'évolution des cultures, à épandre les engrais minéraux et à sarcler pour le contrôle des mauvaises herbes. L'épandage du complexe NPK a été fait à 15 JAS, et celui de l'urée (46 % N) à 40 JAS. Le premier sarclage a été effectué 25 JAS et le second en mi-septembre. Tous ces sarclages ont été effectués manuellement et à la daba.

### **2.3.3. Collecte des données**

#### **2.3.3.1. Collecte des données agronomiques**

Les premières mesures de la hauteur et du diamètre ont été effectuées 30 JAS, et les secondes 60 JAS soit un intervalle de 30 jours entre les deux mesures. Quant à la récolte des épis et pailles, elle a eu lieu à 98 JAS. La collecte des données agronomiques a concerné les plantes des lignes centrales. Pour ce faire, un carré de dimensions 3m x 3m (parcelle utile : PU) a été disposé au centre de chaque parcelle élémentaire pour la collecte (Photos 3 et 4 en annexe).

##### **– Mesure de la croissance des cultures (hauteur et diamètre au collet des pieds de maïs)**

La croissance des cultures a été suivie en mesurant la hauteur et le diamètre au collet des pieds de maïs. Un mètre ruban a permis de mesurer la hauteur des cultures et le pied à coulisse pour mesurer le diamètre au collet des pieds de maïs. Les mesures de la taille et du diamètre au collet des pieds du maïs ont été réalisées au cours de l'entretien des cultures.

##### **– Evaluation des rendements grains et pailles**

Pour le rendement en grain, les épis ont été récoltés sur toute la parcelle utile puis séchés et égrenés à la main. Les grains séchés ont été ensuite pesés au laboratoire à l'aide d'une balance électronique, pour déterminer le poids des grains de chaque parcelle utile des traitements. Les valeurs obtenues ont été extrapolées à l'hectare (kg/ha). La formule permettant d'obtenir les rendements grains en kg/ha est la suivante :

$$\text{Rendement (Kg/ha)} = (P \times 10\,000) / 9 \text{ (m}^2\text{)} \times 1000 ;$$

Avec P : le poids des grains secs en gramme.

Pour le rendement en paille, les tiges de maïs ont été coupées au niveau du collet sur toute la parcelle utile et mises dans des sacs étiquetés, puis pesées à l'aide d'une balance électronique. Un échantillon de 100 g a été prélevé dans chaque sac puis placé à l'étude à 105°C pendant 72 heures pour déterminer la matière sèche. La production en paille a été déterminée à l'aide de la formule 1, et le rendement par la formule 2.

La production en pailles est calculée à travers cette formule :

$$\text{Production (g)} = \text{PF} \times \text{PS}/100 \text{ (1)};$$

$$\text{Rendement} = (\text{Production} \times 10\,000)/9(\text{m}^2) \times 1000 \text{ (2)}.$$

Avec PF : le poids frais des pailles en gramme et PS : poids sec des 100g de pailles après séchage à l'étuve.

### **2.3.3.2. Détermination des paramètres chimiques et de l'activité biologique du sol**

Les analyses chimiques ont concerné les échantillons prélevés avant l'application des fertilisants organiques et le labour, et ceux prélevés après la récolte. Les prélèvements de sol ont été effectués sur l'horizon 0-20 cm à l'aide d'une tarière pour tous les échantillons. L'analyse des échantillons du sol prélevés avant le labour et l'application des fertilisants organiques, a été réalisée pour déterminer l'état de la fertilité du sol avant expérimentation. Quant à celle des échantillons prélevés après la récolte, elle a permis d'évaluer l'évolution de la fertilité du sol dans les différents traitements après expérimentation.

#### **2.3.3.2.1. Prélèvement et préparation des échantillons de sol**

Des échantillons non perturbés pris dans leur structure naturelle ont été prélevés avant la mise en place de l'essai. Sur chaque bloc, neuf (09) échantillons élémentaires ont été prélevés à l'aide d'une tarière à une profondeur du sol de 0-20 cm suivant une diagonale. Les échantillons élémentaires ont ensuite été mélangés pour constituer un échantillon composite représentatif de chaque répétition ou bloc (au nombre de trois).

Après la récolte, 27 échantillons dont 9 par répétition ont été prélevés également à l'aide d'une tarière à une profondeur du sol de 0-20 cm. Ces échantillons ont été pris suivant les diagonales de chaque parcelle élémentaire en 5 points.

Tous les échantillons de sol collectés ont été mis dans des sachets d'échantillonnage de 2,5 kg, étiquetés, séchés à l'ombre et conservés. Les différents échantillons ont été ensuite transférés au laboratoire de Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN-SP) de l'INERA à Farako-Ba (Bobo-Dioulasso) pour les analyses chimiques, et au Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du sol (LERF) de l'UNB pour la détermination de l'activité respiratoire des échantillons prélevés après récolte.



### **2.3.3.2.2. Détermination des paramètres chimiques du sol**

Les analyses chimiques du sol ont porté sur le  $\text{pH}_{\text{eau}}$ , le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ , le carbone total, l'azote total, le phosphore total, le potassium total, le phosphore assimilable et le potassium disponible.

#### **– Détermination du $\text{pH}_{\text{eau}}$ et $\text{pH}_{\text{KCl}}$**

Le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  et le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  ont été déterminés à l'aide de la méthode potentiométrique de l'Agence Française de Normalisation (AFNOR) (1981) dans une suspension de l'échantillon respectivement dans de l'eau distillée et dans une solution de KCl, selon le rapport 1/2,5. Un pH-mètre électronique de marque Cyberscan 2500 a permis de mesurer les valeurs de  $\text{pH}_{\text{eau}}$  et  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  à 25°C.

#### **– Détermination du carbone total (carbone organique)**

Le carbone total a été déterminé par la méthode de Walkley-Black (1934). Un échantillon de sol de 0,5 g a été oxydé à chaud (135°C) pendant 30 mn par une solution de bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) à 1 N en présence d'acide sulfurique concentré. Le bichromate oxyde le carbone organique en gaz carbonique et les ions chromes libérés s'associent avec les ions sulfates et donnent une couleur verte à la solution. L'excès de bichromate a été titré par le sel de MOHR ( $\text{FeSO}_4 (\text{NH}_4)_6$ ) pour déterminer la quantité qui a réagi. La lecture a été faite à l'aide d'un spectromètre et la longueur d'onde, de 585 nm.

#### **–Détermination de l'azote total (N-total), phosphore total (P-total) et potassium total (K-total)**

Ils ont été déterminés après minéralisation de 2,50 g de chaque échantillon de sol. La minéralisation s'est effectuée suivant la méthode Kjeldahl (Hillebrand *et al.*, 1953).

La méthode de distillation du minéralisât a permis de déterminer la teneur de l'azote total. L'azote organique a été transformé en azote ammoniacal et les nitrites et nitrates en ammoniac. La solution obtenue est alcalinisée par la soude permettant ainsi la libération de l'ammoniaque ( $\text{NH}_4^+$ ). L'ammoniaque est entraînée par distillation et recueilli dans une solution d'acide borique ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) en présence de l'indicateur Tashiro. L'excès a été titré par une solution d'acide chlorhydrique (HCl).

Pour le phosphore total, le minéralisât est additionné à une solution mixte d'acide ascorbique + molybdate d'ammonium + antimonyloxytartrate de potassium. Les ions molybdates forment avec les ions phosphates un complexe coloré en bleu dont l'absorbance est mesurée à 720 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de phosphore. Le dosage se fait par calorimétrie automatique.

Le potassium (K) est déterminé au photomètre à flamme par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium (K) avec celles des solutions standards directement après la minéralisation.

#### **–Détermination du phosphore assimilable (P-assimilable)**

Le phosphore assimilable est déterminé selon la méthode BRAY I (Bray et Kurtz, 1945). Cette méthode consiste à extraire les formes de phosphore soluble des acides en grande partie celle liée au calcium, et une portion liée à l'aluminium et au fer par l'acide chlorhydrique en présence de fluorure d'ammonium. Pour cela, 2 g de sol de chaque échantillon sont introduits dans un flacon et l'on y ajoute 8 ml de la solution d'extraction du phosphore puis le tout est mis en agitation pendant une minute. Après agitation le contenu de chaque flacon a été immédiatement filtré. Les filtrats obtenus sont analysés par colorimétrie au spectrophotomètre. La densité optique des filtrats est fonction de la concentration en ions phosphore initialement présents.

#### **–Détermination du potassium disponible (K-disponible)**

L'extraction du potassium disponible a été faite en utilisant une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,1 N et une solution d'acide oxalique ( $H_2C_2O_4$ ) à 0,4 N. Le potassium (K) est déterminé au photomètre à flamme, par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium (K) avec celles des solutions standards. Il est soumis ensuite à une centrifugation (pendant 10 mn), et au filtrage de la solution à l'aide du papier filtre ; c'est sur le filtrat que se fait le dosage du potassium (Walinga *et al.*, 1989).

#### **2.3.3.2.3. Détermination de l'activité respiratoire (respirométrie) du sol**

L'activité biologique du sol a été déterminée par la méthode du test respirométrique. Le test de la respirométrie a été effectué au LERF (photo 5 en annexe). Les échantillons de sol ont été mis en incubation à 30°C pendant 21 jours et le  $CO_2$  a été dosé selon la méthode de Dommergues (1960). Elle consiste à piéger le  $CO_2$  dégagé par de la soude (NaOH à 0,1 N), puis le précipité sous forme de carbonate de sodium par le chlorure de baryum 3 %. La soude (NaOH) en excès a été neutralisée par l'acide chlorhydrique (HCl à 0,1 N) en présence de la phénophtaléine. Les échantillons de sol ont été tamisés à 2 mm, et 100 g de chaque échantillon ont été humidifiés aux 2/3 de la capacité maximale de rétention en eau, puis placés dans des bocal hermétiquement fermés. Deux flacons, l'un contenant de la soude (NaOH à 0,1 N) pour piéger le gaz carbonique ( $CO_2$ ) dégagé, et l'autre contenant de l'eau distillée pour maintenir l'humidité constante, ont été disposés dans chaque bocal. Un témoin par répétition

constitué uniquement d'un flacon contenant de la soude et d'un autre contenant de l'eau distillée est placé dans les mêmes conditions pour tenir compte de la carbonisation initiale de la soude dans le bocal et du dispositif randomisé. L'ensemble a été placé dans une salle à 30°C pendant 21 jours. La quantité de CO<sub>2</sub> dégagée a été mesurée quotidiennement durant les 8 premiers jours d'incubation, puis tous les deux jours jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour. Le CO<sub>2</sub> dégagé par jour en mg/100g de sol sec a été déterminée par la formule suivante :

$$Q \text{ (mg/100g de sol)} = [\text{VHCl (blanc)} - \text{VHCl (traitement)}] \times 2,2$$

Avec :

-VHCl (blanc) = volume d'acide chlorhydrique pour le témoin

- VHCl (traitement) = volume d'acide chlorhydrique pour le traitement.

### **2.3.3.3. Analyse chimique des résidus de production d'asticots et de la litière de volaille utilisés pour l'essai**

Les caractéristiques des résidus de production d'asticots et de la litière de volailles ont été déterminées au laboratoire de GRN/SP à Farako-Ba (Bobo-Dioulasso). Pour ce faire, des échantillons de ces fertilisants organiques (FO) ont été prélevés et séchés à l'ombre pour des analyses chimiques. Le prélèvement a eu lieu le jour de l'épandage de ces fertilisants dans le champ d'expérimentation. Les échantillons prélevés ont été broyés à l'aide d'une broyeuse. L'analyse a concerné les paramètres suivants : le pH<sub>eau</sub>, la matière organique (MO), la matière minérale, l'azote total, le phosphore total et le potassium total, selon les méthodes décrites plus haut.

La teneur en matière sèche a été déterminée par le séchage des échantillons à l'étuve à 105°C pendant 24 heures. Ensuite, ces échantillons ont été portés à la température de 530°C dans un four électrique pour déterminer la teneur en matière minérale. La détermination des totaux des éléments majeurs a été faite par minéralisation des échantillons.

#### **– Détermination du pH<sub>eau</sub>**

Le pH<sub>eau</sub> a été mesuré à l'aide de la méthode potentiométrique d'AFNOR (1981). On a introduit dans des flacons, 20 g de chaque échantillon puis on y ajoute 50 ml d'eau distillée et l'ensemble est mis en agitation pendant 30 mn. Après agitation, la suspension a été laissée au repos pendant 30 mn avant la lecture du pH.

#### **– La détermination de la matière organique MO et des cendres**

Elle est effectuée suivant la Norme Tunisienne (M'Sadak et Ben M'Barek, 2013), relative au dosage de la MO des résidus de production d'asticots et de litières de volailles. La méthode considérée pour la détermination du taux de la MO au niveau de chaque fumure, a consisté à sécher 5 g de chaque échantillon à l'étuve pendant 24 heures à 105°C. Après séchage à l'étuve, chaque échantillon a été calciné dans un four électrique à 530°C pendant 6 heures pour la détermination de la matière minérale. La teneur en MO a été déterminée selon l'équation suivante :

$$\text{MO (\%)} = (\text{Pavant cal.} - \text{Prs}) \times 100 / \text{Pavant cal.}$$

Avec : Pavant cal. : poids de l'échantillon avant calcination et Prs : poids des résidus secs.

A partir de la MO, la teneur en carbone a été déterminée.

#### **– Détermination de l'azote total, du phosphore total et du potassium total**

La détermination de ces éléments chimiques a nécessité une minéralisation et une préparation des solutions d'extraction de chaque élément, la minéralisation étant une étape commune. La minéralisation a été faite suivant le même processus que celui des échantillons de sol décrit un peu plus haut.

#### **2.4. Traitement et analyse des données**

Les données collectées sont saisies à l'aide du tableur Microsoft office Excel version 2013. Ces données sont soumises à une analyse de variance (ANOVA) avec le logiciel XLSTAT Version 2015.4.01.22368. Les moyennes sont séparées au seuil de 5 % selon le test de Fisher.

## **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

### 3.1.Résultats

#### 3.1.1. Caractéristiques chimiques des litières de volaille et des résidus de production d'asticots

Le tableau II présente les caractéristiques chimiques des fertilisants organiques utilisés pour l'essai. Ce tableau indique une richesse en azote total et carbone organique des litières de volaille par rapport aux résidus de production d'asticot. Par contre, les teneurs en matière minérale, en phosphore et en potassium, et le rapport C/N ainsi que le  $pH_{\text{eau}}$  sont plus élevés dans les résidus de production d'asticot que dans les litières de volaille utilisées.

**Tableau II :** Caractéristiques chimiques de la litière de volaille et résidus de production d'asticots utilisés pour l'essai

FO	$pH_{\text{eau}}$	Carbone (%)	cendre (%)	N (%)	C/N	P_total (mg/kg)	K_total (mg/kg)
LV	6,77	36,00	37,94	2,35	15	7680	10077
RPA	7,37	31,26	46,12	1,86	17	11145	10287

**Légende :** FO : fertilisants organiques ; LV : litières de volaille ; RPA : résidus de production d'asticots ; MO : matière organique ; MM : matière minérale ; N : azote ; P : phosphore et K : potassium.

#### 3.1.2. Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur les paramètres chimiques du sol

Le tableau III montre les résultats obtenus sur les caractéristiques chimiques du sol avant et après l'expérimentation. Les caractéristiques chimiques du sol après expérimentation ont peu évolué par rapport aux caractéristiques avant essai.

Les valeurs du pH ont varié entre les traitements de 5,53 (T2) à 6,09 (T6) pour le  $pH_{\text{eau}}$ , et de 4,48 (T8) à 4,95 (T6) pour le  $pH_{\text{KCl}}$ . De façon générale, les différents traitements, à l'exception de T1 et T2, ont induit une légère augmentation du  $pH_{\text{eau}}$  par rapport au témoin absolu (T0). Quant au  $pH_{\text{KCl}}$ , seul le T8 a donné une faible valeur que celle du témoin absolu (T0). Les  $pH_{\text{eau}}$  et  $pH_{\text{KCl}}$  des traitements (T3, T5 et T6) sont plus élevés que ceux de la parcelle avant essai (Pi).

Les teneurs moyennes en carbone et en azote total ont varié respectivement de 0,29 % (T6 et T7) à 0,38 % (T4), et de 0,021 % (T6 et T7) à 0,027 % (T4). Le rapport C/N a varié de 12,58 (T0) à 15,85 (T2). L'on note une baisse des teneurs moyennes en carbone et en azote au niveau des traitements, à l'exception du T4 où une légère augmentation a été observée par rapport à leurs teneurs avant la mise en place de l'essai (Pi).

Les teneurs en phosphore total et en phosphore assimilable ont varié respectivement de 49,89 mg/kg de sol (T0) à 72,24 mg/kg de sol (T8) et de 1,72 mg/kg de sol (T0) à 3 mg/kg de sol (T6). L'on note une augmentation de la teneur moyenne en phosphore total (P-total) par rapport à sa teneur avant essai ( $P_i$ ) dans tous les traitements, sauf en T0. Quant au phosphore assimilable (P-assimilable), l'on note une baisse de sa teneur dans les traitements T0 et T1 par rapport à la parcelle avant essai ( $P_i$ ).

Pour le potassium total (K-total) et le potassium disponible (K-disponible), les teneurs moyennes ont varié respectivement entre les traitements de 312,46 mg/kg de sol (T0) à 385,23 mg/kg de sol (T3), et de 28,29 mg/kg de sol (T7) à 46,63 mg/kg de sol (T6). Nous constatons une augmentation en K-total par rapport à sa teneur avant essai ( $229,54 \text{ mg.kg}^{-1}$  de sol) dans tous les traitements sauf en T0 (312,46 mg/kg de sol). L'augmentation du K-total est très insignifiante dans le sol de T6, qui cependant enregistre la valeur moyenne en K-disponible la plus élevée. Seuls les traitements T4 et T6 ont induit une augmentation du K-disponible par rapport à sa teneur avant essai.

L'analyse de variance au seuil de 5 % a montré une différence significative entre les traitements pour le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  et la teneur en K-disponible. Par contre, il n'y a pas eu de différence significative au seuil de 5 % entre les différents traitements pour le carbone, l'azote, le rapport C/N, le P-total, le P-assimilable et le K-total. Globalement, l'amélioration de ces paramètres chimiques a varié d'un traitement à l'autre.

**Tableau III : Variation des caractéristiques chimiques du sol après expérimentation**

Traitements	pH <sub>eau</sub>	pH <sub>kCl</sub>	Carbone (%)	N (%)	C/N	P-total (mg/kg sol)	P-assimilable (mg/kg sol)	K-total (mg/kg sol)	K-disponible (mg/kg sol)
<b>Pi</b>	5,89 (0,10)	4,65 (0,05)	0,37 (0,00)	0,026 (0,00)	13,96 (0,39)	51,63 (0,50)	2,00 (0,29)	329,54 (13,47)	36,01 (6,70)
<b>T0</b>	5,68 <sup>b</sup> (0,05)	4,49 (0,04)	0,31 (0,04)	0,025 (0,00)	12,58 (1,47)	49,89 (11,96)	1,72 (0,05)	312,46 (24,25)	29,56 <sup>b</sup> (2,16)
<b>T1</b>	5,60 <sup>b</sup> (0,23)	4,51 (0,18)	0,32 (0,05)	0,025 (0,00)	13,00 (1,56)	60,00 (2,30)	1,64 (0,54)	347,11 (32,02)	31,54 <sup>b</sup> (9,27)
<b>T2</b>	5,53 <sup>b</sup> (0,03)	4,71 (0,06)	0,37 (0,05)	0,025 (0,00)	14,85 (0,34)	65,48 (9,29)	2,31 (0,05)	371,83 (32,09)	35,77 <sup>b</sup> (5,36)
<b>T3</b>	5,93 <sup>ab</sup> (0,28)	4,89 0,04)	0,36 (0,03)	0,024 (0,00)	14,75 (0,44)	59,85 (4,70)	2,38 (0,29)	385,23 (33,09)	32,88 <sup>b</sup> (1,54)
<b>T4</b>	5,88 <sup>ab</sup> (0,25)	4,73 (0,03)	0,38 (0,03)	0,027 (0,00)	14,34 (0,93)	58,52 (2,48)	2,03 (0,05)	366,46 (4,91)	37,07 <sup>ab</sup> (7,36)
<b>T5</b>	5,94 <sup>ab</sup> (0,14)	4,78 (0,34)	0,33 (0,05)	0,024 (0,01)	14,02 (0,90)	59,42 (5,49)	2,67 (0,52)	346,42 (15,97)	32,19 <sup>b</sup> (7,37)
<b>T6</b>	6,09 <sup>a</sup> (0,15)	4,95 (0,50)	0,29 (0,02)	0,021 (0,00)	13,63 (1,16)	61,95 (6,49)	3,00 (1,59)	331,27 (50,88)	46,63 <sup>a</sup> (8,79)
<b>T7</b>	5,89 <sup>ab</sup> (0,23)	4,93 (0,52)	0,29 (0,03)	0,021 (0,00)	13,63 (0,43)	60,06 (6,89)	2,97 (1,10)	340,58 (39,27)	28,29 <sup>b</sup> (3,38)
<b>T8</b>	5,77 <sup>b</sup> (0,05)	4,48 (0,23)	0,34 (0,08)	0,026 (0,01)	13,31 (0,26)	72,24 (20,49)	2,14 (0,13)	346,81 (9,21)	30,93 <sup>b</sup> (2,46)
<b>ddl</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,027</b>	<b>0,297</b>	<b>0,199</b>	<b>0,624</b>	<b>0,111</b>	<b>0,359</b>	<b>0,226</b>	<b>0,198</b>	<b>0,048</b>
<b>Significativité</b>	<b>S</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>S</b>



**NB :** Les valeurs des chiffres portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 % (test LSD de Fisher) pour le paramètre chimique considéré. Les valeurs entre parenthèses désignent les écart-types entre les différentes répétitions.

**Légende :** Pi parcelle avant essai ; T0 : témoin absolu ; T1 : fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T2 : litières de volailles (2t/ha) ; T3 : résidus de production d'asticots (2t/ha) ; T4 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) ; T5 : litières de volailles (2t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T6 : résidus de production d'asticot à la dose 2 t/ha + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T7 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T8 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; Pr : probabilité ; NS : non significatif ( $p > 0,05$ ) ; S : significatif ( $p < 0,05$ ) ; ddl : degré de liberté.

### 3.1.3. Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur l'activité respiratoire du sol

Le dégagement journalier du CO<sub>2</sub> exprimé en mg/100 g de sol n'a pas différé significativement d'un traitement à l'autre (Figure 5). Cette figure montre que la période d'incubation est ponctuée par des phases ascendantes et descendantes, mais avec une tendance générale à la baisse pour tous les traitements. Les phases descendantes de la plupart des traitements ont été observées du 1<sup>er</sup> au 4<sup>ème</sup> jour, du 5<sup>ème</sup> au 10<sup>ème</sup> jour et du 12<sup>ème</sup> au 14<sup>ème</sup> jour d'incubation. Les phases ascendantes de la plupart des traitements ont été observées entre le 4<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> jour et entre le 10<sup>ème</sup> et le 12<sup>ème</sup> jour d'incubation. Les pics ont été obtenus le 5<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jour pour les traitements, à l'exception de T0 qui a enregistré son premier pic le 9<sup>ème</sup> jour. Le pic le plus élevé le 5<sup>ème</sup> jour a été atteint par T7 (7,260 mg/100 g de sol) celui du 8<sup>ème</sup> jour par T3 (4,327 mg/100 g de sol) qui, enregistre également le meilleur pic le 12<sup>ème</sup> jour (6,733 mg/100 g de sol).

L'évolution des quantités de CO<sub>2</sub> cumulé au cours de l'incubation est illustrée par la figure 6. Nous constatons que les cumuls au niveau des différents traitements commencent à se différencier à partir du 2<sup>ème</sup> jour d'incubation, avec au-dessus les traitements T3, T4, T6 et T8.

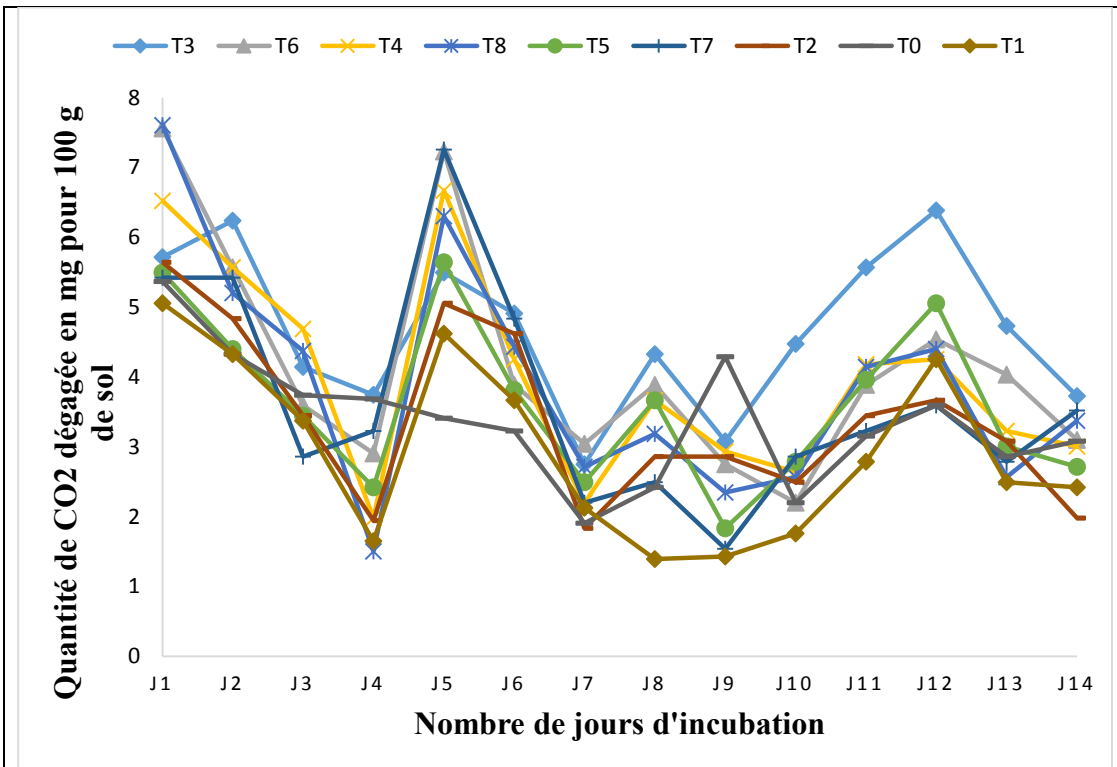


Figure 5 : Evolution du dégagement journalier du CO<sub>2</sub> pendant l'incubation en fonction des traitements

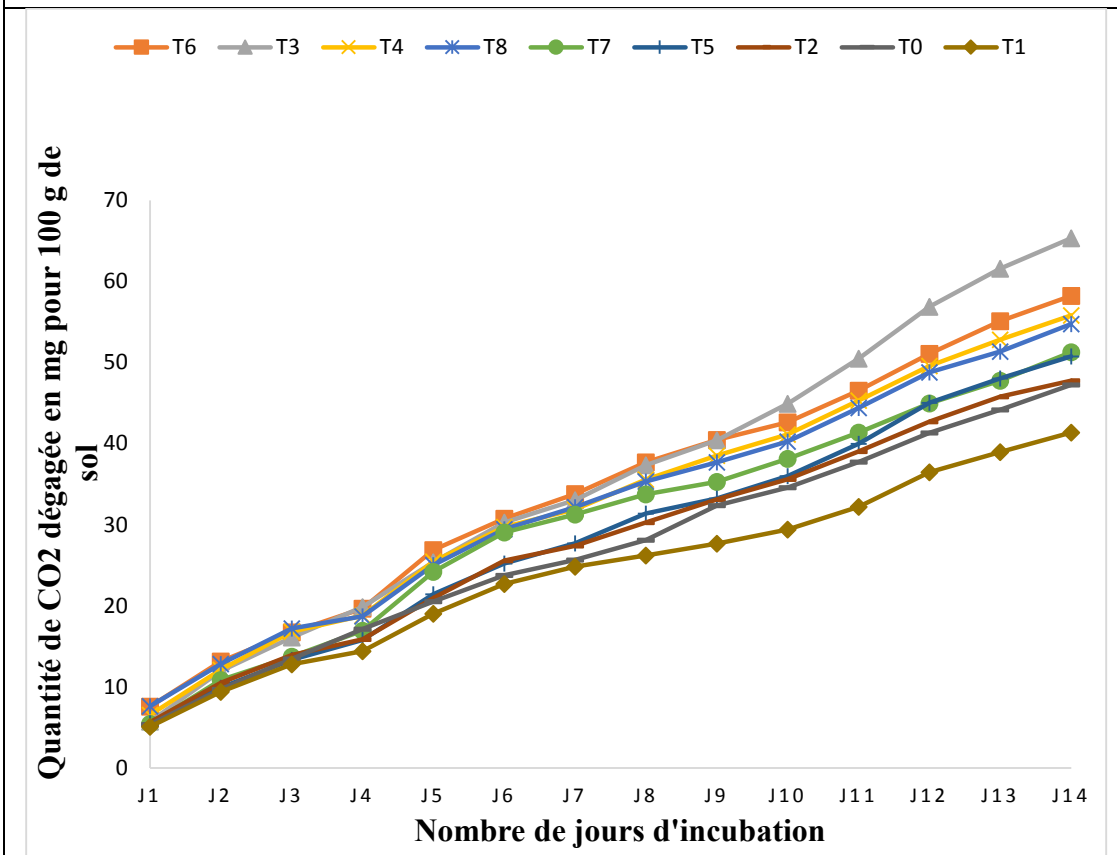


Figure 6 : Evolution de la quantité de CO<sub>2</sub> cumulé dégagé pendant l'incubation en fonction des traitements

**Légende :** T0 : témoin absolu ; T1 : fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T2 : litières de volailles (2t/ha) ; T3 : résidus de production d'asticots (2t/ha) ; T4 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) ; T5 : litières de volailles (2t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T6 : résidus de production d'asticot à la dose 2 t/ha + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T7 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T8 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée.

### **3.1.4. Effets des résidus de production d'asticots et des litières de volailles sur les paramètres agronomiques**

#### **3.1.4.1. Effets des résidus de production d'asticots et de litières de volailles sur la croissance des plantes de maïs**

Le tableau IV présente l'effet des différents traitements sur la croissance des cultures de maïs. La croissance des pieds de maïs a différé d'un traitement à un autre. La plus faible hauteur moyenne et le plus petit diamètre moyen ont été enregistrés au niveau du témoin (T0) au 30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> JAS.

A 30 JAS, la hauteur moyenne des pieds de maïs a varié de 28,65 cm (T0) à 48,20 cm (T5) et le diamètre moyen, de 7,42 mm (T0) à 14,03 mm (T8). Les meilleures croissances en hauteur moyenne ont été obtenues avec les traitements T5 (48,20 cm), T6 (47,99 cm), T7 (47,52 cm) et T8 (48,19 cm). Quant aux meilleures croissances en diamètre au collet, elles ont été obtenues avec les traitements T5 (13,96 mm) et T8 (14,03 mm). L'analyse des variances au seuil de 5 % a montré une différence très hautement significative pour la croissance en hauteur moyenne et en diamètre moyen entre les traitements au 30<sup>ème</sup> JAS.

A 60 JAS, la hauteur moyenne des cultures a varié de 83,68 cm (T0) à 142,27 cm (T6) et le diamètre moyen, de 9,47 mm (T0) à 15,31 mm (T8). Les valeurs les plus élevées ont été obtenues en T5 (135,50 cm), T6 (142,27 cm) et T8 (136,41 cm) pour la croissance en hauteur, et en T5 (15,02 mm) et T8 (15,31 mm) pour la croissance en diamètre au collet. L'analyse des variances au seuil de 5 % a montré une différence significative et très hautement significative, respectivement pour la croissance en hauteur et en diamètre au collet entre les traitements au 60<sup>ème</sup> JAS.

**Tableau IV** : Variation de la hauteur moyenne et du diamètre moyen au collet des pieds de maïs durant leur cycle de développement en fonction des traitements

Traitements	Hauteur (cm)		Diamètre (mm)	
	30 JAS	60 JAS	30 JAS	60 JAS
<b>T0</b>	28,65 <sup>b</sup> (5,13)	83,68 <sup>b</sup> (19,20)	7,42 <sup>c</sup> (2,74)	9,47 <sup>c</sup> (1,61)
<b>T1</b>	30,39 <sup>b</sup> (0,24)	97,52 <sup>b</sup> (19,62)	11,37 <sup>b</sup> (0,80)	13,25 <sup>ab</sup> (0,62)
<b>T2</b>	40,23 <sup>ab</sup> (5,37)	96,80 <sup>b</sup> (7,21)	10,37 <sup>bc</sup> (1,00)	11,68 <sup>bc</sup> (0,75)
<b>T3</b>	38,32 <sup>ab</sup> (3,31)	97,74 <sup>b</sup> (9,25)	10,01 <sup>bc</sup> (1,61)	11,68 <sup>bc</sup> (0,72)
<b>T4</b>	45,32 <sup>ab</sup> (3,11)	114,80 <sup>ab</sup> (4,98)	11,65 <sup>b</sup> (0,22)	12,59 <sup>b</sup> (0,38)
<b>T5</b>	48,20 <sup>a</sup> (3,44)	135,50 <sup>a</sup> (8,45)	13,96 <sup>a</sup> (0,11)	15,02 <sup>a</sup> (0,97)
<b>T6</b>	47,99 <sup>a</sup> (3,58)	142,27 <sup>a</sup> (23,69)	12,78 <sup>ab</sup> (0,98)	14,00 <sup>ab</sup> (1,11)
<b>T7</b>	47,52 <sup>a</sup> (6,59)	116,08 <sup>ab</sup> (21,59)	13,38 <sup>ab</sup> (1,35)	14,20 <sup>ab</sup> (1,41)
<b>T8</b>	48,19 <sup>a</sup> (8,87)	136,41 <sup>a</sup> (40,42)	14,03 <sup>a</sup> (0,86)	15,31 <sup>a</sup> (0,59)
<b>ddl</b>	8	8	8	8
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,000</b>	<b>0,018</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>Significativité</b>	<b>THS</b>	<b>S</b>	<b>THS</b>	<b>THS</b>

**NB** : Les valeurs portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 % (test LSD de Fisher) pour le paramètre agronomique considéré. Les valeurs entre parenthèses désignent les écart-types entre les différentes répétitions. Les écart-types (valeurs entre parenthèse) de la hauteur moyenne et diamètre moyen élevés montrent que les traitements ont induit de fortes variations entre les répétitions d'un même traitement.

**Légende** : Pi parcelle avant essai ; T0 : témoin absolu ; T1 : fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T2 : litières de volailles (2t/ha) ; T3 : résidus de production d'asticots (2t/ha) ; T4 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) ; T5 : litières de volailles (2t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement

*pour le NPK et l'urée ; T6 : résidus de production d'asticot à la dose 2 t/ha + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T7 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T8 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; Pr : probabilité ; S : significatif ; THS : très hautement significatif ; ddl : degré de liberté.*

### **3.1.4.2.Effets des résidus de production d'asticots et de litières de volailles sur les rendements en grains et pailles de maïs**

L'effet des différents traitements sur les rendements en grains et en pailles de maïs est consigné dans le tableau V. L'ANOVA a montré une différence significative au seuil de 5 % pour les rendements en grains de maïs, et une différence hautement significative entre les traitements au même seuil pour les rendements en pailles de maïs. Les rendements en grains ont varié de 119,46 kg/ha (T0) à 1187,04 kg/ha (T8). Quant aux rendements en pailles, ils ont varié de 730,47 kg/ha (T0) à 2751,60 kg/ha (T6). Les meilleurs rendements sont obtenus avec les traitements T6 et T8.

**Tableau V** : Variation des rendements en grains et paille de maïs en kilogramme par hectare (kg/ha) en fonction des différents traitements

Traitements	Rendement grains	Rendement paille
T0	119,46 <sup>c</sup> (62,12)	730,47 <sup>c</sup> (384,25)
T1	648,24 <sup>b</sup> (74,75)	1811,43 <sup>ab</sup> (181,70)
T2	194,50 <sup>c</sup> (79,72)	1069,72 <sup>bc</sup> (343,72)
T3	356,80 <sup>bc</sup> (172,98)	1114,79 <sup>bc</sup> (153,75)
T4	446,82 <sup>bc</sup> (171,71)	1243,29 <sup>b</sup> (191,63)
T5	823,32 <sup>ab</sup> (312,64)	1876,76 <sup>ab</sup> (495,85)
T6	1052,68 <sup>a</sup> (493,00)	2751,60 <sup>a</sup> (884,72)
T7	768,22 <sup>ab</sup> (255,50)	896,30 <sup>c</sup> (637,94)
T8	1187,04 <sup>a</sup> (733,26)	2331,50 <sup>a</sup> (1031,45)
Ddl	8	8
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,010</b>	<b>0,004</b>
<b>Significativité</b>	<b>S</b>	<b>HS</b>

**NB** : Les valeurs portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 % (test LSD de Fisher) pour le paramètre agronomique considéré. Les valeurs entre parenthèses désignent les écart-types entre les différentes répétitions. Les écart-types rendements grains et pailles moyens élevés montrent que les traitements ont induit de fortes variations entre les répétitions d'un même traitement.

**Légende** : Pi parcelle avant essai ; T0 : témoin absolu ; T1 : fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T2 : litières de volailles (2t/ha) ; T3 : résidus de production d'asticots (2t/ha) ; T4 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) ; T5 : litières de volailles (2t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T6 : résidus de production d'asticot à la dose 2 t/ha + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T7 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) + fumure minérale à la dose de 75 et 25 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; T8 : litières de volailles (1t/ha) + résidus de production d'asticots (1t/ha) +

*fumure minérale à la dose de 150 et 50 kg/ha respectivement pour le NPK et l'urée ; Pr : probabilité ; HS : hautement significatif ( $p < 0,01$ ) ; s : significatif ( $p < 0,05$ ) ; ddl : degré de liberté.*

## **3.2. Discussion**

### **3.2.1. Caractéristiques chimiques des fertilisants organiques utilisés**

Les résultats des analyses chimiques ont montré que les teneurs en carbone et en azote dans les résidus de production d'asticots sont faibles par rapport à leurs teneurs dans les litières de volailles. Nos résultats seraient dus aux pertes en ces éléments entraînées par l'alimentation des asticots et les phénomènes de dénitrification de l'azote. Ces résultats corroborent ceux de Newton *et al.* (2005). Ces auteurs ont observé une diminution de la teneur en carbone et en azote après la production des larves de la mouche dite de soldat noir (*Hermetia illucens*) avec le fumier de porc. En effet, Diener *et al.* (2011) rapportent que l'activité bactérienne et larvaire réduit non seulement la matière sèche mais aussi les teneurs en éléments nutritifs.

Cependant, l'on note des teneurs plus élevées en cendres, en phosphore total et en potassium total dans les résidus de production d'asticots que dans les litières de volailles. Nos résultats sur le phosphore et le potassium discordent avec ceux trouvés par Newton *et al.* (2005). Ces auteurs ont observé une réduction de la teneur en ces éléments dans le fumier de porc après production des larves de la mouche soldat noir. Cette divergence pourrait être liée non seulement à l'espèce de mouche concernée mais aussi, à la nature du substrat et aux facteurs influençant la production des asticots. Egalement, le  $pH_{\text{eau}}$  des résidus de production d'asticots est supérieur à celui des litières de volailles. Ces résultats sont en accord avec ceux de Newton *et al.* (2005) qui ont révélé un accroissement du  $pH_{\text{eau}}$  de 12,20 % après la production des larves de la mouche dite soldat noir avec le fumier de porc. Nos résultats s'expliqueraient par l'action des asticots sur les substrats organiques pendant leur alimentation. En effet, selon Guyenot (1907) et Wigglesworth (1970) cités par Ekonda (2013), les asticots produisent des enzymes qui attaquent les protides et les graisses pendant l'ingestion d'aliments suivie de la digestion. Ce qui permettrait d'augmenter la teneur en bases échangeables et, toute chose égale par ailleurs, le pH des résidus organiques.

### **3.2.2. Evolution des paramètres chimiques du sol**

Les différents traitements ont eu un effet faiblement remarquable sur les paramètres chimiques dans l'horizon 0-20 cm du sol. En effet, les paramètres chimiques ont peu évolué par rapport à leur état avant la mise en place de l'essai. L'acidité initiale du sol a perduré

même après apports des résidus de production d'asticots et des litières de volailles car le pH du sol des différents traitements est faible. Elle est plus importante dans les sols ayant reçu la fumure minérale uniquement (T1). Ces résultats sont en accord avec ceux de Gomgnimbou (2015) qui a montré que le pH était dans l'ensemble acide pour tous les traitements aux fientes de volaille avec néanmoins une augmentation de l'acidité dans les sols ayant reçu de la fumure minérale vulgarisée (150 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée).

L'effet des traitements sur les paramètres chimiques est fonction du type de fertilisant organique et de la formulation des traitements. Ainsi, le traitement T6 (2 t/ha de résidus de production d'asticots associés à la demi-dose de fumure minérale vulgarisée) a permis une augmentation significative du  $pH_{eau}$  comparativement au témoin. L'effet des traitements sur le  $pH_{KCl}$  n'est pas significativement différent même si la valeur la plus élevée est obtenue avec le T6 (4,95). Les résidus de production d'asticots avec ou sans la demi-dose de fumure minérale, ont mieux amélioré le pH par rapport aux litières de volailles avec ou sans la demi-dose de fumure minérale. En effet, le  $pH_{eau}$  des résidus de production d'asticots (7,37) légèrement alcalin, révèle leur capacité à relever le pH du sol. Cette tendance corrobore les travaux de Sedogo *et al.* (1989) qui ont montré que le fumier de bovins permet de relever le pH et de neutraliser l'aluminium échangeable. Les résultats obtenus sur le pH des sols ayant reçu la litière de volaille ( $pH_{eau} = 6,77$ ) sont en deçà de ceux obtenus par Gomgnimbou (2015) avec les fientes de volailles. Cela serait imputable à la nature des litières de volailles que nous avons utilisées, à la quantité apportée et à l'acidité du sol de départ. En effet, les litières de volailles utilisées, par sa richesse en glumelles de riz, aurait une décomposition lente et son effet en une année d'expérimentation serait insignifiant sur le pH. La poursuite de décomposition des glumelles de riz peut selon les travaux de Constant (2011), s'accompagner d'une légère baisse passagère du pH, due à la libération d'acides organiques au cours de la minéralisation.

Par rapport au T3, le T6 augmente le  $pH_{eau}$  et le  $pH_{KCl}$  de 0,16 et 0,06 unités (respectivement). De même, le T5 augmente respectivement de 0,41 et 0,07 unités le  $pH_{eau}$  et le  $pH_{KCl}$  du sol par rapport au T2. L'action des résidus de production d'asticot et de litières de volailles associés à la demi-dose de fumure minérale vulgarisée, s'est avérée efficace sur le pH par rapport à leurs actions en absence de fumure minérale. Nos résultats sont en accord avec ceux de Harris (2002) et Lompo (2005) qui concluent que la formulation organo-minérale abaisse le risque d'acidification du sol et peut contribuer à des systèmes de production productifs et durables en zone tropicale. Cependant, le T8 (1 t/ha de résidus de production d'asticots + 1 t/ha de litières de volailles + 150 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée) n'a pas eu d'effet améliorant sur



le pH initial par rapport au témoin absolu (T0). Ce qui signifie que l'augmentation de la dose de fumure minérale dans la formulation organo-minérale peut avoir des effets dépressifs sur le pH des sols à cause de l'action acidifiante des engrais minéraux.

Les teneurs en carbone, en azote, en P-total, en P-assimilable, en K-total et en K-disponible des échantillons des traitements et de la parcelle avant essai, sont basses. Les résidus de production d'asticots et litières de volailles avec ou sans la fumure minérale, n'ont pas eu un effet significatif sur le rapport C/N et les teneurs en carbone, en azote, en P-total, en P-assimilable et en K-total, comparativement au témoin absolu et à la fumure minérale. Les teneurs en carbone et en azote dans l'horizon 0-20 cm après expérimentation, ont connu une baisse dans tous les traitements, à l'exception T4 (1 t/ha de résidus de production d'asticots + 1 t/ha de litière de volailles) où une légère hausse de la teneur en carbone et en azote a été observée. Nos résultats corroborent ceux de Serpentié et Ouattara (2001) qui ont montré que tous les types de culture provoquent la baisse du carbone et de l'azote organiques du sol. Ces auteurs ajoutent que les fumures organiques et organo-minérales maintiennent le mieux ces éléments. L'augmentation des teneurs en carbone et en azote induite par le T4, pourrait être due à l'effet conjugué des résidus de production d'asticot et de litières de volaille apportés ensemble. Nos résultats obtenus sont similaires à ceux de Koulibaly *et al.* (2015), qui n'ont pas trouvé d'effets significatifs sur les teneurs en carbone dans la couche 0-20 cm du sol avec les amendements en compost. Les plus faibles teneurs moyennes en carbone et en azote ont été certes obtenues en T6 (2 t/ha de résidus de production d'asticots + 75 kg/ha de NPK + 25 kg/ha d'urée) et en T7 (1 t/ha de résidus de production d'asticots + 1 t/ha de litières de volailles + 75 kg/ha de NPK + 25 kg/ha d'urée) suivi de T5 (2 t/ha de litières de volailles + 75 kg/ha de NPK + 25 kg/ha d'urée) et de T1 (150 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée), mais la différence n'est pas significative avec les autres traitements. Ces résultats seraient dus aux processus de minéralisation de la matière organique (d'où leur rapport C/N faible) au cours de la campagne par les micro-organismes dans les sols ayant reçu ces traitements. Constant (2011) a montré que les engrais organiques d'origine animale ont une dynamique de minéralisation relativement rapide, que ce soit pour le carbone ou pour l'azote. Cette minéralisation serait d'autant plus importante que ces matières organiques sont associées aux engrais minéraux. Ces processus aboutissent à la libération de ces éléments et d'autres minéraux qui ont servi à l'accomplissement du cycle de développement des cultures, d'où la baisse de leur teneur après essai. L'analyse chimique des résidus de production d'asticots révèle leur pauvreté en carbone et en azote, ce qui pourrait être une des raisons de la faible teneur en ces éléments dans les traitements ayant bénéficié de ces fertilisants.

De plus, les travaux de Pallo *et al.* (2009) ; Dakuyo *et al.* (2011) et Ouattara (2011) au Burkina Faso, rapportent que l'incorporation au hersage du compost, limite son efficacité dans la couche superficielle du sol.

A l'exception de T0, une augmentation de la teneur en P-total a été obtenue avec les autres traitements par rapport à sa teneur initiale. Quant au P-assimilable, sa teneur a connu une baisse en T0 et T1 par rapport aux autres traitements qui l'ont rehaussée. Les effets des différents traitements sur les teneurs en phosphores total et assimilable du sol n'ont pas été significatifs entre les traitements. Ils pourraient se justifier par le fait que les résidus de production d'asticots et les litières de volailles apportés sont bien riches en ces éléments et les apporteraient au sol à peu près dans les mêmes proportions. Nos résultats sont en accord avec ceux de Annabi *et al.* (2009) et de Koulibaly *et al.* (2015) pour le P-total. Ces auteurs ont montré que les amendements en compost n'ont pas influencé significativement le P-total. L'augmentation de la teneur en P-total et en P-assimilable constatée dans les parcelles traitées aux résidus de production d'asticots et litières de volailles avec ou sans fumure minérale, pourrait résulter de l'amélioration de la capacité de rétention du sol par rapport au témoin absolu, en témoignent la croissance et les rendements obtenus. La forte teneur en P-assimilable en T6 peut se justifier par le fait que les résidus de production d'asticots, par leur pH eau légèrement alcalin, seraient à mesure de rendre plus assimilable le phosphore qu'ils apportent et celui du sol, tandis que la valeur élevée en P-total constatée en T8 serait due aux apports combinés de résidus de production d'asticots, de litières de volailles et de la fumure minérale vulgarisée. La baisse de la teneur en P-total au niveau de T0 et de celle de P-assimilable constaté en T0 et T1 s'expliqueraient par le fait que les cultures ont épuisé ces éléments pour leur développement et la production de matière sèche.

Il ressort des résultats de l'analyse statistique ( $p < 0,05$ ) que le T6 a eu un effet significatif sur le K-disponible par rapport au témoin absolu. Des résultats similaires ont été obtenus par Annabi *et al.* (2009), qui ont observé une amélioration en K-disponible avec les amendements en compost. L'augmentation du K-disponible en T6 serait due à la richesse des résidus de production d'asticots en cet élément, et à leur capacité à rendre cet élément disponible dans le sol. L'augmentation en K-disponible constatée en T4 par rapport à la parcelle initiale (Pi) serait due à l'effet conjugué des résidus de production d'asticots et de litières de volailles.

### **3.2.3. Evolution de l'activité respiratoire du sol**

Les courbes d'évolution du dégagement journalier du CO<sub>2</sub> montrent une alternance des phases ascendante et descendante, signe d'une éventuelle variation de l'activité respiratoire du sol au

cours de l'incubation. Selon Pieri (1989), l'importance de l'activité respiratoire d'un sol est le fait des micro-organismes. L'apparition des phases ascendantes traduit alors les périodes où l'activité des micro-organismes est intense, contrairement aux phases descendantes où elle est ralentie.

La tendance générale du dégagement journalier du CO<sub>2</sub> à la baisse, traduit une diminution de l'activité des micro-organismes qui serait due à une réduction des composés organiques facilement minéralisables. En effet, pour 100 g de sol considéré, correspond une quantité donnée de composés organiques soumise à la force minéralisatrice des communautés d'organismes dont leur vie en dépend. Les résultats sur le CO<sub>2</sub> cumulé montrent que les traitements t3 (2 t/ha des résidus de production d'asticots), t4 (1 t/ha de résidus de production d'asticots + 1 t/ha de litières de volailles), t6 (2 t/ha des résidus de production d'asticots + 75 kg/ha de NPK + 25 kg/ha d'urée) et t8 (1 t/ha de litières de volailles + 1 t/ha de résidus de production d'asticots + 150 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée) ont induit une activité respiratoire plus importante comparée au témoin. Ils sont suivis par les traitements T2, T5 et T7 qui ont induit une activité respiratoire légèrement supérieure à celle du témoin (T0) et de la fumure minérale (T1). Le T0 et T1 ont les plus faibles activités respiratoires et ne sont pas significativement différents entre eux. Ces résultats confirment ceux obtenus par Coulibaly (2008) et Ouattara *et al.* (2010). En effet, les travaux de Ouattara *et al.* (2010) ont révélé un dégagement de CO<sub>2</sub> plus intense dans un sol fertilisé au compost par rapport à celui fertilisé à l'engrais minéral. Nos résultats s'expliquent par le fait que les apports de résidus de production d'asticot et litières de volailles, sources de composés carbonés, favoriseraient le développement de l'activité respiratoire par rapport au témoin. Les différences observées en ce qui concerne l'activité respiratoire entre les traitements à base des résidus de production d'asticot avec ou sans fumure minérale et des litières de volaille avec ou sans la fumure minérale, seraient dues à la richesse des litières de volailles en glumelles de riz difficilement décomposables contrairement aux résidus de production d'asticots qui ont subi une décomposition par les asticots. En effet, Sedogo (1993) lie le dégagement important de CO<sub>2</sub> à la teneur élevée en composés facilement minéralisables. La fumure minérale, quant à elle, stimulerait l'activité des micro-organismes qui épuiseraient rapidement le stock de composés carbonés du sol, en témoigne l'activité respiratoire de T1.

### 3.2.4. Evolution des paramètres agronomiques

La croissance des pieds de maïs au cours du cycle de développement des cultures a différé d'un traitement à un autre. Le traitement témoin (T0) a enregistré la plus faible croissance en hauteur et en diamètre au collet. La croissance des cultures de maïs en T0 reflète la faible capacité du sol d'expérimentation à assurer la croissance des cultures sans apports d'éléments extérieurs. Elle témoigne aussi de l'importance d'apporter des éléments fertilisants pour une production végétale sur cette parcelle. Les apports opérés ont exprimé différemment leurs effets sur la croissance des cultures de maïs au cours de l'essai. Cela en fonction de leurs teneurs en éléments nutritifs et de la nature des matières fertilisantes qui les constituent. De façon générale, les traitements associant fertilisants organiques (FO : résidus de production d'asticot et litières de volaille) et fertilisants minéraux (T5, T6, T7 et T8) ont induit une bonne croissance en hauteur et en diamètre au collet des cultures de maïs au 30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> JAS par rapport aux traitements formulés uniquement à base de fertilisants organiques (T4, T3 et T2) ou de fumure minérale (T1). Ces résultats sont en accord avec ceux de Gnissien (2016), qui a observé une amélioration significative de la croissance du maïs avec la fertilisation organo-minérale à base de déjections de chenilles de karité par rapport au témoin. En effet, les fertilisants organiques libèrent lentement les éléments nutritifs. Les travaux de Berger (1996) montrent que les processus biologiques de minéralisation de la matière organique ne coïncident pas toujours avec les besoins de la culture. Ainsi, un complément minéral sous forme d'engrais est nécessaire pour satisfaire les besoins immédiats de la culture ajoute-il. Nos résultats témoignent de l'importance de la fertilisation organo-minérale dans la nutrition des cultures et leur croissance (Lompo *et al.*, 2009 ; Koulibaly *et al.*, 2010). D'après la synthèse des travaux de l'ORSTOM faite par Fontès et Guinko (1995), le sol d'expérimentation a une faible capacité d'échange cationique, ce qui pourrait jouer sur l'efficacité de la fumure minérale (T1). Alors, la formulation organo-minérale a permis d'augmenter l'efficacité des engrais azotés. La croissance des cultures au 30<sup>ème</sup> jour est plus importante avec les traitements à base de litières de volaille avec ou sans la fumure minérale (T2 et T5), qu'avec ceux basés sur les résidus de production d'asticot avec ou sans la fumure minérale (T3 et T6). Ceci serait dû à la richesse des litières de volaille en azote et en certains éléments contenus dans la fiente de volaille. Cependant, au 60<sup>ème</sup> JAS, l'effet inverse tend à s'observer quand il s'agit de la hauteur des plantes. La raison résulterait de la faible proportion de fientes dans la litière de volailles. Les éléments libérés par les fientes se seraient donc épuisés, ne laissant que les glumelles de riz dont la minéralisation a été plus lente. Or les résidus de production d'asticots auraient fourni progressivement et plus efficacement les

éléments tout au long du cycle ; en témoignent les rendements. Ainsi, Tessier (2005) rapporte que les divers engrais de ferme, ayant des proportions différentes d'azote ammoniacal et d'azote organique, ont des comportements différents.

Les rendements obtenus sont certes très bas par rapport au rendement potentiel de la variété qui est de 5,6 t/ha (Sanou, 1993). Cela serait, non seulement, imputable aux conditions climatiques difficiles qu'a connues la campagne, mais aussi à la pauvreté originelle du sol sur lequel l'essai a été installé. En effet, les pluies ont été mal réparties dans le temps, et les phases de remplissage et de maturation des grains ont coïncidé avec les poches de sécheresse suivie de l'arrêt précoce des pluies. Ce qui a joué sur la formation des grains et en particulier sur leur taille et leur poids. Etant donné que tous les traitements étaient soumis aux mêmes conditions pédoclimatiques, leur nature et leur qualité ont été déterminantes dans la variation des rendements grains et pailles observée entre eux. Globalement, les rendements grains et pailles du témoin absolu (T0) ont été numériquement inférieurs à ceux des traitements purement organiques (T2, T3 et T4). Ceux-ci, à leur tour, ont donné des rendements plus faibles que la production de la fumure minérale vulgarisée (T1). Les performances en rendements grains et pailles obtenus avec les fertilisants organiques (FO) purs par rapport au témoin absolu, s'expliquent par le fait que ces apports auraient induit une augmentation de la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs du sol assurant la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures. Les FO libèrent lentement les éléments nutritifs par rapport à la fumure minérale qui les disponibilise rapidement. Leur action sur les composantes des rendements serait plus lente ce qui justifierait les résultats obtenus dans cette étude. La combinaison de ces résidus de production d'asticots, litières de volailles avec la fumure minérale (T5, T6, T7 et T8), a donné de meilleurs rendements grains et pailles comparée à la fumure minérale avec possibilité de réduire la dose de fumure minérale (T5 et T6). Nos résultats sont en accord avec ceux de Koulibaly *et al.* (2009), Pouya *et al.* (2013) et Gomgnimbou (2015). Les travaux de Gomgnimbou (2015), sur deux ans, ont indiqué que les meilleures performances en rendement grains sont obtenues avec les traitements organo-minéraux (5 t/ha de matières sèches de fientes de volailles + 25 % de la fumure minérale vulgarisée) par rapport aux traitements exclusivement basés sur la fumure minérale vulgarisée et aux témoins absolus. Nos résultats s'expliquent par le fait que les litières de volailles et résidus de production d'asticots associées à la fumure minérale auraient mieux contribué à la rétention de l'eau et des éléments nutritifs du sol dans les horizons superficiels favorisant un meilleur stockage et une utilisation plus efficiente des engrais minéraux par les cultures. Les

différences de rendements grains et pailles observées entre les traitements à base des résidus de production d'asticots avec ou sans la fumure minérale et des litières de volaille avec ou sans la fumure minérale, s'expliquent par le fait que les résidus de production d'asticot auraient amélioré plus les propriétés du sol. Ce qui se traduit par de meilleurs rendements. Ainsi, dans un contexte d'augmentation du prix des engrais, l'utilisation des résidus de production d'asticot permettrait de réduire la dose de fumure minérale et constituerait un gain d'argent pour le producteur.

## **CONCLUSION GENERALE, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS**

La présente étude avait pour objectifs de déterminer l'effet des résidus de production d'asticots et de litières de volaille sur les paramètres chimiques et l'activité respiratoire du sol et, sur la croissance et les rendements grains et pailles de maïs.

Il ressort de nos travaux que l'apport de 2 t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticots combinés à la demi-dose de fumure minérale vulgarisée est le seul traitement qui a permis d'augmenter de façon significative quelques paramètres chimiques du sol notamment le pH<sub>eau</sub> et le potassium disponible par rapport au témoin. Les litières de volailles et les résidus de production d'asticots apportés n'ont pas eu d'effet significatif sur l'activité respiratoire du sol même si les traitements à base de résidus de production d'asticots ont enregistré les plus forts cumuls de CO<sub>2</sub> dégagé par les micro-organismes au cours de l'incubation. Les apports à base de résidus de production d'asticots et de litières de volaille combinés à la fumure minérale ont une bonne efficacité sur la croissance végétative des cultures et les rendements en grains et pailles de maïs. Les traitements à base de 2 t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticots combinés à la demi-dose de fumure minérale vulgarisée et de 1 t.ha<sup>-1</sup> de résidus de production d'asticots associés à 1 t.ha<sup>-1</sup> de litières de volailles le tout combiné à la dose normale de fumure minérale vulgarisée ont augmenté de façon significative les rendements grains et pailles de maïs par rapport au témoin.

Ainsi, l'utilisation des résidus de production d'asticots permet d'améliorer les rendements des cultures avec la possibilité de diminuer la dose d'engrais chimiques utilisés et de ce fait, constituerait une économie d'argent pour le producteur.

Le recyclage des substrats organiques par la production des asticots constituerait une possibilité pour transformer ces substrats en fertilisants organiques de qualité améliorée en un temps relativement très réduit.

Dans un contexte de pauvreté, ces résultats révèlent l'importance économique et agro-écologique qu'auraient les résidus de production d'asticots en milieu rural. A partir de ces résultats obtenus en première année d'essai, nous formulons les perspectives suivantes :

- la poursuite de l'essai sur les mêmes parcelles pour déterminer l'arrière effet de ces résidus organiques sur le sol et les rendements des cultures ;
- la conduite de l'essai en vase de végétation afin d'éliminer l'influence du milieu sur l'expression des résidus de production d'asticots sur les paramètres étudiés ;

- la conduite de l’essai en milieu paysan pour étudier l’expression des résidus de production d’asticots sur les paramètres étudiés afin de tenir compte de la diversité des exploitations ;
- la détermination de la perception des producteurs déjà utilisateurs des asticots sur l’effet des résidus de production d’asticot sur la fertilité des sols et les rendements de leurs cultures.

**Nous recommandons à l’endroit de l’Etat et des structures de développement :**

La formation et la sensibilisation des producteurs sur la production des asticots comme moyen de gestion des résidus organiques ;

La mise à leur disposition des ressources locales telles que les équipements de production d’asticots.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Annabi M., Bahri H. et Latiri K., 2009.** Statut organique et respiration microbienne des sols du nord de la Tunisie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2009, 13, 3, 401-408.
- Association Française de Normalisation (AFNOR), 1981.** Détermination du pH. NF ISO 10390. AFNOR qualité des sols, Paris, 339-348.
- Bado B. V., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université Laval-Québec, 197p.
- Bado B. V., Bationo A. et Cescas M. P., 2006.** Assessment of cowpea and groundnut contributions to soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinean savannah zone of Burkina Faso (West Africa). *Biology and Fertility of Soils*, 2, 171-176.
- Bationo A., Waswa B., Abdou A., Bado B.V., Bonzi M., Iwuafor E., Kibunja C., Kihara J., Mucheru M., Mugendi D., Mugwe J., Mwale C., Okeyo J., Olle A., Roing K. et Sedogo M., 2012.** Overview of long term experiments in Africa. In *Lessons Learned from Long-Term Soil Fertility Management Experiments in Africa*. Eds Springer: New York; London; 1-26p.
- Berger M., 1996.** L'amélioration de la fumure organique en Afrique Soudano-sahélienne. *Agriculture et Développement*, 58p.
- Bouafou K. G. M., Kouame K. G., Amoikon K. E. et Offoumou A. M., 2006.** Potentiel pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 24, 3, 157-161.
- Boughaba R., 2012.** Etude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la willaya de Constantine. Mémoire de Master en Ecologie et Environnement. *Gestion des déchets : Evaluation et Solutions Environnementales*. 98p.
- Bray R. I. I. et Kurtz L. T., 1945.** Determination of total organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59. 39-45.
- Breman H. et Sissoko K., 1998.** L'intensification agricole au Sahel. Edition KARTHALA, IER, AB-DLO-DAN-UAW, 996p.
- Bureau National des Sols (BUNASOLS), 2002.** Études morpho-pédologiques des provinces du Houet et du Tuy. Échelle 1/100 000. Rapport technique n°126. Ouagadougou : Bunasols.

- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET), 1999.** Memento de l'agronome. Ministère des Affaires étrangères, 1700p.
- Chabalière P. F., Van De Kerchove V. et Saint Macary H., 2006.** Guide de la fertilisation organique à la réunion. CIRAD, chambre d'agriculture de la Réunion, 302p.
- CILSS, 2010.** Capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols pour l'aide à la décision au Burkina Faso (FERSOL). Utiliser des savoirs et savoir-faire paysans pour mieux vivre de la terre dans l'ouest du Burkina Faso, 54p.
- CILSS, 2011.** Capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols pour l'aide à la décision au Burkina Faso (FERSOL). Gestion durable des terres au Burkina Faso. Comment produire le compost à l'air libre avec la paille, 20p.
- Constant N., 2011.** Catalogue des engrais et amendements utilisables en viticulture biologique en Languedoc-Roussillon. 63p.
- Coulibaly K., 2008.** Effet des modes de gestion de la fumure et de l'utilisation des pesticides sur les paramètres physicochimiques et biologiques du sol et la pollution des eaux de ruissellement. Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN). Option : Sciences du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 60p.
- Culot M., 2005.** Filières de valorisation agricole des matières organiques. Faculté Universitaires des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 72p.
- Da D. E. C., Yacouba H. et Yonkeu S., 2008.** Unités morpho pédologiques et gestion de la fertilité des sols dans le Centre-Nord du Burkina Faso par les populations locales. International Journal of Biological Chemical Sciences 2(3) : 306-315.
- Dakuo D., Koulibaly B., Tiahoun C. et Lompo F., 2011.** Effet de l'inoculum «Compost plus» sur le compostage des tiges de cotonnier et les rendements en coton au Burkina Faso. Agron. Afr., 23, 1, 69-78.
- Delville P. L., 1996.** Gérer la fertilité des terres dans les pays du Sahel (diagnostic et conseil aux paysans). Collection le « Point sur ». Ministère de la coopération CTA, 397p.
- Direction Générale de Promotion de l'Économie Rurale (DGPER), (2009).** Rapport évolution du secteur agricole. Burkina Faso.
- Diener S., Zurbrügg C., Gutiérrez F. R., Nguyen D. H., Morel A., Koottatep T. et Tockner K., 2011.** Black soldier fly larvae for organic waste treatment prospects and constraints, 8p.

- Dommergues Y., 1960.** La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. Agron. Trop. 15, p.54-60.
- Doumbia M., Berthe A. et Aune J.B., 2005.** La Gestion intégrée de nutriments végétaux au Mali. GCOZA Rapport No. 36B, 37p.
- Dugué P., 2010.** L'intégration de l'agriculture et de l'élevage. Une forme d'intensification écologique dans les pays du Sud. CIRAD, 2p.
- Ekonda M., 2013.** Synthèse des travaux de recherches sur la production d'asticot pour l'alimentation des monogastriques. «Cas de la Volaille et de Rongeur». Faculté de Médecine Vétérinaire Département de Zootechnie BP : 117 Kinshasa, 29p. Téléchargé le 16/05/2016 à 20 h 25 mn.
- Floret C., Pontanier R. et Serpantié G., 1993.** La jachère en Afrique intertropicale. Dossier MAB 16. UNESCO, Paris, 86 p.
- Fontes J. et Guinko S. (1995).** Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative, Toulouse, France: Ministère de la coopération française. Projet campus, 67p.
- Gnissien M., 2016.** Effets des déjections de chenilles de karité (*Cirina butyrospermii* Vuillet, 1960) sur la fertilité du sol et la production du maïs dans l'Ouest du Burkina. Mémoire d'ingénieur du développement rural (Option agronomie). Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso / Institut du Développement Rural (Burkina Faso), 53p.
- Gomgnimbou A. P. K., 2015.** Valorisation agronomique des substrats organiques d'origine animale dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Thèse de Doctorat. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 236p.
- Gomgnimbou A. P. K., Coulibaly K., Sanon A., Ouattara S., Sanon W., Nacro B. H. et Sedogo P. M., 2017.** Analysis of the same Parameters (pH, MM and DM) in the Organic Fertilizers used in the Urban Agriculture in Burkina Faso, Int. J. Pure App. Biosci. **5(1)**: 11-17 (2017). doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2601>.
- Hardouin J., Dongmo T., S. K. Ekoue S. K., Loa C., Malekani M. et Malukisa M., 2000.** Guide technique d'élevage n° 7 sur les asticots. 13p.
- Harris F., 2002.** Management of manure in farming systems in semi-arid West Africa. Experimental Agriculture, 38:131-148.
- Hillebrand, W. F., Lundell, G. E. F., Bright, H. A. et Hoffman, J. I., 1953.** Applied inorganic analysis, 2ème ed. JOHN WILEY and SONS, INC., New York, USA, 1034p.

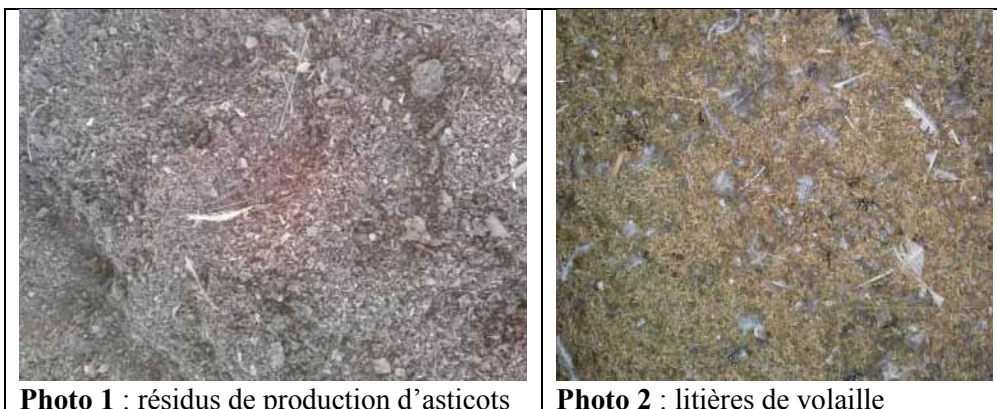
- Ibrahima A., Fanta C. A., Ndjouenkeu R. et Ntoupka M., 2009.** Impact de la gestion de la matière organique sur le statut minéral des sols et des récoltes dans les savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré. Cameroun dans les Actes du colloque « Savanes africaines en développement : innover pour durer » 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djaména, Tchad ; Cirad, Montpellier, France, cédérom.
- Kiba D. I., 2012.** Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, péri-urbaine et rurale. Thèse de doctorat unique, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 172 p.
- Kiema A., Nianogo A. J. et Ouedraogo T., 2008.** Effets des cordons pierreux sur la régénération d'un pâturage naturel de glacis au Sahel. Cahiers Agricultures, 17 (3) : 281-288.
- Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P. N. et Bondé D., 2010.** Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. Tropicultura, 28 : 184-189.
- Koulibaly B., Dakuo D., Ouattara A., Traoré O., Lompo F., Zombré P. N. et Yao K. A., 2015.** Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso. Tropicultura, 2015, 33, 2, 125-134.
- Lompo D. J. P., 2005.** Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture de l'Ouest du Burkina Faso: évaluation des effets agronomiques et de la rentabilité économique de trois formules de fumures. Mémoire d'ingénieur du développement rural. IDR/UPB, Burkina Faso. 50p.
- Lompo F., Segda Z., Gnankambary Z. et Ouandaogo N., 2009.** Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. Tropicultura, 27, 2, 105-109.
- M'Sadak Y. et Ben M'Barek A., 2013.** Caractérisation qualitative du digestat solide de la bio méthanisation industrielle des fientes avicoles et alternative de son exploitation agronomique hors sol. Université de Sousse, Tunisie. *Revue des Energies Renouvelables Vol. 16 N°1 (2013) 33 – 42.*

- Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH), 2011.** Résultats définitifs de la Campagne Agricole 2009/2010. Ouagadougou (Burkina Faso), 96p.
- Newton L., Sheppard C., Watson D. W., Burtle G. et Dove R., 2005.** Using the black soldier fly, *hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. 17p.
- Ouattara A., 2011.** Etude de l'association de la fumure minérale au compost dans une rotation coton-maïs. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option agronomie. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 52p.
- Ouattara B., Savadogo P. W., Traore O., Koulibaly B., Sedogo M. P. et Traore A. S., 2010.** Effet des pesticides sur l'activité microbienne d'un sol ferrugineux tropical du Burkina Faso. Cameroon Journal of Experimental Biology 2010 Vol. 06 N° 01, 11-20.
- Ouédraogo B., 2013.** Relation entre potassium échangeable, matière organique et teneur en argile des sols dans les rotations coton-céréales sous culture. Mémoire d'ingénieur du développement rural Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Institut du Développement Rural (Burkina Faso), 58p.
- Pallo F. J. P. et Thiombiano L., 1989.** Les sols ferrugineux tropicaux lessives à concrétions du Burkina Faso : caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. BUNASOLS : BP 7142, Ouagadougou (BURKINA FASO). 307-327pp.
- Pallo F. J. P., Sawadogo N., Zombré N. P. et Sédogo P. M., 2009.** Statut de la matière organique des sols de la zone nord soudanienne au Burkina Faso. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 13, 1, 139-142.
- Piéri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud Sahara. Ministère de la coopération, Paris, 444p.
- Pomalégni S. C. B., Gbemavo D. S. J. C., Kpadé, C. P., Babatoundé S., Chrysostome C. A. A. M., Koudandé O. D., Kenis M., Glèlè Kakaï R. L. et Mensah G. A., 2016.** Perceptions et facteurs déterminant l'utilisation des asticots dans l'alimentation des poulets locaux (*Gallus gallus*) au Bénin. Journal of Applied Bioscience 98 : 9330-9343.
- Pousset J., 2000.** Engrais verts et fertilité des sols, Edition Agridécisions.
- Pouya M. B., Bonzi M., Gnankambary Z., Traoré K., Ouédraogo J. S., Somé A. N. et Sédogo M. P., 2013.** Pratiques actuelles de gestion de la fertilité des sols et leurs effets

- sur la production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du Centre et de l'Ouest du Burkina Faso. Cah Agric 22 : 282-92. doi : 10.1684/agr.2013.0643.
- Sanou J., 1993.** Choisir sa variété de maïs au Burkina Faso. Doc. CNRST/INERA- Burkina Faso (Fiche technique de la variété).
- Sedogo P. M., 1993.** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Doct., Mention Sciences Naturelles, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 332 p.
- Sedogo P. M., Lompo F. et Bado V. B., 1989.** Gestion de la fertilité des sols en milieu tropical. Rev. Res. APAMA, 1 : 199-207.
- Segda Z., Hien V., Lompo F., Bayala J. et Becker M., 1997.** Gestion améliorée de la jachère par l'utilisation de légumineuses de couverture. Jachère, lieu de production. Amélioration et gestion de la jachère, 133-144.
- Séné M., 1997.** Influence de la jachère sur les rendements de sorgho en parcelles paysanne au Sénégal. Jachère et maintien de la fertilité. Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest. 95-100.
- Serpantié G. et Ouattara B., 2001.** Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest. La jachère en Afrique tropicale- Ch. Floret, R. Pontanier John Libbey Eurotext, Paris 2001, 21-83.
- Soltner D., 2003.** Les bases de la production végétale. Tome 1. Le sol et son alimentation. Collection Sciences et techniques agricoles. 23ème édition, France, 472p.
- Tessier M., 2005.** Quelques notions de fertilisation. Québec. [www.cdaq.qc.ca](http://www.cdaq.qc.ca). 47p ;
- Traoré K. et Toé A. M., 2008.** Capitalisation des initiatives sur les bonnes pratiques agricoles au Burkina Faso. 99p.
- Walinga I., Van Vark W., Houba V. J. G. et Van Der Lee J. J., 1989.** Plant analysis procedures. Dpt. Soil Sc. Plant Nutr. Wageningen Agricultural University. Syllabus, Part 7: 197-200.
- Walkley A. et Black I. A., 1934.** An examination method of the detjareff and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science. 37. 29-38.
- Yaméogo G., 1997.** Etude diagnostique de la flore, de la végétation et du sol de jachères d'âges différents, dans le terroir de Thiougou (Burkina Faso). DEA d'Ecologie tropicale. Faculté des Sciences et Techniques. Université d'Abidjan, 84 p.

- Young A., 1989.** Agroforestry for soil conservation, Wallingford-Nairobi, Cab International-Icraf.
- Zhu F., Yao Y., Wang S., Du R., Wang W., Chen X., Hong C., Qi B., Xue Z. et Yang H., 2014.** Housefly maggot-treated composting as sustainable option for pig manure management. In Waste Management (Chine) 35 (2015) 62–67.
- Zida, 2009.** Monographie de Bobo-Dioulasso, 11- 44p.
- Zingore S., Murwira H. K., Delve R. J. et Giller K. E., 2008.** Variable grain legume yields, responses to phosphorus and rotational effects on maize across soil fertility gradients on African smallholder farms, Nutr Cycl Agroecosyst 80, 1–18, Doi 10.1007/s10705-007-9117-3.
- Zougmore R., Ouattara K., Mando A. et Ouattara B., 2004.** Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso, Sécheresse n° 1, vol. 15.
- Zoundi J. S., Butare I. et Adomefa J. N. K., 2006.** Intégration agriculture-élevage : Alternative pour une gestion durable des ressources naturelles et une amélioration de l'économie familiale en Afrique de l'Ouest et du Centre. Ouagadougou, INERA, Nairobi : ILRI, Dakar : CORAF/WECARD, 374 p.

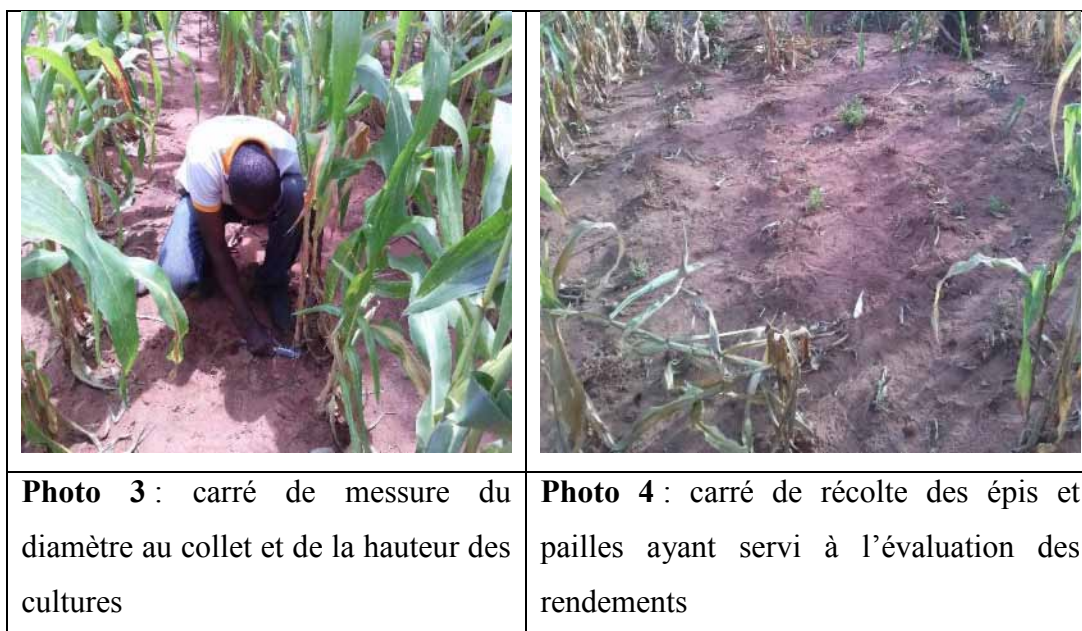
## ANNEXE



**Photo 1** : résidus de production d'asticots

**Photo 2** : litières de volaille

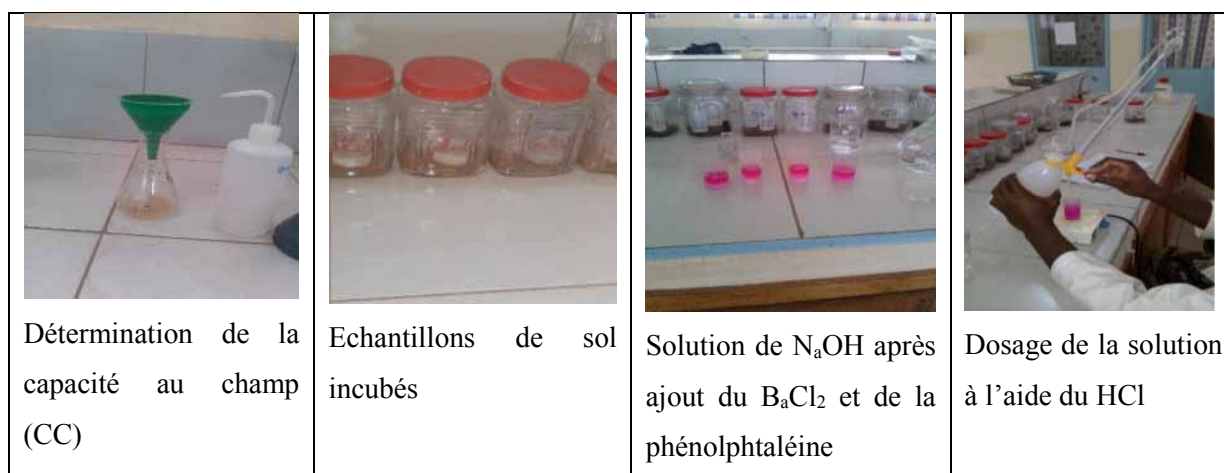
Source : photo stage, 2016



**Photo 3** : carré de mesure du diamètre au collet et de la hauteur des cultures

**Photo 4** : carré de récolte des épis et pailles ayant servi à l'évaluation des rendements

Source : photo stage, 2016.



Détermination de la capacité au champ (CC)

Echantillons de sol incubés

Solution de  $\text{NaOH}$  après ajout du  $\text{BaCl}_2$  et de la phénolphthaléine

Dosage de la solution à l'aide du  $\text{HCl}$

**Photo 5** : détermination de l'activité respiration du sol.

Source : photo stage, 2017