

BURKINA FASO
UNITE- PROGRES- JUSTICE
MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLÔME DE MASTER EN PRODUCTIONS VEGETALES

THEME

**DIAGNOSTIC DES PRATIQUES DE VALORISATION AGRONOMIQUE DE
SUBSTRATS ORGANIQUES DANS LA ZONE URBAINE ET PERIURBAINE DE
LA VILLE DE BOBO-DIOULASSO (BURKINA FASO).**

Présenté par :
OUATTARA Souleymane

Directeurs de mémoire : Pr. NACRO H. Bismarck

M. DAO Bèguè

Maître de stage: M. GOMGNIMBOU Alain P.K

N°.....2014/AGRO.

Mai 2014

TABLES DES MATIERES

DEDICACE.....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RESUME.....	x
Introduction	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1. Définition de quelques concepts	3
I.1.1. Concept d'agriculture urbaine	3
I.1.2. Concept de substrats organiques	3
I.1.2.1. Les substrats organiques d'origines végétales et animales	4
I.1.2.2. Les substrats organiques transformés.....	4
I.1.2.3. Matières organiques du sol	5
I.1.3. Recyclage et Caractérisation des SO de type urbain et périurbain	5
I.1.3.1. L'azote	7
I.1.3.2. Le Phosphore.....	7
I.1.3.3. Le potassium	8
I.2. Types de valorisation des substrats organiques	8
I.2.1. Fertilisation agricole et production de biogaz	8
I.2.2. Usages domestiques.	9
I.2.3. Alimentation des animaux	9
I.2.4. Rôle des substrats organiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols..	10
I.2.4.1. Rôle des substrats organiques sur les propriétés physiques.....	10
I.2.4.2. Rôle des substrats organiques sur les propriétés chimiques.....	10
I.2.4.3. Rôle des substrats organiques sur les propriétés biologiques	11
I.2.5. Impact des déchets sur les rendements des cultures.....	11
I.3. Les risques liés à l'utilisation des substrats organiques urbains en agriculture	12
I.3.1. Les risques de manipulation des substrats organiques.....	12
I.3.2. La pollution des SO par les métaux lourds et organismes pathogènes	12
I.3.3. Les risques liés à la proportion des éléments nutritifs	13
I.4. Le traitements des substrats organiques: Cas du compostage	13
I.4.1. Définition	13
I.4.2. L'importance du compostage.....	13
I.4.3. Les paramètres d'un bon compostage	14

I.5. Les pertes des éléments minéraux sous formes gazeuses	14
I.5.1. La dénitrification.....	14
I.5.2. La minéralisation.....	15
I.5.3. La volatilisation de l'azote.....	15
I.6. Typologie des acteurs.....	15
I.6.1. Les acteurs directs.....	16
I.6.2. Les acteurs indirects.....	16
I.7. Les contraintes en agriculture urbaine et périurbaine	16
I.7.1. Contraintes liées à la production.....	16
I.7.2. Contrainte foncière.....	17
I.7.3. Contrainte climatique.....	17
I.7.4. Contraintes techniques et financières.....	17
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	18
II.1. Présentation de la zone d'étude	18
II.1.1. Caractéristiques de la zone d'étude et peuplement.....	18
II.1.2. Le relief.....	19
II.1.3. Les sols	19
II.1.4. La végétation	20
II.2. Activités socioéconomiques	20
II.2.1. L'Agriculture.....	20
II.2.2. L'élevage.....	21
II.2.3. Le commerce, l'industrie et l'artisanat.....	21
II.3. Matériel.....	22
II.3.1. Le choix des sites	22
II.3.2. Caractéristiques des substrats organiques.....	22
II.3.3. Parcelles échantillonnées	22
II.3.4. Matériel végétal et fertilisants utilisés	23
II.4. Méthodes	23
II.4.1. Conduite des enquêtes	23
II.4.2. Echantillonnage de substrats organiques et des sols.....	23
II.4.3. Etude de la diversité et des pratiques de gestion des substrats organiques.....	24
II.4.4. Détermination de la teneur en éléments chimiques des substrats organiques.....	24
II.4.5. Méthodes d'analyse au laboratoire	25
II.4.6. Les pratiques agricoles	26
II.4.7. Méthode de mesure des rendements de maïs.....	26

II.4.8. Le dispositif d'étude	27
II.4.9. Analyse des données.....	27
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	28
III.1. Généralités sur les sites d'exploitations	28
III.1.1. Résultats	28
III.1.1.1. Caractéristiques socio-économiques des exploitants.....	28
III.1.1.1.1. Statut foncier	29
III.1.1.1.2. Ressources et superficies d'exploitation par types de producteurs.	30
III.1.1.1.4. Mode de financement et destination des revenus.	31
III.1.1.2.1. Caractérisation et pourcentage d'utilisation des substrats organiques	32
III.1.1.2.2. Pourcentage d'utilisation des produits phytosanitaires par les producteurs.	33
III.1.1.2.3. Mode d'application des SO	33
III.1.1.2.4. Association de la fumure organique et de la fumure minérale.....	34
III.1.1.2.5. Raison de l'association des SO et de la fumure minérale.....	34
III.1.1.2.6. Période d'apport des substrats organiques et leur aptitude sur la qualité des produits et sur le travail du sol	35
III.1.1.2.7. Facteurs et taux d'adoption des SO.....	35
III.1.1.2.9. Suggestions des producteurs	36
III.1.2. Discussions.....	36
III.1.3. Conclusion partielle.....	37
III.2. Caractéristiques chimiques des substrats organiques	38
III.2.1. Résultats	38
III.2.2. Discussions.....	39
III.2.3. Conclusion partielle.....	40
III.3. Effets des substrats organiques sur les propriétés chimiques du sol	40
III.3.1. Résultats	40
III.3.1.1. Effet des substrats organiques sur les pH_{eau} du sol.....	40
III.3.1.2. Effet des substrats organiques sur le pH_{Kcl} du sol	41
III.3.1.3. Effet des substrats organiques sur le carbone total du sol.	42
III.3.1.4. Effet des substrats organiques sur l'azote total du sol.....	42
III.3.1.5. Effet des substrats organiques sur le rapport carbone/azote du sol.	43
III.3.1.6. Effet des substrats organiques sur le phosphore total du sol.	44
III.3.1.7. Effet des substrats organiques sur le phosphore assimilable du sol.	44
III.3.1.8. Effet des substrats organiques sur le potassium total du sol.....	45
III.3.2. Discussions.....	46

III.3.3. Conclusion partielle.....	47
III.4. Effet des substrats organiques sur les rendements du maïs.	47
III.4.1. Résultats	47
III.4.1.1. Effet des traitements sur les rendements grains de maïs	47
III.4.1.2. Effet des traitements sur le poids mille (1000) grains du maïs	48
III.4.2. Discussions.....	49
III.4.3. Conclusion partielle.....	50
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIE	53
ANNEXES	A

DEDICACE

A

Mon père et ma mère qui m'ont quitté depuis l'adolescence,

*Mes frères et sœurs Bamoussa, Abdoulaye, Adama, Makan,
Sita, Minata , Matagari , Aramatou, Nabounou, Sali,*

*Mes oncles et tantes particulièrement Bèma OUATTARA et
son épouse pour leurs soutiens divers.*

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

C'est le lieu ici de témoigner notre gratitude à un ensemble de personnes qui, de près ou de loin ont œuvré à ce que ce mémoire puisse voir le jour. Nos remerciements vont tout d'abord :
Au Dr SANOU Jacob, Directeur Régional de la DRREA-Ouest pour nous avoir accordé ce stage dans son centre.

A Mr Alain P.K GOMGNIMBOU, notre maitre de stage qui s'est montré incontournable et disponible pour l'élaboration de ce mémoire.

Au Dr HIEN Olo, Coordonnateur du Département Production Animale de la DRREA-Ouest.
A Mr KIENDREBEOGO Timbilfou, Mr Alain MILLOGO, SANOU Missa et Madame Kadi SANOU pour les soutiens multiples lors du stage.

Nous remercions la direction de l'IDR et tous les enseignants qui lui sont affiliés pour notre formation.

Nous pensons particulièrement au Professeur NACRO H. Bismarck et à M. DAO Bèguè, pour avoir accepté la direction de notre mémoire et pour toutes les suggestions apportées pour l'amélioration de la qualité de ce document.

Nous remercions également le Centre National de Spécialisation/Fruits et Légumes pour nous avoir octroyé une bourse de stage durant nos travaux de recherche.

Nous disons merci à tout le personnel du laboratoire Sol-Eau-Plante de la station de l'INERA/ Farako-Bâ, particulièrement au Technicien des lieux, M. OUATTARA Sié Amoro.

Nous remercions le frère TANKOANO Boalidia pour ses multiples soutiens.

Merci à tous mes camarades stagiaires KABORE Issa, BAMA Josée, PARE Mélissa, TRAORE Parfait, COULIBALY Yaya.

Nous remercions également tous les producteurs (maraichers, éleveurs et céréaliculteurs) de la zone de Bobo-Dioulasso pour nous avoir accepté sur leurs sites et qui ont bien voulu répondre à nos différentes questions.

Nous tenons enfin à remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué à l'élaboration de ce mémoire et dont les noms n'ont pas pu être cités ici.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AUP : Agriculture Urbaine et Périurbaine

Cp : Compost

D.cot : Déchets de Coton.

DM : Déchets Ménagers,

FH : Fèces Humaines,

FM : Fumure Minérale

FB : Fumure Bovine

FCp : Fumure de Caprins,

FiV : Fiente de Volailles

FO : Fumure Organique

FOv : Fumure Ovine

FP : Fumure Porcine

GRN/SP : Gestion des Ressources Naturelles /Système de production

IDR : Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

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

MHA : Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique

MO: Matière Organique

PDC : Plan de Développement Communal

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

SO : substrats organiques

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de la commune de Bobo-Dioulasso.....	18
Figure 2: Pluviométrie des dix dernières années de la zone de Bobo-Dioulasso.....	19
Figure 3: Statut du foncier par type de producteur.....	30
Figure 4: Mode de financement et destination du revenu des producteurs.	32
Figure 5: Pourcentage d'utilisation des produits phytosanitaires.	33
Figure 6: Pourcentage d'association des SO + FM par les producteurs.	34
Figure 7: Suggestions des producteurs.....	36
Figure 8: Effet des traitements de substrats organiques sur le pH _{eau} du sol.	41
Figure 9: Effet des substrats organiques sur le pH _{KCl} du sol.	41
Figure 10: Effet des traitements de substrats organiques sur la teneur en carbone du sol.	42
Figure 11 : Effet des traitements de substrats organiques sur la teneur en azote.	43
Figure 12 : Effet des substrats organiques sur le rapport carbone-azote.	43
Figure 13 : Effet des traitements sur la teneur en phosphore total.	44
Figure 14 : Effet des traitements sur la teneur en phosphore assimilable du sol.....	45
Figure 15 : Effet des SO sur les teneurs en potassium.	45
Figure 16 : Effet des traitements sur les rendements grains de maïs.....	48
Figure 17 : Effet des traitements sur les rendements 1000 graines de maïs.....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractérisation des déchets de décharges de la ville de Bobo-Dioulasso.	6
Tableau II : Composition chimique des fientes de Poules.....	6
Tableau III : Composition chimique des lisiers de porcs	6
Tableau IV : Composition chimique des déchets d'égrenage de coton.....	6
Tableau V : Composition chimique en pourcentage de biogaz.	9
Tableau VI : Optimums de compostage	14
Tableau VII : Tableau VII : Echantillonnage des substrats organiques	23
Tableau VIII : Nombre de prélèvements par types de producteurs et par horizons.	24
Tableau IX : Nombre et pourcentage de producteurs par ethnies	28
Tableau X : Nombre et pourcentage par classe d'âges des producteurs	28
Tableau XI : Nombre et pourcentage des producteurs par niveau d'instruction	29
Tableau XII : Répartition des producteurs selon le lieu de production et le niveau d'instruction	29
Tableau XIII : Ressources des exploitations suivant le statut foncier.	30
Tableau XIV : Nombre de producteurs par superficies d'exploitation et lieux d'exploitation	31
Tableau XV : Taux d'utilisation des substrats organiques par type de producteurs	32
Tableau XVI : Mode d'application des SO par type de producteurs.	33
Tableau XVII : Tableau XVII: Raisons de l'association SO + FM	34
Tableau XVIII : Période d'apport des SO et leur aptitude sur la qualité des produits et le travail du sol.	35
Tableau XIX : Caractéristique chimique des substrats organiques.	38

RESUME

La présente étude avait eu pour objectif de contribuer à l'étude de la valorisation agronomique des substrats organiques (SO) dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso. De ce fait, un état des lieux des acteurs de l'agriculture urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso a été établi en menant des enquêtes auprès de 174 producteurs agricoles. Ensuite, des substrats organiques utilisés par ces producteurs ont été prélevés afin de déterminer leurs caractéristiques physico-chimiques, puis leur effet sur la fertilité des sols et sur les rendements de maïs a été déterminé.

Les résultats ont montré que l'agriculture urbaine et périurbaine menée dans la zone de Bobo-Dioulasso regroupe une multitude d'acteurs dont les céréaliers, les maraîchers et les pépiniéristes. La majorité de ces producteurs, avec un niveau de scolarisation très faible (65% non scolarisés), a une tranche d'âge allant de 30 à 40 ans (35%). Par ailleurs, une large part des enquêtés, notamment les céréaliers et les maraîchers, a une bonne compréhension de la fertilité des sols et une bonne connaissance de l'aptitude des apports organiques à assurer le maintien ou à améliorer l'aptitude du sol à produire. Ils font recours aux SO comme amendement du fait de leurs fortes teneurs supposées en matière organique. Cependant, la disponibilité de ces substrats reste la contrainte la plus importante. La majorité des producteurs apportent les SO après semis, avec une prédominance du mode enfoui chez les céréaliers, et de l'apport à la volée chez les maraîchers. L'analyse chimique a enregistré des différences significatives entre la majorité des SO. Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les déchets de ménages et le fumier de caprin et entre les déchets de coton et les fèces Humaines. Les teneurs en matière organique ont montré que la fumure porcine est la plus riche (74,79%) et les fèces humaines sont très pauvres (9,66%).

Pour les sols, les teneurs en carbone vont de 0,39 % à 1,27% sur l'horizon 0 - 10 cm et de 0,31% à 0,73% sur l'horizon 10 - 20 cm. Les moyennes de N ont varié de 0,04% à 0,13% sur l'horizon 0 – 10 cm et de 0,02% à 0,08% sur l'horizon 10 – 20 cm. La moyenne des teneurs en phosphore assimilable a varié de 1,42 mg/kg de sol à 91,07mg/kg sur l'horizon 0 – 10 cm et de 0,56 mg/kg de sol à 60,64 mg/kg de sol sur l'horizon 10 – 20 cm du sol.

L'analyse a également montré que le traitement déchets ménagers a enregistré le meilleur poids moyen de 1000 grains (278,667 g/1000 grains) et le plus faible poids moyen de 1000 grains de maïs (221,240 g/1000 grains) a été obtenu par le traitement à la Fumure minérale.

Mots clés : Agriculture urbaine et périurbaine, substrats organiques, Fertilité des sols, rendements, Burkina Faso.

ABSTRACT

This study aims to contribute to the study of the agronomic reusing of the organic substrate (SO) in the urban and periurban areas of Bobo-Dioulasso. For this reason, an inventory of fixtures of the players of the urban and periurban agriculture of Bob-Dioulasso was established through some surveys done with 174 agricultural producers. Next, the organic substrates used by the producers were taken in order to determine its physicochemical characteristics then, its effect on the fertility of the soils and on the maize investment was ascertained. The results have showed that the urban and periurban agriculture in the area of Bobo-Dioulasso includes so many players such as the cereal producers, the market gardeners and the owners of a nursery The majority of these producers with a very low schooling rate (65% were not provided with schooling) have the age bracket from 30 to/up 40 years old. Moreover, most of those who were investigated in particular the cereal producers and the market gardeners, have a very good comprehension of the fertility of the soils and a very good knowledge of the capacity of the organic supply to insure the maintenance or improve the capacity of the soil for production.

They use the organic substrates (SO) as fertilizers because of the estimated high content of organic material. However, the availability of the substrates remains the most important problem the majority of the producers bring the SO after the seedling, most of them bury the SO especially the cereal producers and the market gardeners throw the SO with full force. Some significant differences were recorded among the Organic Substrates. The organic material contents show that pig manure is the most rich (74.79%) contrary to the human beings manure which is very poor in organic material (9.66%).

Talking about soils, the carbon contents are from 0.39% to 1.27% on the horizon 0-10cm and from 0.31% to 0.73% on the horizon 10-20cm. The N averages have varied from 0.04% to 0.13% on the horizon 0-10cm and from 0.02% to 0.08% on the horizon 10-20cm. The average of the phosphorus contents easily absorbed has varied from 1.42mg/kg for the soil to 91.07mg/kg on the horizon 0-10cm and from 0.56mg/kg for the soil to 60.64mg/kg on the horizon 10-20cm from the soil.

The analysis has also showed that the treatment T2 (household waste) has recorded the best average weight of 1000 grains (278.667g/1000grains) and T3 (mineral manure) has recorded the lowest average weight of 1000 maize grains (221.240g/1000grains) .

Key words: The urban and the periurban agriculture, organic substrates, the soils fertility, returns, Burkina Faso.

Introduction

La population mondiale est de nos jours estimée à plus de 7 milliards d'habitants. Cette population passera à 8 milliards d'habitants en 2025 et à plus de 9 milliards d'habitants en 2050 (INSD, 2006). Plus de la moitié de cette population mondiale vit en milieux urbains. Cette population urbaine continuera à croître rapidement et passera de 3,3 milliards d'habitants en 2007 à 6,4 milliards d'habitants en 2050. Avec seulement 4 % de la population urbaine mondiale à l'heure actuelle, l'Afrique abritera près de 20 % de cette population en 2050 (INSD, 2006).

Au Burkina Faso, l'accroissement de la population est particulièrement rapide et elle est actuellement estimée à plus de 14 millions d'habitants dont plus de 22% vivent dans le milieu urbain. Cette population dépassera 20 millions d'habitants à l'horizon 2020. Dans les Hauts-Bassins, elle atteindra 1,3 millions d'habitants (INSD, 2006).

Avec cet accroissement de la population dans les zones urbaines et périurbaines de Bobo-Dioulasso, la création de fermes agricoles et pastorales prennent de plus en plus de l'ampleur (FAO, 2005). Ces fermes sont de véritables sources de production de déchets qui trouvent leur intérêt en agriculture (KABORE *et al.*, 2010). Cependant, les pratiques d'utilisation ne sont pas à garantir des comportements éco-citoyens et des risques de génération de problèmes environnementaux et sanitaires sont à redouter. De ce fait, l'agriculture urbaine et périurbaine (AUP) se révèle comme une réponse à ces préoccupations dans la mesure où elle contribue à la sécurité alimentaire des populations urbaines et à la création d'emplois pour les couches vulnérables tout en participant à l'assainissement du cadre de vie (CISSE, 1997 ; MOUSTIER, 1998 ; MOUSTIER et DAVID, 2001).

Par ailleurs, cette augmentation de la population a des effets sur le développement agricole qui, dans les pays africains au sud du Sahara, est soumis ces dernières décennies à une pauvreté accrue des sols en nutriments et en matière organique (LOMPO *et al.*, 2009) et à l'inégale répartition des pluies (BADO *et al.*, 1991; SEDEGO *et al.*, 1997).

Au Burkina Faso, malgré sa faible productivité, le secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie nationale et contribue à environ 40% à la formation du produit intérieur brut (MAHRH, 2004). Les faibles rendements des cultures s'expliquent en grande partie par la faible pluviosité (BADO *et al.*, 1991; SEDEGO *et al.*, 1997) et la pauvreté des sols (BADO, 1994 ; SEDEGO *et al.*, 1997).

En effet, des apports d'engrais sous forme minérale ou organique permet d'améliorer la fertilité des sols en augmentant l'efficacité de l'eau et les rendements des cultures (SEDEGO *et al.*, 1997). Cependant, les engrais minéraux restent inaccessibles pour la majorité des

agriculteurs suite à leurs coûts élevés. Cela demeure un souci et un frein pour la productivité des terres. Face aux coûts élevés des engrais minéraux et aux conséquences d'une utilisation exclusive de ces derniers sur les cultures et les sols, l'utilisation des matières organiques surtout celles d'origines animales avec ou sans engrais minéraux est nécessaire (KABRAH et al., 1996 ; SEDOGO et al., 1997). Ces matières organiques ont des effets bénéfiques sur les propriétés physico-chimique et biologique du sol (SEDOGO, 1981 ; KABRAH et al., 1993). En outre, la croissance des villes dans les pays en voie de développement, suite à la pression démographique, suscite de plus en plus de nombreuses préoccupations. Si cette croissance est souvent perçue comme un puissant facteur de développement, elle peut générer des poches d'insécurité alimentaire et de pauvreté dans les cas où elle s'opère rapidement et de manière incontrôlée (FAO, 2005). De ce fait, la nécessité d'accroître la production et d'améliorer la qualité de l'alimentation s'inscrit dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles, donc de l'environnement (INERA, 2004).

Au regard de l'importance de ces substrats organiques dans la fertilité des sols et dans l'amélioration des rendements des cultures, il s'avère indispensable d'évaluer leur mode de valorisation dans l'agriculture urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso en vue de l'optimisation de leur utilisation. D'où l'intérêt de la présente étude qui porte sur la thématique : *Diagnostic des pratiques de valorisation des substrats organiques dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso.*

La présente étude a pour objectif global la valorisation des substrats organiques en vue d'une gestion durable de la fertilité des sols.

Les objectifs spécifiques se présentent comme suit :

- ✓ Etudier la diversité et les pratiques de gestion des SO dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso ;
- ✓ étudier les caractéristiques chimiques des SO utilisés dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso ;
- ✓ déterminer l'influence des SO sur la production des cultures et la fertilité des sols.

Le présent mémoire s'articule autour de trois grands chapitres: le premier chapitre est consacré à une revue de la littérature, le second chapitre présente les matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de l'étude, et enfin le troisième chapitre concerne les résultats obtenus suivis des discussions et des suggestions.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Définition de quelques concepts

I.1.1. Concept d'agriculture urbaine

L'agriculture urbaine et périurbaine (AUP) se définit de plusieurs manières dans la littérature. L'agriculture urbaine et périurbaine se réfère aux pratiques agricoles dans les villes et autour des villes, qui utilisent les ressources terre, eau, énergie, main d'œuvre pouvant également servir à d'autres usages pour satisfaire les besoins de la population urbaine (FAO, 1999). De ce fait, l'agriculture urbaine (AU) se réfère à des petites surfaces utilisées en ville pour cultiver quelques plantes et élever de petits animaux et des vaches laitières en vue de la consommation du ménage ou des ventes de proximité (FAO, 1999).

Selon NDEYE (2002), le concept d'agriculture urbaine, même s'il renvoie à une notion nouvelle, fait référence à une activité circonscrite dans une aire géographique limitée et concerne la culture des légumes, l'arboriculture fruitière et l'élevage. Elle peut être étendue à la pêche et reste caractérisée par sa proximité avec un grand marché de consommation, proximité dont le corollaire est la réduction des coûts de transport, de stockage et de conservation des produits.

NZOJIBWANI (2002) définit l'agriculture urbaine comme l'ensemble des activités agropastorales pratiquées à la périphérie des villes ou à l'intérieur, autour des points d'eau, sur des zones non encore viabilisées ou sur des parcelles non construites, ou des chantiers inachevés, et profitant de la proximité d'un centre de consommation et de la disponibilité d'énormes quantités de déchets comme amendement.

L'agriculture périurbaine, au strict sens étymologique, est celle qui se trouve à la périphérie de la ville, quelle que soit la nature de ses systèmes de production. Avec la ville, cette agriculture peut soit n'avoir que des rapports de mitoyenneté, soit entretenir des rapports fonctionnels réciproques (KASHIMBA, 2007).

I.1.2. Concept de substrats organiques

Les substrats organiques peuvent être de la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (MUSTIN, 1987) avec le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote comme éléments caractéristiques représentant 95% de la masse totale. On peut distinguer trois grandes catégories de substrats organiques en tenant compte du milieu de stockage et de l'intervention humaine ou animale: les substrats organiques d'origines végétales et animales, les substrats organiques du sol et les substrats organiques transformés (compost ou fumier).

I.1.2.1. Les substrats organiques d'origines végétales et animales

Les substrats organiques d'origines animales et végétales représentent la masse totale de substrats dans un lieu donné (MUSTIN, 1987). En effet, la production primaire de la matière organique est réalisée par les végétaux chlorophylliens lors de la photosynthèse. Cette matière organique végétale est ensuite consommée par les animaux pour fabriquer les matières organiques animales. L'aptitude à la biodégradation de la biomasse végétale sera déterminée par le rapport entre les teneurs en carbone et celles en azote (C/N) des composés. Plus ce rapport est élevé, moins les substrats sont biodégradables (DUCHAUFOR, 1984).

Les substrats organiques d'origines animales, très riches en azote et dépourvus de constituants pariétaux comme la cellulose, la lignine etc., possèdent des tissus fortement biodégradables. Cependant, des tissus comme les os, les poils, les cornes, les sabots etc. sont difficilement biodégradables (MUSTIN, 1987).

I.1.2.2. Les substrats organiques transformés.

La biomasse végétale et animale morte peut être transformée sous forme de fumier ou de compost qui représentent les matières organiques transformées. Le fumier est constitué par un mélange de déjections animales (fèces et urines) et de résidus végétaux plus ou moins dégradés. La proportion de déchets animaux dans le fumier est fonction de la quantité de litière fournie aux animaux en stabulation. La nature et la composition des fèces dépendent, selon LANDAIS et *al.*, (1987), de l'espèce animale, de la digestibilité et des quantités des aliments ingérés. La qualité du fumier est appréciée par son rapport C/N . En comparaison à celui de la biomasse végétale non transformée, le rapport C/N des fèces est relativement plus bas. Le compost s'obtient par la transformation de la biomasse végétale et animale morte sous l'action des microorganismes. Le compostage est le processus de fabrication du compost.

Selon MUSTIN (1987), le compostage est un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des substrats organiques en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques. Seule la biomasse végétale morte permet la formation de l'humus; la biomasse animale y participe en tant que pourvoyeur en éléments minéraux (azote etc.). Comme le fumier, la qualité du compost est appréciée par son rapport C/N . En général ce rapport est plus bas que celui de la matière organique végétale qui a été transformée. La qualité et la composition du compost dépendent de la nature de la matière organique et des conditions du compostage (MUSTIN, 1987).

I.1.2.3. Matières organiques du sol

Les substrats organiques d'origines animales et végétales qui représentent l'ensemble des débris végétaux, de cadavres et excréta d'animaux et de corps microbiens non encore décomposés sont de la matière organique ayant sensiblement la même composition que les tissus vivants. Selon GROOT *et al.*, (1998), cité par BORO (2000), cette matière s'incorpore au sol et se décompose en humus en trois ans avec une vitesse de décomposition' annuelle variant entre 20 et 80%, en fonction du rapport C/N et de la teneur en lignine. Cette matière humifiée est constituée de substances humiques plus complexes et assez stables souvent liées à la fraction argileuse du sol. Les constituants de l'humus ont été définis en fonction de leur solubilité dans des différents solvants (DABIN, 1971). Il s'agit des acides fulviques qui sont solubles aussi bien dans des solutions acides que dans des solutions basiques: des acides humiques solubles uniquement dans les solutions basiques diluées et de l'humine qui est insoluble à la fois dans les acides et les bases. L'humus qui est intimement lié à la fraction argileuse a une vitesse de décomposition plus lente soit 2% par an en moyenne (BORO, 2000).

Par ailleurs, SEDOGO (1993) et BACYE (1993) ont montré que les teneurs en matières organiques étaient plus élevées dans les champs de case qui reçoivent plus de matière organique que les champs de brousse où il n'y a pas de restitutions organiques autres que les racines. En zone soudano-sahélienne, la plupart des sols cultivés ont de faibles teneurs en matières organiques totales. Toutefois, les valeurs varient en fonction des modes de gestion des sols en particulier de la nature des quantités des restitutions organiques (BACYE, 1993). En effet, pour une même quantité apportée, les apports de fumier ou de compost bien décomposés ont plus d'effets sur les stocks organiques du sol que les restitutions sous forme de résidus végétaux (FELLER *et al.*, 1987).

I.1.3. Recyclage et Caractérisation des SO de type urbain et périurbain

Les SO de types urbains et périurbain sont utilisés en agriculture avec un taux d'utilisation de 85,7% par les paysans (KABORE, 2004). Il s'agit des déjections animales et divers autres substrats en provenance des industries et des décharges sauvages (YE, 2007). Cette valorisation agronomique des SO d'origine urbaine et périurbaine consiste à un retour au sol de ceux-ci après transformation ou non de ces déchets. Pour KABORE (2004), la plupart des producteurs pratiquent un apport brut des déchets dont 81,4% des producteurs effectuent un tri grossier avant l'épandage. Mais cet apport à l'état brut des déchets présente d'énormes risques.

Selon FARINET et NIANG (2005), l'emploi direct des déchets dans l'agriculture se heurte à certaines difficultés techniques: taux d'humidité élevé, risques de toxicité pour ceux qui les emploient et pour les plantes.

La teneur en éléments chimiques des SO d'origine urbaine et périurbaine varie d'un type de SO à un autre. Les tableaux ci-dessous donnent les caractérisations chimiques de quelques SO.

Tableau 1 : Caractérisation des déchets de décharges de la ville de Bobo-Dioulasso.

	pH	C (%)	MO (%)	N(%)	C/N	P.total	P.ass	Ca	K	Mg
								mg/kg		
Centre ville	8,88	4,01	6,91	0,33	12,4	1110,5	28,65	14905	1689,5	7217,5
Périurbain	9,13	3,0	5,21	0,23	13,5	834,5	25,75	12302,5	1388,5	7050

Source : YE (2007).

Tableau 2 : Composition chimique des fientes de Poules.

Eléments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Teneur (%)	2,42	1,23	1,62	3,62	2,15

Source : AGYENIM BOATENG et al., (2006).

Tableau 3 : Composition chimique des lisiers de porcs

Eléments	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Teneur (g/kg)	7,8	107	55,2	63,1

Source : SEYDOU et al., (2008).

Tableau 4 : Composition chimique des déchets d'égrenage de coton.

Eléments	N(%)	P.total	k
Teneur		mg/kg	
	0,66	1395	3086

Source : YE, 2007

I.1.3.1. L'azote

L'azote provient des urines où il est présent sous forme d'urée, d'acide urique et d'autres métabolites, des fèces sous forme de protéines alimentaires non dégradées et de microflore intestinale, des pertes d'aliments. Dans les lisiers il se présente essentiellement sous forme dissoute, la proportion pouvant varier selon les animaux. Elle est de 85 à 90 % dans le cas des lisiers de porcs, et légèrement moindre pour les bovins (AUDION, 1991). Du point de vue chimique, il s'agit d'azote organique essentiellement particulaire ou d'azote ammoniacal dissous. Le pourcentage d'azote ammoniacal varie selon l'âge du lisier et son origine ; il est compris entre 70 et 90% pour les porcs, entre 50 et 60% pour les bovins, et entre 40 et 70% pour les volailles (AUDION, 1991). Les substances nutritives azotées sont prélevées du sol par les plantes pour leur croissance et ont besoin d'être remplacées (PAU, 1995). La disponibilité de l'azote dans le sol varie d'une année sur l'autre en fonction de la minéralisation de la matière organique, du niveau de reliquat d'azote après récolte et de la capacité d'absorption de la plante. Ceci peut se mesurer par l'azote absorbé par la culture à l'entrée de l'hiver et à la sortie de l'hiver, l'importance du reliquat d'azote minéral dans le sol à la sortie de l'hiver.

I.1.3.2. Le Phosphore

L'origine du phosphore est fécale à près de 90 %. Il est surtout présent sous forme de minéraux peu solubles. Dans le cas des lisiers de porcs par exemple, cette forme de phosphore représente 87%, dont 73 à 80% de minéral et 7 à 12% d'organique. Parmi les 13 % dissous, la part minérale est de 10%, tandis que la part organique est de 3 % (AUDION, 1991). Le phosphore est le nutriment primaire obligatoire pour la production agricole; le phosphore assimilable assure la croissance et le développement de la plante, une maturation rapide des cultures et une amélioration de la qualité et de la quantité de la production agricole. (SOLTNER, 1994). Selon COMPAORE (1996), lorsque le phosphore du sol qui est prélevé par les plantes (phosphore bio-disponible) devient limitant, l'agriculture peut être considérée comme non durable; donc un système agricole durable veut que le phosphore apporté aux sols maintienne ou accroisse les niveaux de phosphore bio-disponible. Le phosphore est donc incontestablement un élément capital pour l'amélioration de la production agricole. Cependant, les sols tropicaux et particulièrement les sols ferrugineux du Burkina Faso, manifestent une carence générale en phosphore, et 20 à 80 % du phosphore dans les sols peuvent être sous forme de phosphore organique.

SEDOGO (1981) situe les origines de cette carence des sols ferrugineux tropicaux en phosphore dans la nature du substratum géologique et son évolution au cours de la formation du sol, mais aussi dans la faible teneur en matière organique et l'épuisement rapide de ces sols après leur mise en culture.

I.1.3.3. Le potassium

Le potassium, élément aussi présent dans les déjections animales très lessivable. Par conséquent, du fumier exposé aux précipitations est susceptible d'engendrer des pertes par lessivage (COPERN, 2006). Le potassium joue un rôle d'actif de la plante. Il améliore la balance hydrique et hydrocarbonée en raccourcissant les périodes pendant lesquelles l'état des stomates n'est pas adapté aux conditions du milieu : en activant leur fermeture, il limite la transpiration ; en activant leur ouverture, il permet la reprise de la photosynthèse dès que le déficit n'est pas limitant (MARIN-PREVEL, 1984 ; HELLER *et al.*, 1989 cité par DAKOUO, 1994).

I.2. Types de valorisation des substrats organiques

Les substrats organiques sont utilisées comme fertilisants agricoles car contribuent à améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, tout en favorisant la décomposition des résidus de cultures (FAO, 1999). Elles sont également utilisées dans la production de biogaz avec la matière organique fraîche telle que les déjections animales, les déchets verts, les végétaux (CAUSSADE, 2006).

I.2.1. Fertilisation agricole et production de biogaz.

Les substrats organiques sont non seulement utilisés pour fertiliser les champs mais aussi interviennent dans la production de biogaz. C'est une nouvelle source d'énergie renouvelable largement disponible, peu coûteuse et non polluante utilisée pour compléter l'énergie fossile non renouvelable. Cette production de biogaz est fonction de la nature et de la composition du substrat, du type de digesteur et des conditions de fermentation (anaérobiose, température, pH, agitation, temps de rétention) (TOUZI *et al.*, 2001). Pour SOMA (2008), la production de biogaz est fonction du type de déchets ou du substrat et du type de traitement. Selon le même auteur, dans le cas du compostage les déchets d'abattoir ont une production importante de biogaz comparativement aux déchets de décharge.

Tableau 5 : Composition chimique en pourcentage de biogaz.

Gaz	Composition du biogaz %
Méthane (CH ₄)	50 à 70 %
Dioxyde de carbone (CO ₂)	35 à 40 %
Azote (N ₂)	0,5 à 3 %
Gaz divers: H ₂ S, NH ₃ , CnH _{2n} ...	1 à 5 %
Hydrogène (H ₂)	1 à 3 %
Oxygène (O ₂)	0,1 à 1 %

Source: TOUZI et *al.*, (2001).

I.2.2. Usages domestiques.

Les résidus de récolte, en plus de leur utilisation agronomique, sont utilisés pour des besoins domestiques comme combustible et comme matériaux de construction (clôture de jardin, hangars, etc.). Ainsi, dans la zone soudano-sahélienne en générale où la production en bois de chauffe est faible, les résidus de culture sont très utilisés par les ménages. Les travaux de LOMPO (1983) dans le village de Saria au centre du Burkina Faso montrent que 90% des tiges récoltées servent à la combustion.

I.2.3. Alimentation des animaux

L'utilisation des résidus de récolte dans l'alimentation des animaux est d'une grande importance variant avec plusieurs facteurs, (LEEUEW, 1997 cité par BORO, 2000). Elle dépend de la productivité des pâturages naturels, de la densité du bétail généralement exprimée en U.B.T. (Unité de Bétail Tropical.) et de l'offre des autres ressources, en particulier des fourrages et des sous - produits agro industriels. Dans les zones agro-pastorales des régions semi-arides où le bétail est une partie intégrante du système de production, les résidus de récolte constituent une part importante de l'alimentation des animaux surtout en saison sèche durant laquelle les feux de brousse sont pratiqués. L'offre des résidus de récolte est fonction de la proportion de terre utilisée pour la culture et des rendements. Cette offre dépend également de la productivité des pâturages naturels qui diffèrent suivant les zones climatiques.

Selon LEEUEW (1997 cité par BORO, 2000), la productivité en zone semi-aride, caractérisée par une faible pluviosité (700 à 1000 mm), varie entre 0,2 et 0,5 tonne de matière sèche /hectare contre 0,72 et 0,76 tonne de matière sèche /hectare pour les zones humide et sub-humide plus pluvieuses. Ainsi dans les zones semi-arides, les faibles productivités

associées généralement aux brûlis des espaces de brousse en saison sèche, accroissent l'importance des résidus de récolte.

I.2.4. Rôle des substrats organiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols.

I.2.4.1. Rôle des substrats organiques sur les propriétés physiques.

Les matières organiques améliorent les propriétés physiques du sol qui sont la structure, la texture, la porosité et la capacité de rétention. En plus de leur rôle de réservoir d'éléments nutritifs, elles ont un rôle majeur dans la fertilité physique des sols, leur aération et leur résistance à la dégradation et à l'érosion (ZNAÏDI, 2002), et ce, en accroissant la teneur en humus du sol, et en favorisant la décomposition des résidus de culture.

Un sol physiquement riche est friable, poreux et aéré avec environ 60% de matières solides et 40% du volume réservé à l'eau et l'air. Cette matière organique crée, avec les particules minérales des micro-agrégats résistants au lessivage et aux effets néfastes de l'érosion. Plusieurs auteurs (SOLTNER, 1986 ; MUSTIN, 1987 ; HOEFSLOOT *et al.*, 1993; BAMBARA, 1993 ; FELLER, 1994) ont montré que la stabilité du sol augmente avec l'apport de matière organique.

Pour DE RIDDER *et al.*, (1990), la matière organique du sol affecte particulièrement la stabilité des agrégats par la formation du complexe argilo-humique. Il ressort des travaux de SEBILLOTIE (1991) et ZANGRE (2000) que la matière organique déplace la sensibilité au compactage vers l'humidité et abaisse le niveau maximum de compacité par les engins agricoles. De par sa minéralisation et son importance dans la dynamique de l'azote, elle influence directement la nutrition des plantes et les propriétés physico-chimiques des sols (SEDOGO *et al.*, 1994). BACYE (1993) constate que la teneur en matière organique baisse progressivement suite à une réduction des restitutions organiques limitées essentiellement à la biomasse racinaire. Il s'ensuit une dégradation de la structure et une baisse de la porosité des sols (OUATTARA *et al.*, 1998).

I.2.4.2. Rôle des substrats organiques sur les propriétés chimiques

Dans les systèmes de culture traditionnels, la matière organique est la principale source d'éléments nutritifs pour la production végétale même si, selon HOEFSLOOT *et al.*, (1993), il est difficile de déterminer dans quelle proportion, la minéralisation de la matière organique contribue à l'enrichissement en soufre, phosphate et potassium.

Selon LATHAM (1997) la principale raison de préconiser la restitution de matière organique au sol est qu'elle procure des éléments nutritifs pour la culture, car les résidus de récolte contiennent environ 50% d'éléments minéraux exportés du sol durant la culture. Leur restitution est donc essentielle dans la diminution des pertes en éléments nutritifs, surtout pour les producteurs des pays en voie de développement où très peu d'intrants minéraux sont utilisés. En effet, BALASUBRAMANIAN et *al.*, (1984 cités par HOEFSLOOT et *al.*, 1993), dans une étude de sol en zone guinéenne et soudanienne du Nigeria, ont trouvé des relations très significatives entre les teneurs en matière organique et celles en potassium assimilable, azote total et calcium échangeable. De même PICHOT (1975), constate que dans les sols tropicaux, avec une fraction dominée par la kaolinite, le taux de matière organique est un facteur déterminant pour la capacité d'échange cationique (CEC) du sol. Une différence de 1% de carbone organique dans le sol entraîne une différence de la CEC de 4.3 m éq./100g. En plus, ces changements entraînent des variations sur la valeur du pH du sol.

Selon POULAIN (1981 cité par BORO, 2000), la matière organique constitue dans ces sols un complexe de stockage important des éléments minéraux fertilisants majeurs qui ne sont pas inclus dans les fumures minérales, en particulier dans la nutrition azotée des plantes.

I.2.4.3. Rôle des substrats organiques sur les propriétés biologiques

L'amélioration du milieu physico-chimique crée des conditions favorables à l'activité biologique à savoir un milieu aéré et neutre, et suffisamment pourvu en bases échangeables, une humidité modérée et une chaleur suffisante (BORO, 2000). Ces conditions sont nécessaires à un bon développement racinaire et sont favorables à l'activité des microorganismes et de la faune du sol.

Les apports fréquents de matières organiques fraîches servent à la fois d'aliment et de support à la faune et à la microflore lorsque ces matières entrent en fermentation aérobie dans les couches superficielles du sol. SOLTNER (1986) et MUSTIN (1987) montrent qu'en plus de ces rôles agricoles, les matières organiques et particulièrement l'humus, exercent un rôle de premier plan dans la formation et l'évolution des sols.

I.2.5. Impact des déchets sur les rendements des cultures.

Les substrats organiques sont une source de matière fertilisante et améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Ainsi, en améliorant ces propriétés du sol, les substrats participent à l'amélioration des rendements des plantes cultivées. Selon GNANKAMBARY et *al.*, (2000), les déchets entraînent un accroissement selon les doses

d'apports. KABORE (2000), note une amélioration de la croissance en hauteur, de la biomasse aérienne du sorgho par les déchets urbains solides. Ces améliorations n'affectent pas la biomasse racinaire.

I.3. Les risques liés à l'utilisation des substrats organiques urbains en agriculture

Les substrats organiques représentent une source d'éléments fertilisants pouvant contribuer à l'amélioration des propriétés physiques, chimiques, et biologiques des sols et donc à l'amélioration des rendements de nos cultures. Cependant il existe plusieurs contraintes et risques liés à l'utilisation des déchets en agriculture qui sont de plusieurs ordres:

I.3.1. Les risques de manipulation des substrats organiques.

Ces risques sont entre autre la présence de sachets plastiques et les blessures. En effet, les sachets plastiques sont fortement entremêlés aux autres constituants et rendant leurs tris pénibles pour les producteurs (TRAORE, 2000). Aussi, les risques de blessures lors de la manipulation des déchets sont dus à la présence d'objets tranchants et pointus contenus dans ces déchets tels que les aiguilles, les seringues (TRAORE, 2000; BAGBILA, 2007).

I.3.2. La pollution des SO par les métaux lourds et organismes pathogènes

Les organismes pathogènes peuvent être la cause de nombreuses maladies pouvant affecter aussi bien la santé des plantes que la santé humaine. La caractérisation des substrats organiques révèle une pollution de ces déchets par les métaux lourds (BAGBILA, 2007; YE, 2007). GNANKAMBARY *et al.*, (2000) notent une pollution croissante des sols amendés par les métaux lourds en fonction de la dose de déchets apportés. Ces métaux lourds ont des impacts néfastes sur la santé humaine, sur la plante et son environnement. Selon KOZLOWSKI *et al.*, (2003), les quantités excessives de métaux lourds inhibent la croissance et le développement des plantes et nuisent à la production. Selon KOZLOWSKI *et al.*, (2003) les métaux lourds font partie des éléments toxiques qui passent des champs vers les eaux des écosystèmes participant ainsi à leurs pollutions. Les eaux de ruissellement entraînent ces métaux lourds vers les cours d'eau les polluant ainsi. De même, les eaux d'infiltration entraînent en profondeur ces métaux et polluent ainsi les nappes phréatiques.

1.3.3. Les risques liés à la proportion des éléments nutritifs

Les SO qui amendent les champs peuvent être la cause d'un dysfonctionnement des plantes due aux excédents des nutriments (FARINET et NIANG, 2005). Il y a aussi les contraintes liées au rapport C/N élevé de certains substrats qui pourrait être la cause d'une immobilisation temporaire de l'azote au détriment des plantes, et donc une baisse de la production lorsque ces substrats sont apportés aux cultures (KABORE, 2004 ; KIBA, 2007). Aussi les substrats représentent une source de matière organique dont l'apport peut avoir un effet négatif sur les cultures car en favorisant leur croissance en début de cycle par la rétention de l'eau en surface et la minéralisation de l'azote, ils réduisent la capacité de résistance ultérieure des cultures en cas de stress hydrique prolongé (FARINET et NIANG, 2005).

1.4. Le traitement des substrats organiques: Cas du compostage

1.4.1. Définition

Le compostage est un processus naturel de dégradation ou de décomposition de la matière organique par les microorganismes dans des conditions bien définies (FAO, 2005). Selon la nature du processus de décomposition, le compostage se subdivise en deux catégories:

-le compostage en anaérobie où la décomposition se produit quand l'oxygène est absent ou en quantité limitée. Au cours de ce processus les microorganismes anaérobies dominent et élaborent des composés intermédiaires comme le méthane, les acides organiques, le sulfure d'hydrogène et autres substances.

-le compostage en aérobie où la décomposition se produit en présence d'une grande quantité d'oxygène. Au cours de ce processus, les micro-organismes aérobies décomposent la matière organique et produisent du gaz carbonique (CO₂), de l'ammoniac, de l'eau, de la chaleur et de l'humus, qui est le produit organique final relativement stable.

1.4.2. L'importance du compostage

Selon FRANCOU (2003), le compostage est un processus qui permet de transformer un matériau en fin de vie, le substrat en un produit utilisable : le compost dont l'intérêt premier est d'être un amendement organique permettant d'améliorer la fertilité des sols. Aussi, l'utilisation des composts en agriculture permet de lutter contre l'effet de serre additionnel en séquestrant le carbone dans le sol (HOUOT, 2002 cité par FRANCOU, 2003). FRANCOU (2003), et MUSTIN (1987), indiquent que le compostage permet une réduction des masses et des volumes par rapport aux déchets initiaux ce qui réduit la quantité de déchets à manipuler lors du transport et de l'épandage dans les champs. Selon FARINET ET NIANG, (2005) le

compostage permet une baisse du rapport C/N de la matière organique évitant ainsi l'immobilisation de l'azote qui se manifeste lorsqu'on apporte au sol de la matière organique à C/N élevé.

Le compostage permet également une «hygiénisation» des matières initiales par destruction des germes pathogènes et des grains de mauvaises herbes (PFEIFFER et KOEPF, 1991 ; SOLTNER, 2003; FARINET et NIANG 2005 ; FAO, 2005). Cette «hygiénisation» est surtout citée en cas de compostage en aérobie (PFEIFFER et KOEPF, 1991). Quant au compostage en anaérobie les points de vue divergent. Il permettrait pour certains auteurs la destruction des pathogènes (CIRAD et GRET, 1983). Pour d'autres il ne permet pas une destruction des germes pathogènes et des grains de mauvaises herbes car se déroulant à basse température (FAO, 2005).

1.4.3. Les paramètres d'un bon compostage

Plusieurs paramètres ont été cités comme ayant un grand impact sur le processus de compostage. Pour assurer la décomposition des substrats, les microorganismes impliqués doivent trouver dans les substrats les aliments nécessaires et être dans des conditions optimales d'aération, d'humidité, et de pH pour leur développement.

Certains optimums ont été fixés par MUSTIN (1987) comme favorables au compostage des substrats (Tableau VI):

Tableau 6 : Optimums de compostage

Conditions	Zones optimales
C/N	30-35
pH	6-8
Humidité (% sur poids brut)	45-60

Source: MUSTIN (1987)

1.5. Les pertes des éléments minéraux sous formes gazeuses

1.5.1. La dénitrification

La dénitrification est favorisée surtout par les fortes températures (GROS, 1987). Elle est généralement activée par l'enfouissement de matières organiques dans le sol (GANRY, 1990). Elle est aussi intense en conditions d'hydromorphie. Ces pertes sont généralement faibles mais peuvent atteindre parfois 30 à 40% de l'azote minéral présent dans le sol (PIERI, 1989). C'est

un processus de transformation par des bactéries hétérotrophes qui utilisent du carbone organique pour leur synthèse et l'oxygène des nitrates pour leur respiration, en l'absence d'oxygène atmosphérique pour produire de l'azote (AUDION, 1991).

I.5.2. La minéralisation

La minéralisation est un processus de transformation biologique par lequel les éléments constitutifs de la matière organique passent de la forme organique à la forme minérale. Pour la transformation des substrats carbonés, le produit final est la libération du CO₂ qui constitue une perte de carbone pour le sol (PIERI, 1989). Dans le cas de l'azote organique la transformation est partielle et progressive et donne de l'azote ammoniacal (NH₄). Ce phénomène appelé ammonification est influencé par la nature du substrat, le type de sol (pH), le climat (température, humidité) et la présence défavorable de certains métaux lourds. Cet azote ammoniacal peut être assimilé par les micro-organismes pour synthétiser des protéines et constituer ainsi de nouvelles cellules (AUDOIN, 1991).

I.5.3. La volatilisation de l'azote

La volatilisation d'ammoniac est un mécanisme physico-chimique se produisant à l'interface entre la source d'ammoniac (engrais organiques ou minéraux épandus, déjections animales dans les bâtiments d'élevage ou stockées) et l'atmosphère (CORPEN, 2001).

L'azote provient de diverses substances organiques : des urines où il est présent sous forme d'urée, d'acide urique et d'autres métabolites ; des fèces, sous forme de protéines alimentaires non dégradées et de microflore intestinale ; des pertes d'aliments.

Dans les lisiers il se présente essentiellement sous forme dissoute, la proportion pouvant varier selon les animaux. Elle est de 85 à 90 % dans le cas des lisiers de porcs, et légèrement moindre pour les bovins (AUDOIN, 1991).

Du point de vue chimique, il s'agit d'azote organique essentiellement particulaire ou d'azote ammoniacal dissous. Le pourcentage d'azote ammoniacal varie selon l'âge du lisier et son origine ; il est compris entre 70 et 90 % pour les porcs, entre 50 et 60% pour les bovins, et entre 40 et 70% pour les volailles.

I.6. Typologie des acteurs

Selon KOLIE (2009), dans l'agriculture urbaine au Burkina Faso plus précisément le maraîchage, les hommes sont les plus nombreux à pratiquer l'activité (78%). Ils sont constitués de 46% de jeunes de 20 à 35 ans, 6% ont moins de 20 ans et 15% sont âgés de plus

de 50 ans. Ces maraîchers sont en majorités analphabètes soit 64%. Selon LOMPO *et al.* (2002), les producteurs dans l'AUP sont d'origine rurale et viennent s'installer dans les périphéries de la ville; ils peuvent être aussi de la ville et habiter celle-ci. Pour TRAORE (2000), on distingue les acteurs directs et les acteurs indirects.

I.6.1. Les acteurs directs

Ils comprennent les producteurs et les productrices que sont les agriculteurs et agricultrices, les fonctionnaires à la retraite ou en activité, les soldats dans les casernes, les sœurs des congrégations religieuses, etc.

I.6.2. Les acteurs indirects

Ce sont les services étatiques (les agents de l'agriculture, de l'élevage, de l'environnement), les universités, l'INERA, la mairie, les ONG, etc. A toutes ces structures citées s'ajoutent les commerçants (fournisseurs et clients), les propriétaires terriens, les consommateurs, etc.

Pour l'INERA, (2004) les principales activités agricoles au Burkina Faso sont basées sur les cultures céréalières, les cultures de rentes, les cultures maraîchères, les cultures fruitières et l'élevage. Les principales céréales produites sont le mil, le sorgho, le riz, le maïs (INERA, 1991). Pour la FAO, (1987), la production céréalière occupe une place importante malgré les techniques archaïques utilisées et les aléas climatiques auxquels elle est confrontée. La grande production céréalière est enregistrée dans le sud et l'ouest du pays. Dans la commune de Bobo-Dioulasso, l'agriculture qui occupe environ 75% des actifs est de type familial et traditionnel, itinérant, extensif et faiblement mécanisé et contribue à la couverture alimentaire des populations en procurant également des revenus aux producteurs. Les principales spéculations menées sont les cultures vivrières, maraîchères, légumineuses et les cultures de rentes (PDC, 2007).

I.7. Les contraintes en agriculture urbaine et périurbaine

I.7.1. Contraintes liées à la production.

L'agriculture burkinabé est caractérisée par une faible productivité due non seulement à la péjoration des conditions climatiques et à l'insécurité foncière, mais surtout aux difficultés d'accès aux intrants et aux équipements agricoles (MAHRA, 2004). Pour le PNUD (1999), les principales contraintes sont entre autres l'appauvrissement des sols restés longtemps sans amendements notables, le manque d'encadrement des producteurs et surtout la faible

valorisation des potentialités hydro-agricoles et les attaques de parasites et de ravageurs des cultures.

I.7.2. Contrainte foncière

La disponibilité foncière constitue un grand facteur limitant pour les producteurs maraîchers en général et particulièrement ceux des villes (KABORE, 1994).

Pour MOUSTIER et DAVID (1997), l'agriculture urbaine se loge dans les interstices d'urbanité des zones non encore touchées par la pression immobilière. Mais dès que le front des lotissements la touche, il la déloge.

Des terres érodées et inexploitées sont attribuées à un demandeur pour être reprises après restauration ; reprises temporairement pour les productions hivernales ou définitivement.

I.7.3. Contrainte climatique

Au Burkina Faso, les cultures en général et le maraîchage en particulier sont tributaires des aléas climatiques (PANGNI, 2003). Ceci a pour conséquence le non remplissage des cours d'eau et des retenues d'eau limitant ainsi la pratique du maraîchage. A cela, on peut ajouter la faible capacité des retenues par suite d'ensablement et l'importante utilisation de l'eau. Selon KÛNÛMBÛ (2001), si l'hygrométrie peut être contrôlée par l'apport d'eau, la température reste un facteur difficile à maîtriser en culture légumière en pleine terre.

I.7.4. Contraintes techniques et financières

En dehors des périmètres aménagés où les producteurs reçoivent une formation, les producteurs isolés ne reçoivent aucune formation ni encadrement quelconque. Les rares cas où le suivi technique existe il est très peu satisfaisant. On assiste à une augmentation du prix des intrants alors que celui des produits stagne. A cela s'ajoute la faible capacité financière des populations qui serait une limite à la consommation des produits maraîchers (PANGNI, 2003).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Caractéristiques de la zone d'étude et peuplement.

Bobo-Dioulasso, chef-lieu de la province du Houet, est une ville située à l'Ouest du Burkina Faso. La province du Houet couvre une superficie de 11.540km² soit 4,2% du territoire national (THIOMBIANO, 2012). La province est limitée au Nord par la province des Banwa et celle du Mouhoun, au Sud par la province de la Comoé, à l'Est par la province du Tuy, à l'Ouest par la province du Kéné Dougou au Sud-ouest par la province de la Bougouriba. (THIOMBIANO, 2012). Deuxième plus grande ville et deuxième capitale du Burkina Faso après Ouagadougou, la superficie de la ville de Bobo-Dioulasso, selon les données récentes de l'Institut National pour la Statistique et le Développement (2006) est de 1 805 km². Les groupes sociaux qui peuplent la ville sont essentiellement des Dioula, des Bobo et des Mossi (INSD, 2006). En termes de peuplement, la ville comptait au dernier recensement (RGPH, 2006) 497 191 individus dont 247 305 hommes et 250 486 femmes, soit respectivement 49,7% et 50,3% de la population. Il faut préciser que cette population était constituée de 7 824 visiteurs et de 489 967 résidents.

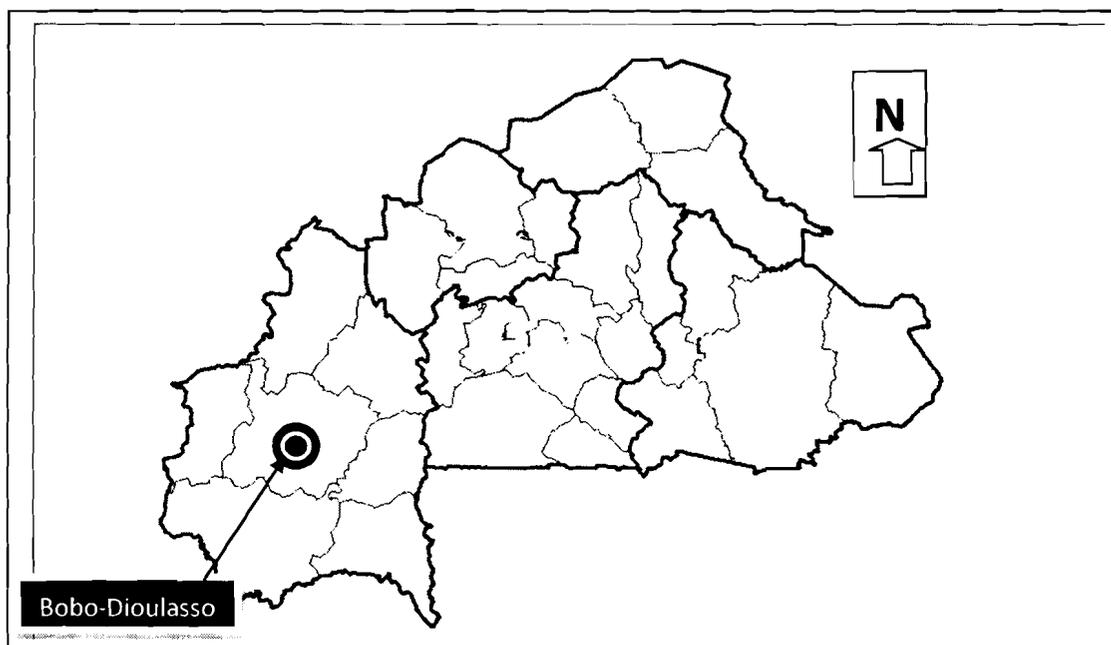


Figure 1: Localisation de la ville de Bobo-Dioulasso au plan national.

Dans la classification phytogéographique réalisée par FONTES et GUINKO (1995), le climat de la ville de Bobo-Dioulasso est un climat de type sud soudanien se caractérisant par une saison sèche qui s'étend du mois d'Octobre au mois d'Avril et d'une saison pluvieuse qui s'étend sur cinq mois de Mai à Septembre. La ville enregistre des précipitations pluviométriques relativement abondantes qui oscillent entre 1100 et 1200 mm mais inégalement réparties dans le temps et dans l'espace (ZIDA, 2009). Les températures varient de 19,5° à 36,5°C avec les minima oscillant entre 19,5° et 21,3°C et les maxima de 33,3° à 36,5°C.

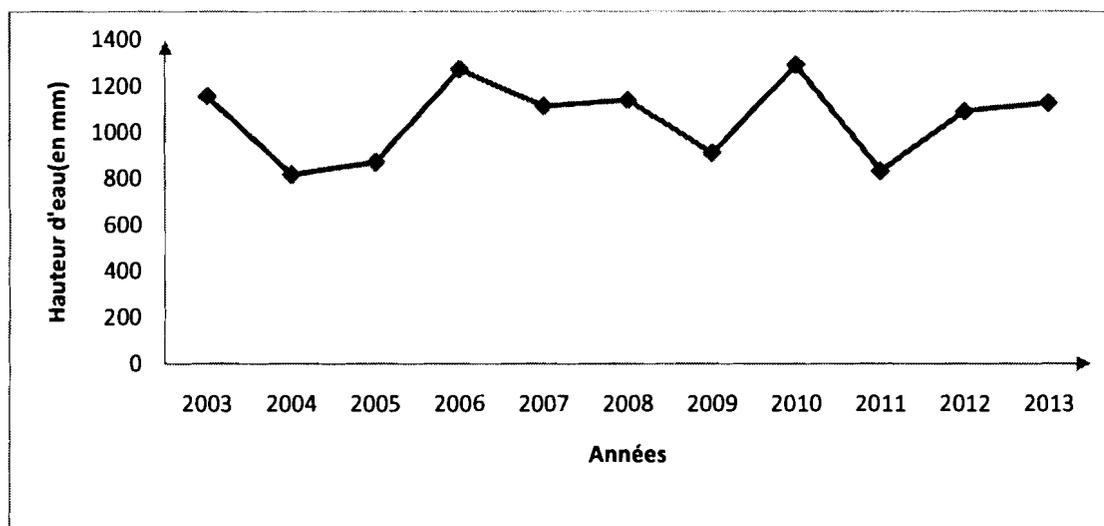


Figure 2: Pluviosité des onze (11) dernières années de la zone de Bobo-Dioulasso.
Source : Aéroport international de Bobo-Dioulasso (2013).

II.1.2. Le relief

Le relief de la province du Houet est peu accidenté et se caractérise par une chaîne rocheuse, des bas-fonds et des plaines aménageables constituant ainsi un attrait agropastoral de grande importance. 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).

II.1.3. Les sols

Les travaux de l'ORSTOM (BOULET, 1976) synthétisés par FONTES et GUINKO (1995), montrent que les types de sols rencontrés dans l'ouest du pays et plus précisément dans la région des Hauts-Bassins sont les suivants :

- les sols ferrugineux lessivés couvrant les plus grandes étendues. 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, en rapport avec de

mauvaises propriétés physiques (porosité et perméabilité). Ils ont tous une faible capacité d'échange cationique. Ils sont régulièrement associés à des sols gravillonnaires ;

- **les sols hydromorphes**, installés sur des alluvions fluviales ou sur des matériaux d'altération fins. De faible drainage, ils s'engorgent régulièrement en saison des pluies

- **Les sols bruns eutroques**, caractérisés par une fraction argileuse importante. La présence d'argile gonflante leur confère une forte capacité d'échange et un taux de saturation élevé. Ce sont des sols généralement bien drainés. Leur structure de surface est variable, et grumeleuse à prismatique. C'est cette propriété qui règle leur fertilité.

- **Les sols ferrallitiques** dont le profil s'apparente à celui des sols ferrugineux, mais leurs propriétés physiques et chimiques les différencient nettement. Ils se distinguent notamment par la texture argileuse kaolinitique de l'horizon B qui leur confère une perméabilité satisfaisante. Ils constituent de bons supports pour les cultures et pour la végétation naturelle dominée par les savanes arborées.

II.1.4. La végétation

Selon le découpage phytogéographique réalisé par FONTES et GUINKO (1995), la province du Houet appartient au secteur Sud Soudanien. La végétation est celle de la savane boisée. Elle peut être divisée en trois strates : arborée, arbustive et herbacée.

La strate arborée comporte des espèces comme *Vitellaria paradoxa* Gaertn.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* (Schumacher) Milne-Redh, *P. reticulatum* (DC.) Hochst et *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. et Dalz, qui peuplent les jachères.

La strate herbacée est surtout dominée par les espèces suivantes *Andropogon gayanus* Kunth, herbe de jachères, *Crotalaria retusa* Linnaeus.

II.2. Activités socioéconomiques

II.2.1. L'Agriculture

Le secteur de l'agriculture occupe une place importante dans l'économie de la région des Hauts-Bassins. Il faut noter que cette économie n'échappe pas à la caractéristique agricole de l'économie nationale. C'est ainsi que dans le domaine de l'agroalimentaire la ville de Bobo-Dioulasso contribue pour beaucoup à l'économie nationale. En effet au vu de ses caractéristiques physiques, Bobo-Dioulasso et sa région se présentent comme l'une des zones

les plus productives sur le plan agricole. Par conséquent sa contribution à l'approvisionnement en denrées alimentaires, notamment en céréales est assez importante. Cela se traduit sur le plan économique par un rôle central que joue ladite ville dans la commercialisation des produits agricoles obtenus dans l'ensemble de la région.

En effet, l'activité agricole occupe plus de 75% des actifs de la province du Houet. C'est à ce titre que la province du Houet pourvoit à hauteur de 15% la production maraîchère nationale (FAURE et LABAZEE, 2002).

Les principales productions agricoles sont la production vivrière (maïs, mil, fonio, niébé, patate, manioc, igname), la production de rente (coton, arachide, sésame, anacardium), la production maraîchère, (tomate, aubergine, oignon, choux, salade...).

L'agriculture est faiblement mécanisée mais de nos jours, elle tend vers la mécanisation avec l'appui technique de la Direction Provinciale de l'Agriculture et de la sécurité alimentaire.

II.2.2. L'élevage

Comme l'agriculture, l'élevage constitue dans le Houet un secteur principal de production. Il est considéré presque partout dans la province comme une activité secondaire, exception faite des éleveurs peulhs qui en font leur activité principale. Les conditions favorables à l'élevage, positionnent la région de Bobo-Dioulasso comme une zone d'intensification, de spécialisation et de transit des productions animales (INERA, 2004). D'une manière générale, l'élevage dans la province se caractérise par une faible production de toutes les espèces animales et la pratique du système extensif où l'alimentation des animaux est basée sur le pâturage naturel. De plus, la région est une zone endémique de la Trypanosomiose animale (INERA, 2004).

II.2.3. Le commerce, l'industrie et l'artisanat

Le commerce est l'une des activités principales de la ville de Bobo-Dioulasso. En 1990, le répertoire de la chambre de commerce dénombrait quelques 180 établissements de commerce, même si son essor est limité par le faible pouvoir d'achat de la population. A la même période ; 18 marchés comportant plus de 17000 commerçants ont été identifiés (COOPERATION FRANÇAISE, 1990).

L'industrie constitue une source d'emploi et participe de ce fait au développement économique de la ville. On y trouve des industries agroalimentaires, métallurgiques, chimiques. Toutes ces unités industrielles sont sources de production de déchets solides et

gazeux qui sont soit directement réutilisés, soit vendus ou mis gratuitement à la disposition de la population ou souvent rejetés.

L'artisanat est une activité du secteur informel et est composé de soudure, de mécaniques de cyclomoteurs et d'automobiles.

II.3. Matériel

II.3.1. Le choix des sites

Les sites que nous avons choisis ont une durée d'exploitation d'au moins dix ans. Ce choix a été fait suite à une enquête sur les pratiques de gestion des substrats organiques (SO). Par la suite un choix définitif a été fait en considérant les pratiques homogènes des SO. Pour cela, douze sites, constitués de sites de productions et de fermes agricoles ont été ciblés regroupant la majorité des acteurs de l'agriculture urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso :

- les sites de Bolomakoté, Dogona, Sakabi, Kodené, Samara, situés en pleine ville ou en périphérie, et organisés le long du cours d'eau traversant la ville : les acteurs sont exclusivement des maraîchers et des pépiniéristes. Ils utilisent pour l'essentiel des SO en provenance des ménages ;
- à la périphérie, les sites de Toukoro, Bana situés sur l'axe Bobo-Banzon et les sites de Santidoukou, Tolotama, Hèrèkadi, Kiri, Dafinso situés sur l'axe Bobo-Dédougou ont été ciblés. Les acteurs sont exclusivement des céréaliers. Ils utilisent en majorité des SO en provenance directe des quartiers de la ville.

II.3.2. Caractéristiques des substrats organiques

Des échantillons de substrats d'origines animales et végétales ont été prélevés sur les sites enquêtés et exploitations agricoles puis analysés au laboratoire Sol-Eau-Plante au programme GRN/SP à la station de recherche de Farakô-Bâ afin de déterminer leurs caractéristiques chimiques.

II.3.3. Parcelles échantillonnées

Le prélèvement des échantillons de sols a été effectué chez les céréaliers sur les mêmes sites où les SO ont été prélevés afin de déterminer leurs caractéristiques chimiques. Les sols témoins ont été prélevés sur des parcelles en jachère. Les matériels utilisés pour le prélèvement sont constitués d'une tarière, des sacs ou des sachets plastiques.

II.3.4. Matériel végétal et fertilisants utilisés

Nous avons focalisé notre étude sur les cultures céréalières et maraichères. La culture céréalière retenue est le maïs de variété locale traditionnelle d'un cycle de 105 jours. C'est une variété résistante aux stress hydrique.

Les fertilisants utilisés sont les SO d'origines animales ou végétales et/ou les engrais minéraux : NPK+Urée.

II.4. Méthodes

II.4.1. Conduite des enquêtes

Cette méthode a consisté dans un premier temps à répertorier les sites d'exploitation situés dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso et sur un rayon d'au plus 30 km de la ville. Ensuite, une fois les sites d'exploitation répertoriés, des fiches d'enquêtes ont été établies et enfin une enquête à passage unique a été administrée auprès des producteurs valorisant les substrats organiques. La même fiche d'enquête a été utilisée auprès des céréaliers, des maraîchers et des pépiniéristes.

II.4.2. Echantillonnage de substrats organiques et des sols

L'échantillonnage des SO a été effectué chez les producteurs (céréaliers, maraîchers et pépiniéristes). Pour caractériser les SO au niveau des différents sites et exploitations agricoles, dix (10) types de SO ont été choisis. Le nombre d'échantillons par types de SO était $n = 4$ soit au total 40 échantillons. Le tableau ? donne le nombre d'échantillons prélevés par types de SO

Tableau 7 : Echantillonnage des substrats organiques

Types de substrats organiques	Nombre (n) d'échantillons prélevés
Fumure de bovins	$n = 4$
Fumure de porcins	$n = 4$
Fientes de volailles	$n = 4$
Fèces humaines	$n = 4$
Fumure d'ovins	$n = 4$
Fumure de caprins	$n = 4$
Fumure d'asins	$n = 4$
Déchets de ménages	$n = 4$
Crottes de lapins	$n = 4$
Déchets de coton	$n = 4$

Le prélèvement de sol a été fait chez les producteurs céréaliers. Soixante (60) prélèvements de sol sur les différents sites de production des céréaliers ont été effectués. La profondeur de

prélèvement est de 0 à 10 cm puis 10 à 20 cm. Le tableau VIII donne le nombre de prélèvements par types de producteurs céréalier et par horizons.

Tableau 8 : Nombre de prélèvements par types de producteurs et par horizons.

Types de producteurs céréaliers	Nombre de prélèvements		
	Horizon 0 – 10 cm	Horizon 10 – 20 cm	Total
Producteur 1 : T0	02	02	04
Producteur 2 : T0	02	02	04
Producteur 3 : T0	02	02	04
Producteur 4 : FP	02	02	04
Producteur 5 : FP	02	02	04
Producteur 6 : FP	02	02	04
Producteur 7 : DM	02	02	04
Producteur 8 : DM	02	02	04
Producteur 9 : DM	02	02	04
Producteur 10 : FM	02	02	04
Producteur 11 : FM	02	02	04
Producteur 12 : FM	02	02	04
Producteur 13 : SO+FM	02	02	04
Producteur 14 : SO+FM	02	02	04
Producteur 15 : SO+FM	02	02	04
Total	30	30	60

T0= témoin, FP = fumure de porcins, DM = déchets ménagers, FM = fumure minérale, SO = substrats organiques

II.4.3. Etude de la diversité et des pratiques de gestion des substrats organiques

Une enquête et des interviews semi-structurées avec les producteurs nous ont permis de déterminer les facteurs d'adoption des SO. A cet effet, en fonction du type de SO utilisé, des questionnaires (voir annexe 1 : fiche d'enquête) ont été administrés aux producteurs. Au total 174 producteurs (51 céréaliculteurs, 108 maraichers et 15 pépiniéristes) ont été concernés.

II.4.4. Détermination de la teneur en éléments chimiques des substrats organiques.

Pour déterminer la teneur en éléments chimiques des SO, les échantillons de SO ont été prélevés sur les différents sites. Tous les échantillons prélevés ont été mis dans des sachets et conservés au frais in situ. Par la suite, ces échantillons ont été séchés à l'ombre et acheminés au laboratoire GRN/SP de la station de Farako-Bâ pour des analyses. Les paramètres qui ont été pris en compte pour les analyses chimiques sont les teneurs (en %) en Carbone total, en

Azote total, les teneurs (en mg/kg) en Potassium total, en Phosphore (total et assimilable), le rapport carbone/azote et la détermination du pH.

II.4.5. Méthodes d'analyse au laboratoire

Les échantillons de SO prélevés ont été broyés à l'aide d'une broyeuse. Les sols prélevés après la récolte ont été tamisés à 2 mm puis à 0,5 mm. Tous ces échantillons ont été ensuite analysés au laboratoire du GRN/SP de la station de recherche environnementale et agricole de Farako-Bâ, pour déterminer le pH_{eau} , le pH_{KCl} , l'azote total, le potassium total, le phosphore total, le phosphore assimilable et le carbone total au laboratoire du GRN/SP de la station de recherche environnementale et agricole de Farako-Bâ.

-Dosage du pH : la détermination du pH a été faite selon AFNOR (1981). Elle a d'abord consisté à faire agiter les échantillons pendant une heure dans de l'eau distillée pour le pH_{eau} puis dans une solution molaire de chlorure de potassium (KCl) pour le pH_{KCl} . Le rapport prise d'essai/ solution a été de 1/2.5. Le pH de l'ensemble sol-solution ainsi obtenu, a ensuite été directement lu au pH-mètre.

-Dosage de l'azote total : le dosage a été effectué suivant la méthode de Kjeldah modifiée (HILLEBRAND *et al.*, 1953). Les échantillons de sol ont été soumis à une minéralisation totale par l'acide sulfurique (H_2SO_4), l'acide salicylique, du peroxyde (H_2O_2) et portés à ébullition en présence d'un catalyseur qui est un mélange de sélénium (1,55g) de sulfate de cuivre (1,55g) et de sulfate de sodium ou anhydre (96,9). Cela permet de transformer l'azote organique en azote ammoniacale et les nitrites et nitrates en ammoniac. La solution obtenue est alcalinisée par la soude permettant ainsi la libération de l'ammoniaque (NH_4^+). L'ammoniaque est entraînée par distillation et recueillie dans une solution d'acide borique (H_3BO_3) en présence de l'indicateur Tashiro. L'excès a été titré par une solution d'acide chlorhydrique (HCl).

-Dosage du carbone total : la détermination du carbone total des sols a été faite par la méthode Walkley-Black (1934) qui consiste en une oxydation à chaud ($135^\circ C$) pendant 30 mn d'un échantillon par une solution de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) 1N 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.

Le carbone des SO a été obtenu par calcination dans un four à moufle CARBOLITE à $550^\circ C$ pendant 2 heures. Les teneurs en carbone ont été mesurées au spectrophotomètre à 650 nm.

-Dosage du phosphore total : La détermination du phosphore total consiste en une minéralisation totale des échantillons comme précédemment décrit dans le cas de l'azote. Le minéralisant 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 880 nm (NOVOZANSKY *et al.*, 1983).

-Dosage du phosphore assimilable : L'extraction du phosphore assimilable des sol est faite selon la méthode de Bray I (BRAY *et al.*, 1945). Cette méthode consiste à extraire les formes de phosphores solubles dans les acides en grande partie celle liée au calcium et une portion liée à l'aluminium. A cet effet, 2 grammes de l'échantillon sont introduits dans un petit flacon de 25 ml auquel on a ajouté 14 ml de la solution d'extraction. Le mélange est agité pendant une minute puis filtré sur un filtre millipore à 0,2 µm. Le phosphore a été déterminé dans le filtrat par photo-calorimétrie.

-Dosage du potassium total : L'extraction du potassium a été faite avec 0.1 N d'acide chlorhydrique (HCl) et 0.4 N d'acide oxalique (H₂CnO₄). 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. Dans l'opération 5 grammes de sol (tamisé à 0,5 mm) ont été mélangés à 50 ml de la solution d'extraction. Le mélange est agité pendant une heure (dans un flacon bien fermé) avec un agitateur électrique. Il est soumis, en suite, à une centrifugation (pendant 5 mn). Il s'ensuit un filtrage de la solution à l'aide du papier filtre, puis le filtrat sert à obtenir le potassium (WALINGA *et al.*, 1989).

II.4.6. Les pratiques agricoles

Le mode et les périodes d'apport ainsi que les quantités apportés des SO ont été déterminés à l'aide de questionnaires élaborés et administrés aux producteurs (céréaliers, maraîchers, pépiniéristes). Les aspects pris en compte concernent les modes enfouissement, l'épandage à la volée, ou aux pieds des plants (Annexe : fiche d'enquête). Les périodes d'apport sont les périodes « avant, pendant ou après » semis et les quantités apportées ont été exprimées en kg/ha ou en t/ha.

II.4.7. Méthode de mesure des rendements de maïs

Les rendements ont été évalués en tonnes par hectare (t/ha). Pour évaluer les rendements du maïs, nous avons choisi la méthode des carrés de rendements. Elle a consisté à installer dans les champs et avant la récolte, des carrés qui ont été matérialisés par mesure à l'aide d'un

mètre ruban. La taille des carrés a été évaluée en fonction de la densité de semis. Ainsi, la densité de semis étant inférieure ou égale à 50 cm entre poquet, la taille du carré a été de 5m x 5m soit 25 m².

II.4.8. Le dispositif d'étude

L'étude a été menée en milieu urbain et périurbain. Pour évaluer les rendements de maïs des céréaliers, quatre types de fumure ont été testées sur quatre parcelles dispersées à trois répétitions. Il s'agit :

- T0 : témoin : aucun apport.
- T1 : traitement à la fumure porcine : 6 tonnes de MS/ha.
- T2 : traitement aux déchets ménagers : 20 tonnes /ha.
- T3 : traitement à la fumure minérale : 150 kg de FM vulgarisée/ha.
- T4 : traitement de SO combinés à la FM : 15 tonnes de SO +100 kg de FM vulgarisée/ha.

II.4.9. Analyse des données

Toutes les données collectées ont été saisies avec le logiciel Microsoft Excel 2007. Les données relatives aux rendements de maïs et aux teneurs en éléments chimiques des sols et des substrats organiques ont été analysées avec le logiciel XLSTAT et les analyses statistiques ont concerné la comparaison des moyennes des variables mesurées au seuil de 5% selon le test de FISHER.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. Généralités sur les sites d'exploitations

III.1.1. Résultats

III.1.1.1. Caractéristiques socio-économiques des exploitants

Il ressort de l'enquête que sur 174 exploitations, 51 sont céréaliers, 108 maraîchers et 15 pépiniéristes. Sur les 174 producteurs, seules deux (2) sont de sexe féminin. Les principaux groupes ethniques rencontrés sont les Bobo majoritaire (123), suivi des Mossi (22), les Peulh (7), les Dafin (06), et autres au nombre de 16, constitués de Bissa, de Siamou, de Bwaba, de Tiefo et de Sambla demeurent les moins nombreux. L'âge moyen des chefs d'exploitation est de 35 ans ; le plus jeune a 17 ans et le plus âgé a 67 ans.

Quant au niveau d'instruction, il reste faible : aucun producteur n'a atteint le niveau supérieur, 9,5 % seulement de l'échantillon ont atteint le niveau secondaire et 21,3 % ont fréquenté l'école primaire. Les enquêtés qui n'ont reçu aucune instruction sont les plus nombreux (69,2%). Par ailleurs plus de la moitié de l'échantillon n'ayant pas été à l'école sont ceux qui produisent le long des cours d'eau.

Les tableaux IX, X, XI et XII donnent le nombre et le pourcentage de producteurs par ethnie, par classe d'âge ainsi que la répartition des producteurs selon le lieu de production et le niveau d'instruction.

Tableau IX : Nombre et pourcentage de producteurs par ethnies

Ethnie	Bobo	Mossi	Peulh	Dafin	Autres
Nombre	123	22	7	6	16
Pourcentage	71	13	4	3	9

Tableau X : Nombre et pourcentage par classe d'âges des producteurs

Agés	[10 à 20[[20 à 30[[30 à 40[[40 à 50[[50 à 60[≥ 60
Nombre	2	60	61	30	14	7
Pourcentage	1	34	35	18	8	4

Tableau XI : Nombre et pourcentage des producteurs par niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Aucun	Primaire	Secondaire
Nombre	113	39	22
Pourcentage	65%	22%	13%

Tableau XII : Répartition des producteurs selon le lieu de production et le niveau d'instruction

Tableau XII : Répartition des producteurs selon le lieu de production et le niveau d'instruction

		Localisation			Total	Pourcentage %
		Cour d'eau	Espace vert			
Niveau d'instruction	Aucun	60	57	117	67	
	Primaire	17	23	40	23	
	Secondaire	7	10	17	10	
	Total	84	90	174	100	

III.1.1.1.1. Statut foncier

Il ressort des travaux que de façon générale 90% des producteurs, produisent sur leur propre parcelle. Seulement 20% des céréaliers, 6% des maraichers et 7% des pépiniéristes produisent sur des parcelles d'autrui et acquises sous forme de prêt. La figure 3 donne les pourcentages de producteurs selon le statut de la terre de production.

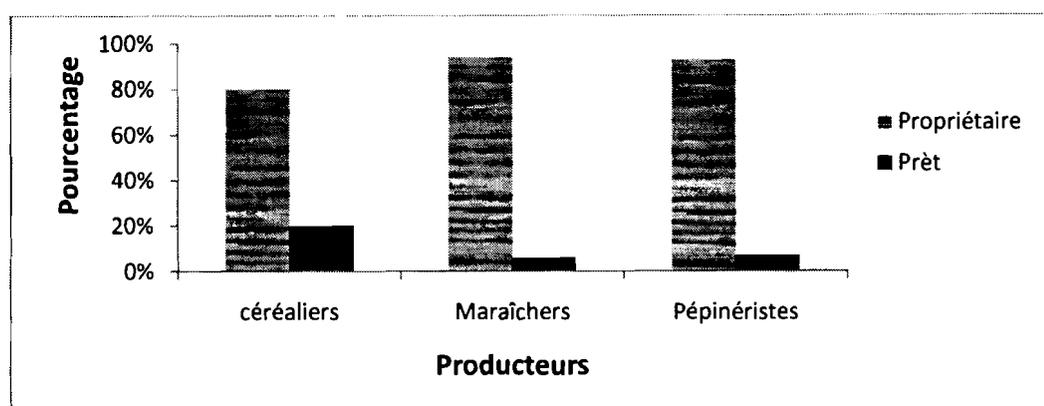


Figure 3: Statut du foncier par type de producteurs.

III.1.1.1.2. Ressources et superficies d'exploitation par types de producteurs.

Les résultats ont montré que 07 sur 18 producteurs propriétaires non terriens produisent avec du petit matériel simple. Par contre, 84 sur 156 producteurs propriétaires terriens ont comme ressources d'exploitation du petit matériel plus des arrosoirs. Le tableau XIII donne un aperçu sur le matériel utilisé par les producteurs propriétaires terriens et les producteurs propriétaires non terriens.

Tableau XIII : Ressources des exploitations suivant le statut foncier.

	Producteurs		
	Non propriétaire	Propriétaire Terrien	Total
Equipements			
Petit matériel simple	10	39	49
Petit matériel + arrosoir	3	84	87
Charrue + petit matériel	2	14	16
Motopompe+ petit matériel	2	18	20
Charrette + Petit matériel	2	0	2
Tracteur	1	1	2
Total	18	156	174

IL ressort de ce travail que la majeure partie des producteurs (49) produisant le long des cours d'eau ont une superficie comprise entre 0,25 et 1 ha. Plus de la moitié des exploitations qui se situent dans des espaces verts ont plus de 1 ha. Le tableau XIV donne la répartition des sites d'exploitation selon le lieu de production et la superficie cultivée.

Tableau XIV : Nombre de producteurs par superficies d'exploitation et lieux d'exploitation

Superficie	Lieu de production		Total
	Cours d'eau	Espace vert	
Moins de 0,25 ha	18	17	35
0,25 ha à 1 ha	49	21	70
Plus de 1 ha	18	51	69
Total	85	89	174

III.1.1.1.4. Mode de financement et destination des revenus.

La quasi-totalité des producteurs urbains et périurbains produisent avec leurs fonds propres. Il ressort de l'enquête que 100% des producteurs céréaliers produisent à leur propres fonds. On rencontre seulement 7% de producteurs maraîchers et 20% de producteurs pépiniéristes qui passent par des crédits pour produire.

Quant aux revenus des producteurs, leurs destinations varient d'un type de producteur à un autre. Quatre vingt sept pourcent (87%) des producteurs maraichers ont leur revenu destiné à l'alimentation. 10% de producteurs céréaliers consacrent leur revenu à l'achat de matériels agricoles et 20% des pépiniéristes interviennent pour le payement des frais de scolarité de leurs enfants.

La figure 4 donne le pourcentage de producteurs en fonction du mode de financement et la destination des revenus des producteurs par type de producteurs.

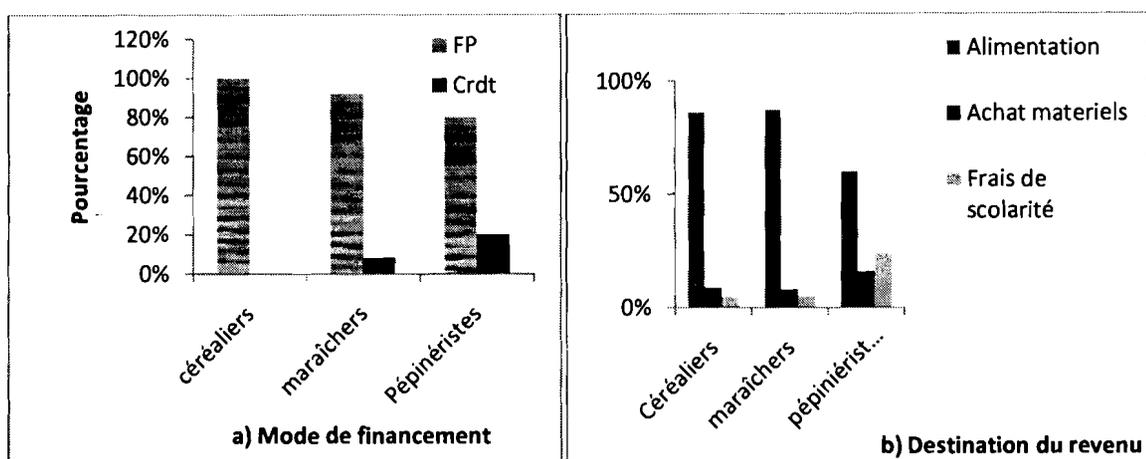


Figure 4: Mode de financement et destination du revenu des producteurs.

FP = fond propre ; Crdt = Crédit.

III.1.1.2. Gestion de la fertilité des sols par les producteurs

III.1.1.2.1. Caractérisation et pourcentage d'utilisation des substrats organiques

Dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso, l'utilisation des SO dépend du choix des producteurs. Il ressort de l'enquête qu'une diversité de SO est utilisée par les producteurs pour amender leur champ. Il s'agit des déjections d'animaux (porcins, bovins, volailles, caprins, ovins), des déchets ménagers, du compost, des déchets de coton et des déchets humains. Le tableau XV donne les différents types de SO utilisés et le pourcentage d'utilisation par types de producteurs enquêtés.

Tableau XV : Taux d'utilisation des substrats organiques par type de producteurs

Types de SO :	FB	FP	Fi.V	FH	Cp	FOv	FC	DM	D.Cot
Producteurs (en %)									
Céréaliers	63	24	24	6	24	20	20	78	2
Maraîchers	89	70	29	0	37	19	9	85	4
Pépiniéristes	53	47	20	0	33	20	47	73	7

FB = fumure bovine, FP = fumure porcine, Fi.V = fiente de volaille, FH = Fèces humaines, Cp = compost, FO = fumure ovine, FC = fumure caprine, DM = déchets ménagers, D.cot = déchets de coton.

III.1.1.2.2. Pourcentage d'utilisation des produits phytosanitaires par les producteurs.

L'étude révèle également qu'une gamme très variée de produits phytosanitaires sont utilisés par les producteurs urbains et périurbains. Le niveau d'utilisation atteint 84,02% pour les produits chimiques de synthèse avec un fort taux d'utilisation de Pacha (40%) puis Rocky (25%). Sipercal reste le produit phytosanitaire le moins utilisé (4%) après la K-optimal, Furadan, Califert et Fanga qui ont un même taux d'utilisation (11%).

En outre, les biopesticides sont aussi utilisés mais en faible proportion par les producteurs (17,75% des enquêtés). Ce sont en général les extraits de nem.

La figure 5 donne les pourcentages en termes de choix de l'utilisation des produits phytosanitaires par les producteurs.

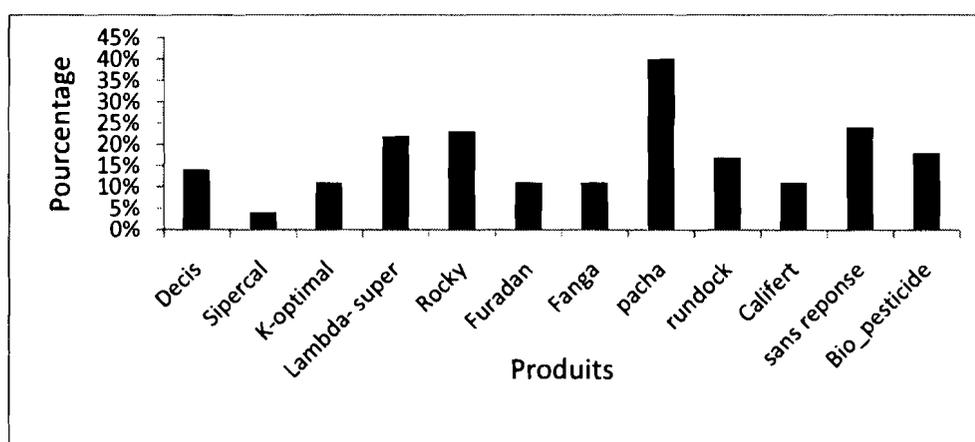


Figure 5: Pourcentage d'utilisation des produits phytosanitaires.

III.1.1.2.3. Mode d'application des SO

Les producteurs qui utilisent le plus le mode enfouissement sont les producteurs céréaliers avec un taux d'application de 45% (tableau XVI) ; ils sont suivis par les maraîchers (43%). Le mode d'application des SO aux pieds des plants reste dominant chez les pépiniéristes (46%) tandis que celle à la volée est plus utilisée chez les maraîchers (44%). L'enquête révèle qu'aucun pépiniériste n'applique à la volée.

Tableau XVI : Mode d'application des SO par type de producteurs.

Producteurs (%)	céréaliers	Maraîchers	Pépiniéristes
Enfouissement	45%	43%	14%
Pieds des plants	8%	6%	46%
Volée	25%	44%	0
Non déterminé	22%	7%	40%

III.1.1.2.4. Association de la fumure organique et de la fumure minérale

Les résultats ont montré que les maraîchers associent le plus les SO aux FM (92%) ; ils sont suivis des céréaliers (68%). Le fort taux de non association est enregistré au niveau des pépiniéristes (50%). La figure 7 indique le pourcentage de producteurs ayant adopté une association des SO et de la FM.

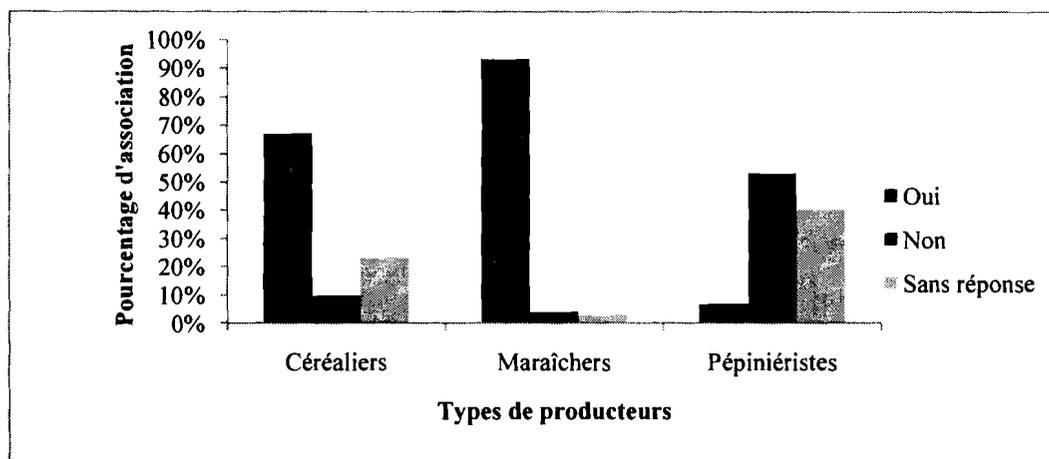


Figure 7: Pourcentage d'association des SO + FM par les producteurs.

III.1.1.2.5. Raison de l'association des SO et de la fumure minérale

Parmi les pépiniéristes faisant une association des SO à la FM, aucun ne connaît les raisons de cette association (100%). Vingt pour cent (20%) des céréaliers ainsi que les maraîchers reconnaissent que cette association a un bon rendement et une croissance rapide des plantes. Le tableau XVII donne les pourcentages par types de producteurs des raisons de l'association des SO avec de la fumure minérale.

Tableau XVII: Raisons de l'association SO + FM

Tableau XVII : Tableau XVII: Raisons de l'association SO + FM

Producteurs (%)	Céréaliers	Maraîchers	Pépiniéristes
Sans réponse	56%	57%	100%
Bon rendement	20%	20%	0
Humidité du sol	4%	4%	0
Croissance rapide	16%	16%	0
Maintien du sol	4%	3%	0

III.1.1.2.6. Période d'apport des substrats organiques et leur aptitude sur la qualité des produits et sur le travail du sol

Les périodes d'apport des substrats organiques et leur aptitude sur les rendements et le travail du sol sont variables. En effet 57% des producteurs apportent les SO au cours du cycle et 88% des producteurs apprécient la fumure organique en termes de rétention d'eau et travail facile du sol. Le tableau XVIII illustre ces aspects.

Tableau XVIII : Période d'apport des SO et leur aptitude sur la qualité des produits et le travail du sol.

Période d'apport (%)	Non déterminé	Avant semis	Après semis	Préparation sol
	7%	33%	57%	3%
qualité des produits et travail du sol (%)	Qualité des produits 60%		Travail facile du sol. 88%	

III.1.1.2.7. Facteurs et taux d'adoption des SO

L'étude révèle que les SO les plus chers sont les lisiers de porcs suivis de la fiente de volailles (Figure 10). La fumure bovine reste la plus disponible et la plus accessible suivie des lisiers de porcs pour les producteurs.

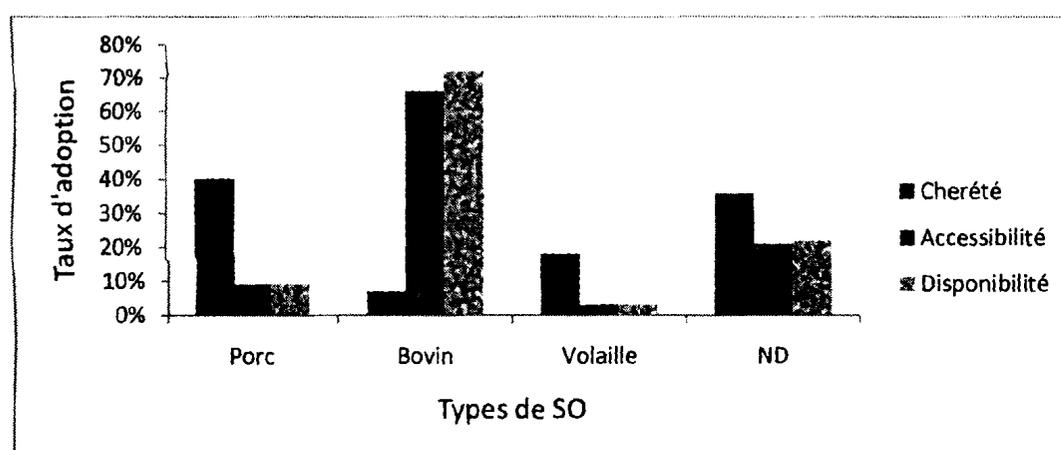


Figure 10: Facteurs d'adoption et taux d'adoption des déjections animales

III.1.1.2.8. Suggestions des producteurs

Au terme de notre enquête, il ressort qu'une diversité de suggestions a été faite par les producteurs. Plus de la moitié des céréaliers (51%) demandent une aide en intrants agricole.

Chez les maraîchers, la demande reste élevée en matériels agricoles (39%).

Quant aux pépiniéristes, 32% suggèrent une aide financière.

Aucune suggestion relative à l'aide pour l'acquisition des animaux n'a été faite par les maraîchers et les pépiniéristes. Seulement 6% des céréaliers sont intéressés.

La figure 11 donne les pourcentages de suggestions faites par types de producteurs.

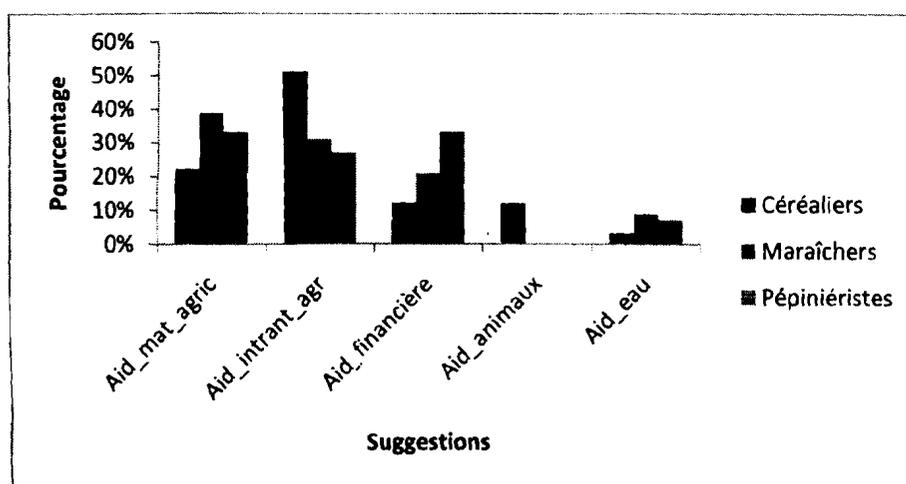


Figure 11: Suggestions des producteurs.

Aid_mat_agric : aide en matériels agricoles, aid_intrants agric : aide en intrants agricole,
Aid_financière : aide financière, aid_animaux : aide avec des animaux, aid_eau : aide en eau.

III.1.2. Discussions

L'étude a révélé qu'en agriculture urbaine et périurbaine, les hommes restent les plus nombreux par rapport aux femmes. Tous ces acteurs ont un niveau d'instruction très faible dont la majorité reste non alphabétisée. Cette majorité des producteurs a une tranche d'âge se situant entre 30 et 40 ans. Quant au statut foncier, la majorité des producteurs sont des propriétaires de leur terrain. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par KABORE (2010) dans la zone urbaine et périurbaine de Ouagadougou. Cela s'explique par le fait que dans la zone de Bobo-Dioulasso, les autochtones étant les Bobo, majoritaires dans l'activité agricole urbaine et périurbaine, les femmes sont, culturellement considérées comme celles qui doivent s'occuper du ménage et aussi par le fait que l'activité reste pénible.

Les résultats ont montré que plus de la moitié des producteurs produisent avec leurs propres fonds sans recourir aux crédits et la quasi-totalité de leurs produits est destinée à

l'alimentation. La majorité des producteurs pratique, en plus de l'agriculture pluviale, l'agriculture irriguée et utilise en grande partie, comme matériels d'irrigation l'arrosoir et la motopompe (KOLIE, 2009). Cela s'explique par l'abondance de marigots qui reste intarissables dans la zone en saison sèche.

Quant à la caractérisation des SO en agriculture urbaine et périurbaine, les résultats ont montré qu'une gamme très variée de SO est utilisée par les producteurs. Il s'agit de déchets urbains solides d'origines animales et végétales. Ces D'autres auteurs (SAVADOGO et *al.* 2005 ; TRAORE, 2000 ; KABORE, 2004) ont parvenu aux mêmes résultats. Cela s'explique par le fait que ces SO ont une valeur agronomique très élevée et sont utilisés à des fins d'amendements agricoles.

De nombreux producteurs apportent également les SO après semis. Cependant leur apport avant semis serait bénéfique car cela permettrait leur décomposition et libération d'éléments nutritifs indispensables à la culture.

Il ressort des enquêtes que de nombreux producteurs ont un besoin financier, un besoin en matériels agricoles, en intrants agricoles afin d'augmenter la production. De ce fait un recours au crédit pourrait permettre aux producteurs de réduire leurs préoccupations.

Chez les céréaliers et les maraîchers, la quasi-totalité des producteurs associe les SO à la FM pour multiples raisons, contrairement aux pépiniéristes où peu de producteurs ne font pas d'association. Quant aux modes d'application des SO, les résultats ont révélé une prédominance du mode enfouissement chez les céréaliers. L'épandage à la volée reste dominant chez les maraîchers. Quant aux pépiniéristes, ils appliquent en majorité les SO aux pieds des plants.

III.1.3. Conclusion partielle

L'agriculture urbaine et périurbaine menée dans la zone de Bobo-Dioulasso regroupe une multitude d'acteurs dont les céréaliers, les maraîchers et les pépiniéristes. La majorité de ces producteurs, avec un niveau de scolarisation très faible (65% non scolarisés), a une tranche d'âge allant de 30 à 40 ans (35%). Par ailleurs, une large part des enquêtés, notamment les céréaliers et les maraichers, a une bonne compréhension de la fertilité des sols et affirment l'aptitude des apports organiques à assurer le maintien ou à améliorer l'aptitude du sol à produire. Ils font recours aux SO comme amendement du fait des fortes teneurs supposées en matière organique observés dans ces substrats. La majorité des producteurs apportent les SO après semis, avec une prédominance du mode enfoui chez les céréaliers et de l'apport à la

volée chez les maraîchers. Une grande part des producteurs pratique l'irrigation et les moyens d'exhaure sont en majorité des arrosoirs et des motopompes.

III.2. Caractéristiques chimiques des substrats organiques

III.2.1. Résultats

L'analyse des différents substrats organiques a montré que les teneurs en pH_{eau} les plus faibles sont enregistrées par la fumure de porcins (6,03) et les plus élevées sont obtenues au niveau de la fumure d'ovins (8,40). Des différences significatives ont été enregistrées entre tous les substrats organiques sauf entre les déchets ménagers et la fumure de caprins ; et entre les déchets de coton et les fèces humaines. Quant au pH_{Kcl}, il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les résultats ; la plus faible est enregistrée par les déjections humaines et la plus élevée par la fumure d'ovins.

Le tableau XIX donne les caractéristiques chimiques des différents substrats organiques.

Tableau XIX : Caractéristique chimique des substrats organiques.

Traitements	pH_eau	pH_kcl	C (%)	N (%)	C/N	P_total (mg/Kg P)	K_total (mg/Kg P)
DM (n=4)	8,05 ^{abc}	7,59 ^{ab}	6,53 ^d	0,47 ^d	14,61 ^{cd}	1172 ^c	1691 ^c
FB (n=4)	8,19 ^{ab}	7,45 ^{ab}	23,20 ^c	1,47 ^{bc}	16,37 ^{b cd}	3006 ^{bc}	9022 ^b
FP (n=4)	6,03^c	5,67^d	43,38^a	0,76 ^{cd}	57,04^a	1648 ^{bc}	1933 ^c
FiV (n=4)	7,02 ^{bede}	6,79 ^{abcd}	26,78 ^{bc}	1,50 ^{bc}	17,85 ^{bcd}	11705^a	11116 ^{ab}
FOv (n=4)	8,40^a	7,85^a	37,68 ^{ab}	1,43 ^{bc}	25,91 ^{bc}	3652 ^{bc}	11019 ^{ab}
FCp (n=4)	7,90 ^{abc}	7,29 ^{ab}	28,35 ^{bc}	1,61 ^{bc}	17,60 ^{bcd}	4632 ^b	11358 ^{ab}
CLap (n=4)	6,84 ^{cde}	6,47 ^{bcd}	37,39 ^{ab}	2,16 ^{ab}	17,53 ^{bcd}	5339 ^b	10512 ^{ab}
FA (n=4)	7,65 ^{abcd}	7,24 ^{abc}	41,86 ^a	0,99 ^{cd}	42,76 ^a	2932 ^{bc}	14499^a
DC (n=4)	6,61 ^{de}	6,13 ^{cd}	31,22 ^{abc}	2,89^a	12,58^d	3725 ^{bc}	12647 ^{ab}
FH (n=4)	6,34 ^{de}	6,12 ^{cd}	5,60^d	0,42^d	13,44 ^{cd}	2578 ^{bc}	1288^c
Probab	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Signif	HS	HS	THS	THS	THS	THS	THS

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne sont statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test de Fisher; HS : hautement significatif ; THS: très hautement significatif, probab = probabilité, signif = significatif. ($a > b > c > d > e$).

FB = fumure de bovins, FP = fumure de porcins, Fi.V = fiente de volailles, FH = fèces humaines, FO = fumure d'ovins, FCp = fumure de caprins, DM = déchets ménagers, DC = déchets de coton, FA = fumure d'âsins, Clap = crottes de lapins.

Les résultats ont également montré que ce sont les fèces humaines et les déchets de coton qui ont enregistré respectivement les pourcentages d'azote les plus faibles (0,42%) et ceux les plus élevés (2,89%). Des différences significatives ont été enregistrées sauf entre la fumure de bovin, la fumure d'ovin, les fientes de volailles et la fumure de caprins.

Quant au rapport C/N, des différences significatives ont été enregistrées. C'est la fumure de porcins et d'âsins qui ont enregistré les valeurs les plus élevée (respectivement de 57,04 et de 42,76), contrairement aux déchets de coton et aux déchets de ménages qui ont obtenu les faibles valeurs (respectivement de 12,48 et de 14,61).

Les teneurs en phosphore total restent plus élevées au niveau des fientes de volailles (11705 mg/kg) et les plus faibles sont obtenues par les déchets ménagers (1172 mg/kg).

Les fortes teneurs en potassium total ont été obtenues par la fumure d'âsins (14493 mg/kg) et les plus faibles sont obtenues au niveau des fèces humaines (1288 mg/kg), au niveau des déchets ménagers (1691 mg/kg) et au niveau de la fumure de porcins (1933 mg/kg).

III.2.2. Discussions

L'analyse des teneurs des différents substrats organiques a montré que la fumure porcine, les déchets de coton et les fèces humaines sont faiblement acides et ont des teneurs importantes en matière organique excepté les fèces humaines qui ont une teneur assez faible en matière organique. La faible teneur en matière organique des fèces humaines s'explique par le fait que leur décharge entraîne une perte importante de carbone sous forme de CO₂ (MIQUEL, 1999). Les pH les plus élevés sont obtenus par les déchets de ménage, la fumure bovine, la fumure ovine et la fumure caprine. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces substrats sont riches en calcium et en magnésium (KABORE, 2004).

Les résultats ont révélé que la fumure de porc, les déchets ménagers et les fèces humaines ont enregistré des teneurs très faibles en azote. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces derniers présentent une perte importante d'azote par volatilisation (AUDION, 1991).

La fumure porcine et celle asine ont le rapport C/N le plus élevé. Cela s'explique par leur forte teneur en matière organique à l'état brut. Ce résultat a été obtenu par ZNAÏDI(2002), KIBA (2007) et YE (2007). Les plus faibles rapports C/N constatés au niveau des déchets de coton, des fèces humaines, des fientes de volailles, de la fumure de caprin, de bovin et des

crottes de lapins sont dues à leurs fortes teneurs en azote à l'état brut. Ces constats ont été faits par BOATENG et *al.* (2006), KABORE (2004) et ZNAÏDI(2002).

La faible teneur en phosphore total a été constatée au niveau des déchets ménagers. Ce résultat a été démontré par YE (2007). Les teneurs les plus élevées en phosphore et en potassium sont obtenus respectivement au niveau des fientes de volailles et du fumier de caprin. Cela pourrait s'expliquer par le type d'alimentation apporté à ces derniers ZNAÏDI (2002), FARDEAU et MARTINEZ (1996).

III.2.3. Conclusion partielle

On retiendra que les substrats organiques suivants sont très riches :

- en azote total : la fumure bovine, la fumure d'ovin, la fumure de caprin, les fientes de volailles, les crottes de lapins et les déchets de cotons
- en phosphore total : les fientes de volailles, la fumure de caprin et les crottes de lapins.
- en potassium total : les déchets de coton, la fumure d'âne, les crottes de lapins, la fumure de caprin, la fumure ovine, les fientes de volailles et la fumure bovine.

Les fientes de volailles, les crottes de lapins, la fumure de caprins et la fumure bovine ont donc une valeur agronomique très importante car très riches en éléments majeurs (NPK). Cependant leur compostage pourrait davantage être plus bénéfique car cela permet d'augmenter les teneurs en éléments fertilisants.

III.3. Effets des substrats organiques sur les propriétés chimiques du sol

III.3.1.Résultats

III.3.1.1. Effet des substrats organiques sur le pH_{eau} du sol

La figure 14 montre l'effet des différents SO sur le pH_{eau} du sol par profondeur de prélèvement. Les moyennes des pH_{eau} varient de 5,34 à 7,98 sur une profondeur de 0 – 10 cm et de 5,08 à 7,80 sur une profondeur de 10 – 20 cm. La comparaison des moyennes de pH_{eau} indique que le traitement aux déchets ménagers, à la fumure minérale et à la fumure minérale plus les substrats organiques ont entraîné une augmentation significative du pH_{eau} par rapport à celui du témoin quelle qu'en soit la profondeur de prélèvement. Le traitement aux substrats de porcins n'a pas entraîné une augmentation significative du pH_{eau} par rapport au témoin. Le traitement aux déchets de ménage a enregistré le pH_{eau} le plus élevé (7,98) contrairement au traitement à la fumure de porcins qui ont entraîné le pH_{eau} le plus bas par rapport au témoin. Ce traitement aux substrats de porcins a eu un effet acidifiant sur le pH_{eau}

du sol par rapport au témoin. Dans tous les traitements, le pH_{eau} reste élevé pour l'horizon 0 – 10 cm par rapport à l'horizon 0 – 20 cm sauf au niveau du témoin où le phénomène inverse a été observé.

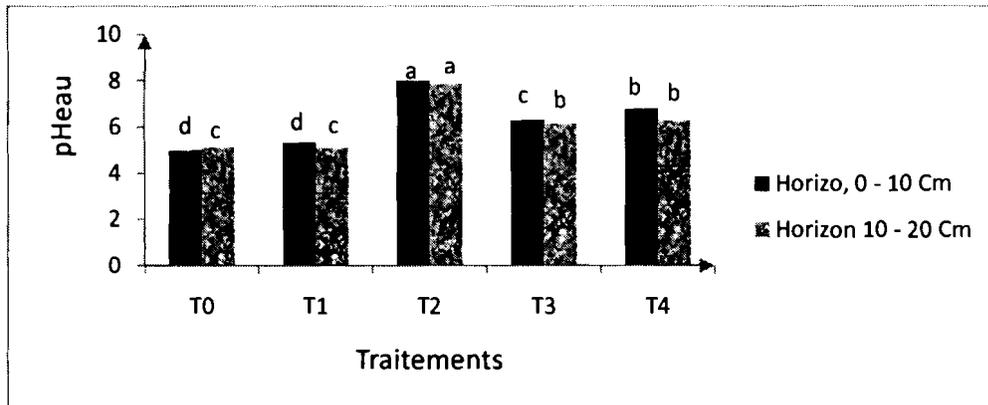


Figure 14: Effet des traitements de substrats organiques sur le pH_{eau} du sol. T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO ; DM : déchets ménagers ; FM : fumure minérale ; SO : substrats organiques
(Les lettres $a > b > c > d$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.2. Effet des substrats organiques sur le pH_{Kcl} du sol

La figure 15 montre l'effet des différents types de SO sur le pH_{Kcl} du sol. Les DM ont le pH_{Kcl} le plus élevé. Les pH_{Kcl} varient de 4,22 à 4,32 sur l'horizon 0 – 10 cm et de 3,98 à 4,14 sur l'horizon 10 – 20 cm. L'analyse de la variance fait ressortir une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,05$). La comparaison des moyennes des pH_{Kcl} montre aucune différence significative entre les traitements T0 et T1 sur tous les horizons. Une différence nettement significative existe les traitements T3 et T4. Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les traitements T3 et T4 sur l'horizon 10 – 20 cm. Le traitement T2 a enregistré le pH_{Kcl} le plus élevé comparativement au témoin.

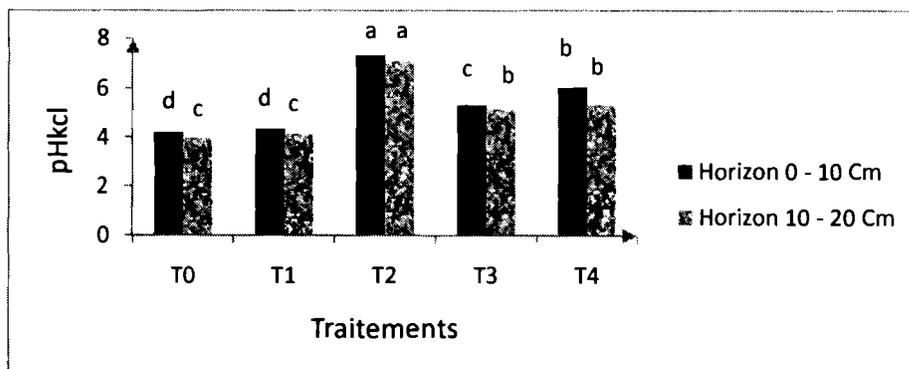


Figure 15: Effet des substrats organiques sur le pH_{kcl} du sol.

T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres $a > b > c > d$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.3. Effet des substrats organiques sur le carbone total du sol.

La figure 16 indique l'effet des traitements de SO sur les teneurs en carbone du sol. Ces teneurs en carbone vont de 0,39 % à 1,27% sur l'horizon 0 - 10 cm et de 0,31% à 0,73% sur l'horizon 10 - 20 cm. Les analyses de variance révèlent une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,05$). Comparativement au témoin, le traitement T2 a augmenté de façon significative la teneur en carbone sur les deux horizons. Il n'y a pas eu de différence significative sur l'horizon 10-20 cm entre les traitements T1, T3 et T4 comparativement au témoin.

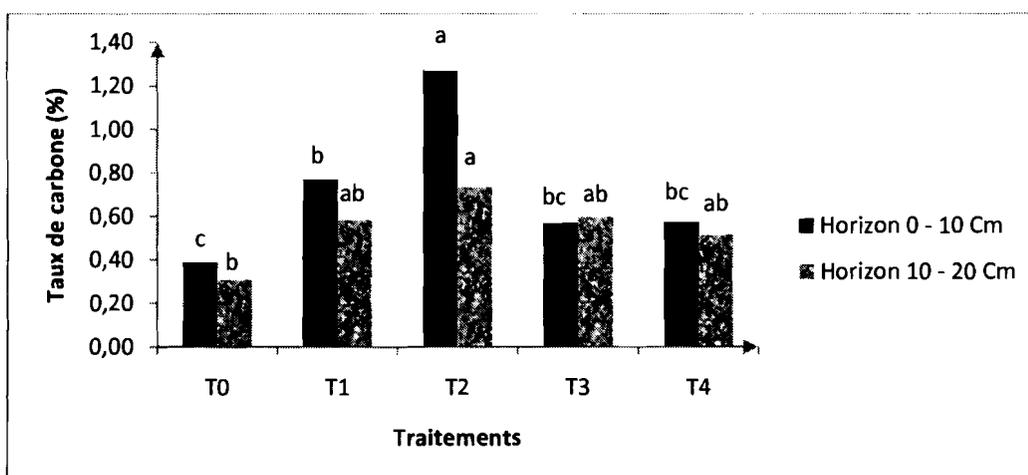


Figure 16: Effet des traitements de substrats organiques sur la teneur en carbone du sol.

T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres $a > b > c$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.4. Effet des substrats organiques sur l'azote total du sol.

La figure 17 illustre l'influence que les différents traitements apportent sur la teneur d'azote du sol. Les moyennes ont varié de 0,04% à 0,13% sur l'horizon 0 – 10 cm et de 0,02% à 0,08% pour l'horizon 10 – 20 cm. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,05$). La comparaison des moyennes en teneurs d'azote montre que sur l'horizon 0 – 10 cm le traitement T2 a enregistré une différence significative par rapport au traitement T0, contrairement aux traitements T1, T3 et T4 qui

n'ont manifesté aucune différence significative par rapport au témoin T0 sur les deux horizons du sol.

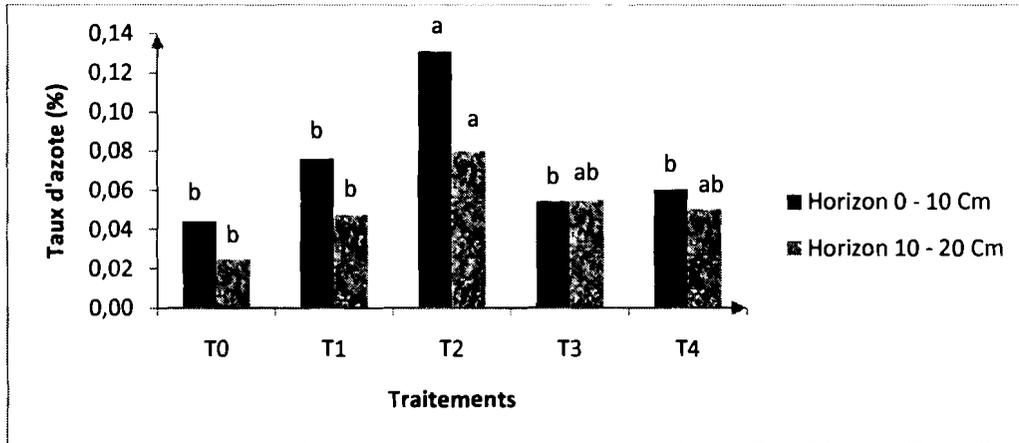


Figure 17 : Effet des traitements de substrats organiques sur la teneur en azote
T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO
(Les lettres a > b désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.5. Effet des substrats organiques sur le rapport carbone/azote du sol.

La figure 18 présente le rapport C/N du sol pour chaque type de substrats organique. Les moyennes vont de 9,12 à 11,88 sur l'horizon 0 – 10 cm du sol et de 10,64 à 13,95 sur l'horizon 10 – 20 cm du sol. Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les traitements pour tous les deux types d'horizon.

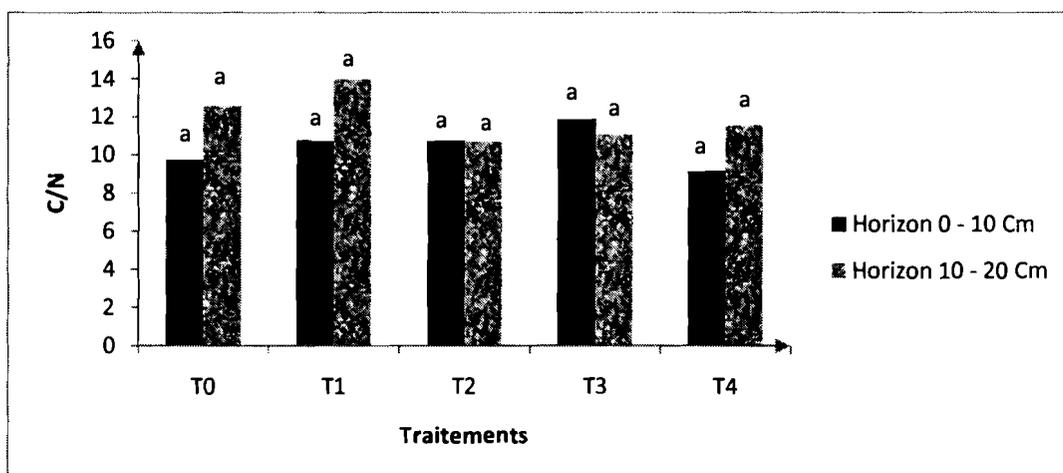


Figure 18: Effet des substrats organiques sur le rapport carbone-azote.
T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO
(La lettre a désigne la valeur moyenne pour chaque traitement)

III.3.1.6. Effet des substrats organiques sur le phosphore total du sol.

La figure 19 illustre l'influence que les différents traitements apportent sur la teneur en phosphore du sol. Les moyennes ont varié de 80,90 mg/kg de sol à 622,45 mg/kg de sol pour l'horizon 0 – 10 cm et de 77,53 mg/kg de sol à 326,85 mg/kg de sol pour l'horizon 10 – 20 cm. L'analyse de variance a montré une différence significative entre les traitements. La comparaison des moyennes en teneurs de phosphore total montre que pour l'horizon 0 – 10 cm les traitements T1 et T2 ont enregistré une différence significative par rapport au traitement T0, contrairement aux traitements T3 et T4 qui n'ont aucune différence significative par rapport au témoin T0 pour les deux types d'horizon du sol.

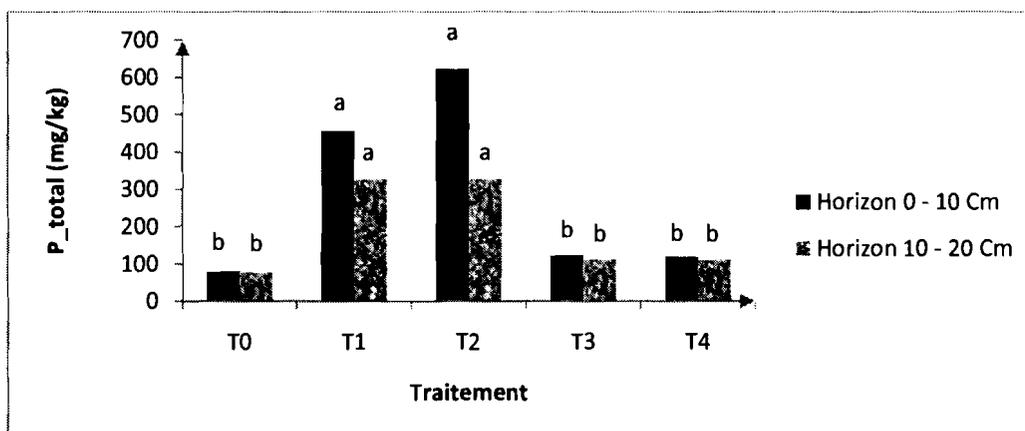


Figure 19 : Effet des traitements sur la teneur en phosphore total.

T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres $a > b$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.7. Effet des substrats organiques sur le phosphore assimilable du sol.

L'effet des différents types de substrats organiques sur la teneur en phosphore assimilable du sol est illustré sur la figure 20. La moyenne des teneurs varie de 1,42 mg/kg de sol à 91,07mg/kg pour l'horizon 0 – 10 cm et de 0,56 mg/kg de sol à 60,64 mg/kg de sol pour l'horizon 10 – 20 cm du sol. La comparaison des moyennes des teneurs en phosphore assimilable montre que les traitements T2, T3 et T4 ne présente aucune différence significative par rapport au témoin T0 pour les deux horizons de sol. Par contre, le traitement T1 présente une différence significative par rapport aux autres traitements.

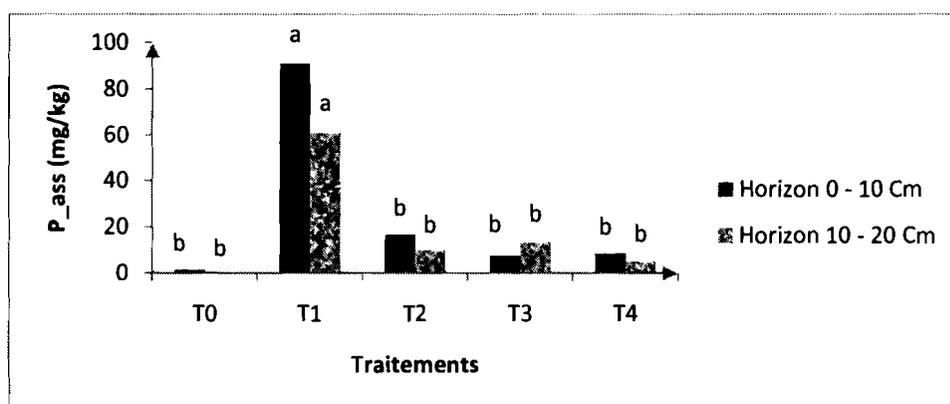


Figure 20 : Effet des traitements sur la teneur en phosphore assimilable du sol.

T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres $a > b$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.1.8. Effet des substrats organiques sur le potassium total du sol.

La figure 21 illustre l'influence que les différents traitements apportent sur la teneur en potassium total du sol. Les moyennes ont varié de 2556 mg/kg de sol à 5882 mg/kg de sol pour l'horizon 0 – 10 cm et de 2949 mg/kg de sol à 5161 mg/kg de sol pour l'horizon 10 – 20 cm. La comparaison des moyennes montre pour l'horizon 0 – 10 cm, une différence significative entre le traitement T2 et les autres traitements, qui ne présentent aucune différence significative entre eux. Pour l'horizon 10 – 20 cm aucune différence significative n'a été enregistrée entre les traitements T1, T3 et T4 comparativement au témoin T0. Seul le traitement T2 présente une différence significative par rapport au témoin T0.

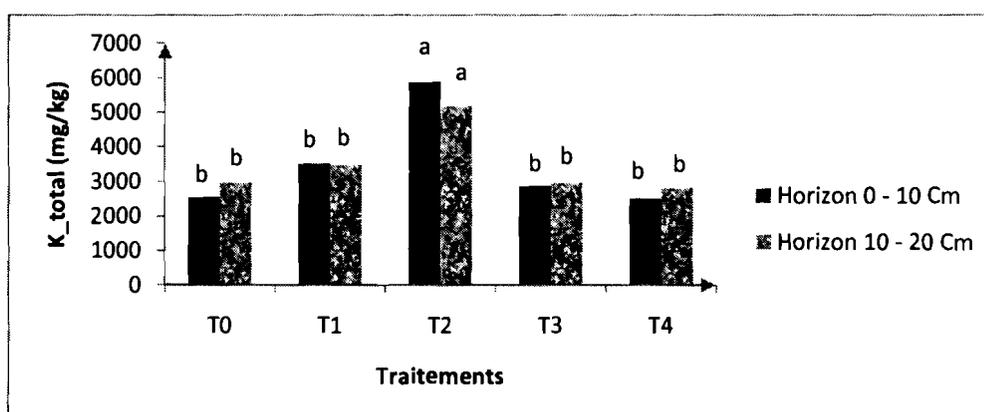


Figure 21 : Effet des SO sur les teneurs en potassium total.

T0 = Témoin ; T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres $a > b$ désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.3.2. Discussions

Les résultats ont montré que l'apport de la fumure minérale et de la fumure porcine a augmenté l'acidité du sol. Cette acidification a été montrée par KIBA (2007) et s'explique d'une part par l'action des cations (NH_4^+ , K^+) libérés dans la solution du sol lors de la dissolution de ces engrais et d'autre part par la production de l'acide carbonique lors de la solubilisation de l'urée dans l'eau.

Les résultats ont montré également que les déchets ménagers ont élevé le pH_{eau} du sol. Cela révèle leur forte teneur en bases échangeables (calcium et magnésium) qui se fixent sur le complexe absorbant du sol réduisant ainsi le nombre d'ions H^+ , (YE, 2007).

Le pH_{KCl} le plus bas a été obtenu par la fumure porcine. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la fumure porcine est très riche en aluminium échangeable qui augmente l'acidité du sol (SOMA, 2008). Les déchets ménagers ont augmenté le pH_{KCl} des sols. Cela est dû à leur forte teneur en calcium et en magnésium qui sont des amendements permettant de fixer certains ions acidifiants tels que l'aluminium, ce qui réduit leurs teneurs dans la solution du sol LOMPO (2009).

L'application des substrats organiques a augmenté significativement les teneurs en carbone total. En effet les déchets ménagers ont entraîné une augmentation significative des teneurs en carbone total du sol. Cela est dû à leur forte teneur en carbone et en matière organique (FARDEAU et MARTINEZ, 1996 ; KIBA, 2007 ; YE, 2007). L'analyse a montré que la teneur en carbone total pour l'horizon 10 – 20 cm reste légèrement supérieure à celle de l'horizon 0 – 10 cm du sol. Ce résultat peut s'expliquer par l'action néfaste qu'entraînent les engrais minéraux sur l'activité biologique des micro-organismes du sol. L'horizon 0 – 10 cm du sol étant très riche en matière organique, les engrais minéraux, en acidifiant le sol, réduisent l'activité biologique dans le processus de décomposition de cette matière organique. La teneur en azote total des déchets de ménages est significativement différente des autres traitements. Ce résultat est similaire à ceux de ANIKWE et NWOBODO (2002) et KHAI *et al.*, (2008) qui ont montré que l'application des déchets de ménages sur plusieurs années accroît la teneur en azote total du sol.

L'apport des substrats organiques n'a engendré aucun effet sur le rapport C/N. Ces résultats sont en accord avec ceux de BILGO (1992), de KABORE (2004) et de ZONGO (2007) et pourrait s'expliquer par le fait que tous les amendements apportent autant de carbone que d'azote (ILBOUDO, 2011).

La teneur en phosphore total du sol a significativement accru avec l'apport de la fumure de porc et des déchets ménagers. Cela est dû au fait que ces substrats organiques contiennent des teneurs élevées en phosphore total (ILBOUDO, 2011).

Quant au phosphore assimilable, il ya un effet significatif de l'apport de la fumure porcine. Cela est dû probablement au fait que ce substrat organique possède une teneur élevée en phosphore assimilable KIBA et *al.*, (2011). Les autres amendements n'ont pas eu d'effet sur la teneur en phosphore assimilable du sol. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le taux de phosphore que ces substrats apportent au sol est insignifiant (ILBOUDO, 2011).

Les résultats montrent que les déchets ménagers ont engendré une différence significative en teneur de potassium total du sol par rapport aux autres substrats organiques. Cela s'explique par leur forte teneur en potassium.

III.3.3. Conclusion partielle

L'apport de la fumure de porcine à l'état brut et de la fumure minérale au sol augmente leur acidité. Par contre un apport exclusif des déchets de ménages rend le sol basique. Un apport combiné des déchets de ménages et de la fumure minérale diminue fortement l'acidité du sol. L'étude révèle que les fortes teneurs en phosphore total et en potassium total sont obtenues avec l'application des déchets ménagers. Le phosphore assimilable est abondant sur les sols traités avec la fumure de porcins. Les déchets ménagers sont donc un excellent fertilisant car ils sont très riches en éléments minéraux. Leur application par les producteurs aux champs peut contribuer à lutter contre l'insécurité alimentaire.

III.4. Effet des substrats organiques sur les rendements du maïs.

III.4.1. Résultats

III.4.1.1. Effet des traitements sur les rendements grains de maïs

La figure 22 montre l'effet des fertilisants apportés sur la production en graines de maïs. Les rendements moyens vont de 3147,2 kg/ha à 5558, 668 kg/ha. L'analyse de variance au seuil de 5% a donné des différences significatives entre les traitements. Les tests de comparaison révèlent que les traitements T1, T2 et T4 ont eu des effets similaires sur les rendements grains du maïs. Comparativement au traitement T3, ces trois traitements ont enregistré des rendements graines qui restent supérieurs à celui du traitement T3. Le traitement T4 a donné le meilleur rendement grains.

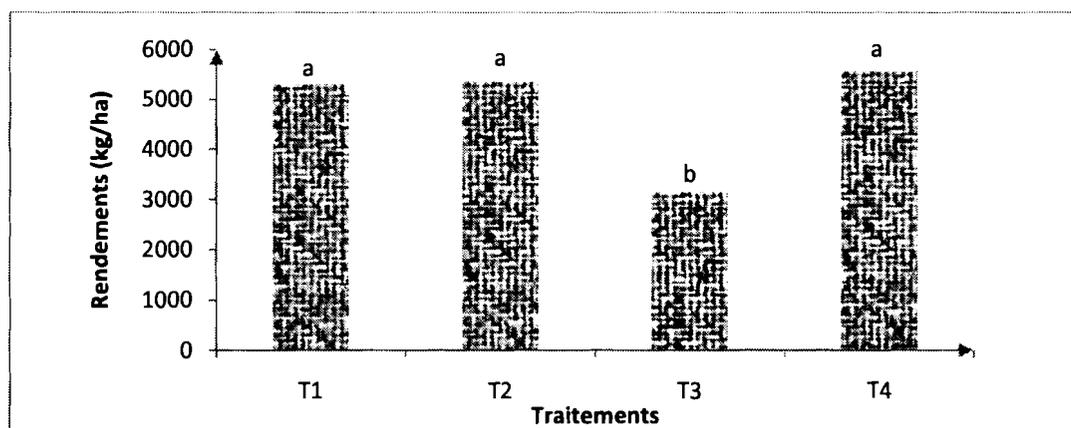


Figure 22 : Effet des traitements sur les rendements grains de maïs.

T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(Les lettres a > b désignent pour chaque traitement les valeurs moyennes significativement différents au seuil de 5%).

III.4.1.2. Effet des traitements sur le poids mille (1000) grains du maïs

L'effet des différents substrats organiques sur le rendement poids mille grains est présenté par figure 23 ci-dessous. Les poids moyen qui varient entre 221,240 g/1000 grains et 278,667g/1000 grains avec une moyenne de 243,029 g/1000grains.

L'analyse a montré que le traitement T2 a enregistré le meilleur poids moyen de 1000grains (278,667 g/1000 grains) contrairement au T3 qui a retenu le faible poids moyen (221,240 g/1000 grains).

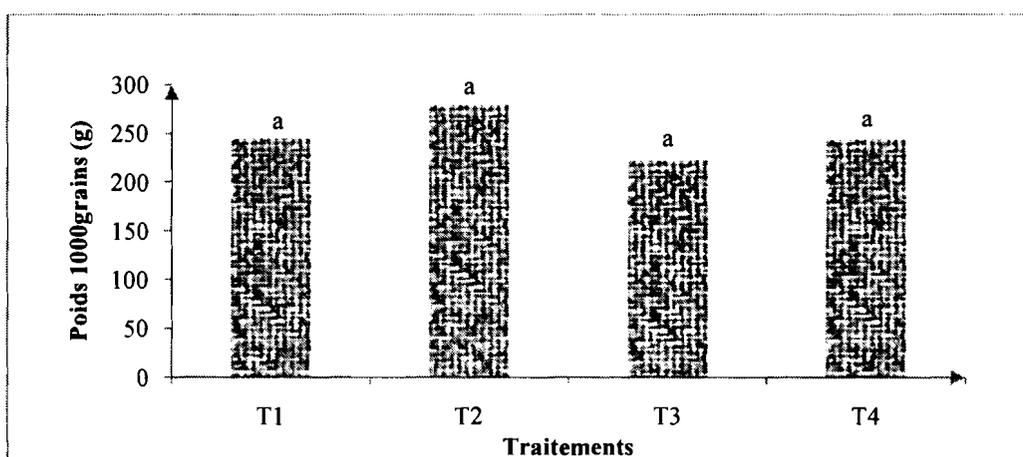


Figure 23 : Effet des traitements sur les rendements 1000 graines de maïs.

T1 = Porc ; T2 = DM ; T3 = FM ; T4 = FM+SO

(La lettre a désigne la valeur moyenne pour chaque traitement).

III.4.2. Discussions

Les résultats ont montré que la combinaison fumure organique et fumure minérale a induit un accroissement notable en rendement grains du maïs. En effet, les rendements grains obtenus avec application de la fumure organique combinée à la fumure minérale sont légèrement supérieurs à ceux obtenus avec l'application exclusive des substrats organiques (déchets de ménages, fumure de porcins) et reste nettement supérieure à ceux obtenus avec l'application exclusivement minérale (SEDOGO, 1981 ; KIBA, 2007).

Les performances en rendements grains obtenus par les traitements purement organiques s'expliquent par la forte disponibilité en éléments nutritifs et la capacité de rétention en eau. En effet, l'apport de la fumure organique augmente la disponibilité des éléments nutritifs et l'humidité du sol. La fumure organique favorise une accumulation d'eau (ZOUGMORE et *al.*, 2001). En outre, la décomposition de la matière organique libère des éléments minéraux tels que l'azote, le phosphore, le potassium et aussi des micro-éléments indispensables à la croissance des cultures. Ainsi, les plantes y trouvent l'eau et les éléments nutritifs nécessaires pour la synthèse de la matière sèche SEDOGO (1981) et KABRAH et *al.* (1993) ont montré que la matière organique d'origine animale gouverne divers processus pédogénétiques et constitue le pilier central de la fertilisation car elle influe sur la plupart des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Les résultats de YARO et *al.* (1999) et BARRO et *al.* (1991) cités par YOUNGBARE (2008), ont montré que l'apport du fumier combiné à la fumure minérale augmente les rendements des céréales en comparaison à l'utilisation exclusive des engrais minéraux et à l'utilisation exclusive de la fumure organique ; ils expliquent cela par le fait que, si les engrais minéraux sont appliqués seuls, les divers éléments sont facilement lessivables, les rendant indisponibles pour la plante. Ainsi l'apport combiné de la matière organique et des engrais minéraux permet de réduire ces pertes et d'augmenter l'efficacité des engrais azotés (UYOVBISSERE et *al.*, 1999, cité par DIALLO, 2002).

Quant au rendement poids 1000 grains, il n'y a pas eu de différence significative entre les traitements mais les résultats de l'analyse ont montré que l'application de la fumure porcine a engrangé les meilleures performances. Cela s'explique par le fait que ces substrats de porcins ont fourni de bonnes conditions et des éléments nutritifs nécessaires aux plantes au moment du remplissage des grains (ILBOUDO, 2011).

III.4.3. Conclusion partielle

Les résultats de l'analyse ont montré que l'application de la fumure organique permet d'améliorer considérablement le rendement grains de maïs comparativement à la fumure minérale. Mais c'est la combinaison de la fumure organique et de la fumure minérale qui améliore davantage le rendement.

Les résultats ont également montré que les meilleures performances en rendements poids 1000 grains s'obtiennent avec l'application de la fumure de porcins.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Notre étude a consisté à faire un diagnostic des pratiques de valorisation agronomique de substrats organiques dans la zone urbaine et périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso. Cette étude a regroupé une multitude d'acteurs dont les céréaliers, les maraichers et les pépiniéristes. La majorité de ces producteurs, avec un niveau de scolarisation très faible (65% non scolarisés), a une tranche d'âge allant de 30 à 40 ans (35%). Par ailleurs, une large part des enquêtés, notamment les céréaliers et les maraichers, a une bonne compréhension de la fertilité des sols et ont conscience de l'aptitude des apports organiques à assurer le maintien ou à améliorer l'aptitude du sol à produire. Ils font recours aux substrats organiques comme amendement du fait de leurs fortes teneurs en matière organique ; le facteur d'adoption le plus déterminant est la disponibilité de ces substrats. La majorité des producteurs apportent ces substrats après semis, avec une prédominance du mode enfoui chez les céréaliers et de l'apport à la volée chez les maraichers. Une grande part des producteurs pratique l'irrigation dont les marigots sont les sources d'apport de l'eau ; les moyens d'exhaure sont en majorité des arrosoirs et des motopompes.

On remarque également que la teneur en éléments chimiques varie d'un type de substrat à un autre. Ainsi une caractérisation transversale de ces substrats organiques a révélé que les fientes de volailles, les déchets de cotons, les crottes de lapins, la fumure de caprins et la fumure de bovins sont très riches en éléments majeurs (NPK). Cependant leur compostage pourrait davantage être plus bénéfique car cela permettra d'augmenter les teneurs en ces éléments fertilisants. L'apport de la fumure de porcins à l'état brut et de la fumure minérale au sol augmente son acidité. Par contre un apport exclusif des déchets de ménages le rend basique. Un apport combiné des déchets de ménages et de la fumure minérale diminue fortement l'acidité du sol. Nous retiendrons que les déchets de ménage et la fumure de porcins ont enregistré les forts taux d'azote avec une teneur en carbone total, en phosphore total et en potassium total très élevée dans les déchets ménagers. Le phosphore assimilable est abondant sur les sols traités avec la fumure de porcins. Les déchets ménagers sont donc un excellent fertilisant car ils sont très riches en éléments minéraux. Leur application par les producteurs aux champs peut contribuer à lutter contre l'insécurité alimentaire.

Les résultats de l'analyse ont montré que l'application de la fumure organique permet d'améliorer considérablement le rendement grains de maïs comparativement à la fumure minérale, mais une combinaison de cette fumure organique à celle minérale améliore davantage ce rendement.

Les résultats ont également montré que les meilleures performances en rendements poids 1000 grains s'obtiennent avec l'application de la fumure de porcins.

Il ressort de notre étude que les déchets ménagers sont un excellent fertilisant organique. Nous devons donc encourager les producteurs, en collaboration avec les services municipaux, à l'utilisation des déchets ménagers pour la fertilisation des champs. En outre, un compostage de ces SO ou leur application combinée à la fumure minérale pourrait être plus bénéfique afin de réduire l'acidité des sols.

A la suite de notre étude, nous recommandons:

- de renforcer les capacités des producteurs dans le domaine agricole en général et sur le processus de compostage en particulier ;
- de faire des analyses microbiologiques des substrats organiques utilisés ;
- d'évaluer la qualité sanitaire des produits agricoles issus de l'application des substrats organiques à l'état brut,
- d'évaluer les problèmes environnementaux que génère l'application de ces substrats organiques;
- de poursuivre les travaux de recherche afin de déceler les substrats organiques qui favorisent le plus l'accumulation de métaux lourds tels l'aluminium, le zinc, le plomb.
- d'inciter les producteurs dans la bonne gestion des substrats organiques en collaboration avec les services municipaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR., 1981.** Détermination du pH. (association française de normalisation) NF ISO 103 90. In: AFNOR. *Qualité des sols*, Paris, 339-348.
- ANKWE M.A.N. and NWOBODOK C.A., 2002.** Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for agriculture in Abakaliki, Nigeria. *Bioresource Technology*, 83: 241 – 250.
- AUDOIN L., 1991.** Rôle of nitrogen and phosphorus in pollution of animal origin. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1991, 10 (3), 629-654
- BAMBARA D., 1993.** Dynamique de la matière organique selon les systèmes de culture dans les sols agricoles du finage de Thiougou. Approche quantitative. Mémoire LD.K 100 pages + Annexes.
- BACYE B., 1993.** Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes en zone soudano-sahélienne. (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de doctorat en Sciences. Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III (France). 243 pages.
- BAGBILA J., 2007.** Utilisation des déchets en maraîcher culture : Risque de contamination des végétaux par les métaux lourds. Mémoire de fin d'études, IDR/UPB (Burkina Faso). 70p
- BAIZE D., 2004.** Petit lexique de pédologie. INRA éd Paris, p 35.
- BILGO A., 1992.** Contribution à la valorisation agricole des différentes sources de Matière organique au Burkina Faso: évaluation des potentialités et des caractéristiques des déchets agricoles, agro-industriels et urbains. Mémoire de fin d'études. IDR, Univ, Ouagadougou (Burkina Faso). 87p.
- BORO A, 2000.** Etude de la disponibilité et de la gestion des matières organiques dans le terroir de Kadomba dans la province du Houet (Burkina Faso). Mémoire de fin d'études. Agronomie IDR/UPB, 6-9p.
- CHIDIKOFAN, 2010.** Amélioration de la qualité des cultures maraîchères du site de HOUEYIHO à Cotonou au Bénin : Cas de la laitue (*LACTUCA SATIVA L.*), 2p. Collection Sciences et Techniques 414 pages
- CIRAD-GRET., 2003.** Biogaz. Ministère des relations Extérieures Coopération et Développement, Paris (FRA). 406p.
- COMPAORE N.E., 1996.** Contribution à la caractérisation et à la gestion de la fertilité phosphatée de quelques sols ferrugineux tropicaux. Thèse de Doctorat, INPL. NANCY.134 p.
- CORPEN, 2001.** (COMITE D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT): Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère. MAP, MATE. 31-66 p.

CORPEN, 2006. (COMITE D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT): Estimation des rejets de phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles, 17-18p.

DABIN B., 1971. Etude d'une méthode d'extraction des matières humiques du sol. *Sciences du sol*, 1 :47- 63.

DAKOUO D., 1994. Les carences en potassiums du cotonnier (*Gossypiumhirsutum L.*) dans les systèmes de culture : Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Thèse doctorale: 21 - 22p.

DIALLO L., 2002. Effet de l'engrais azoté et du fumier sur les rendements du maïs. Mémoire de fin d'étude. IDR/ UPB, 58p.

DUCHAUFOR PH., 1984. Pédologie. Edition Masson. 220 pages + annexes.

FAO, 1999. « Questions relatives à l'agriculture urbaine », *Focus* [en ligne], mis en ligne le 29 janvier 1999, URL : <http://www.fao.org/Ag/fr/magazine/9901sp2.htm>. [Consulté le 7 octobre 2013].

FAO., 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux 235p. URL : ftp://www.fao.org/ag/ll/docs/lwdp2_fpdf

FAO-ETCIRUAF., 2000. L'Agriculture Urbaine et Périurbaine, la santé et l'environnement urbain. Document de discussion pour la conférence électronique de sur l'agriculture urbaine et périurbaine. www.fao.org/urbanagIPaper2.fhtm.

FARDEAU J.C et MARTINEZ J., 1996. Epanchage de lisiers : conséquences sur le phosphore bio-disponible et sur la contamination de quelques cations dans la solution du sol. *Agronomie*, 16 : 153 – 166 p.

FARINET J., NIANG S., 2005. Le recyclage des déchets et effluents dans l'agriculture urbaine. idrc.ca Home> IDRC Publications> IDRC Books Online >Allour books> développement durable de l'agriculture en Afrique francophone> 27p.

FELLER C., 1994. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1: Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse de doctorat en sciences naturelles. Editions ORSTOM. 393 pages.

FELLER C., CHOPART J.L., DANCETTE F., 1987. Effet des divers modes de restitutions de pailles de mil sur le niveau et la nature du stock organique dans deux sols sableux tropicaux (Sénégal) pp. 237-252.

FRANCOU C., 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage: Influence de la nature des déchets et du procédé de, compostage - Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de L'Institut National Agronomique Paris Grignon. 288p.

GANRY F., 1990. Application de la méthode isotopique à l'étude des bilans azotés en zone tropicale sèche. Thèse: Sciences Naturelles; université de Nancy 1, 354 pp.

GNANKAMBARY Z., HIEN V., THIOMBIANO L., 2000. Impact des déchets urbains solides sur quelques caractéristiques chimiques des sols. 9p.

GROS A. (1987). Engrais. Guide pratique de la fertilisation. La Maison rustique, Paris, 441 p.

GUINKO S. (1984) ; Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat, thèse-sciences naturelles, université de Bordeaux III, Tome1.

HILLEBRAND, WF., LUNDELL, GEF., BRIGHT, HA., and HOFFMAN, JI., 1953. Applied inorganic analysis, 2nd ed. JOHN WILEY and SONS, INC., New York, USA, 1034p.

HOEFSLOOT H., VANDERPOL F., ROELEVELD L., 1993. Jachères améliorées : Options pour le développement des systèmes de production en Afrique de l'Ouest Bulletin KIT, n° 333. Institut royal des tropiques. Amsterdam 86 pages.

HOUOT S., FRANCOU C., VERGE-LEVIELA C., MICHELIN J., BOURGEOIS S., LINERES M., MOREL P., PARNAUDEAU V., LE BISSONNAIS Y., DIGNAC M., DUMAT C., CHEIAB A., POITRENAUD M., 2000. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine: variation avec la nature du compost, in Dossier de l'environnement de l'INRA n025, 107-124.

ILBOUDO T.L.J, 2011. Evaluation de l'efficacité agronomique de quelques déchets urbains solides en application directe au champ et leurs impacts sur la contamination des sols et des récoltes en métaux lourds. Mémoire d'Ingénieur, IDR/UPB. Burkina Faso. 39 p.

INRA, 2012. Rapport d'activités : production animale, 45-56p.

INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2008. Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2006 du Burkina Faso- Résultats définitifs, 55 p.

KABORE O., 1994. Etude diagnostique de quelques exploitations maraîchères sur 3 sites autour de Ouagadougou. Utilisation des données dans l'élaboration d'un projet de maraîchage de type semi-moderne. 158 p.

KABORE.W.T., 2004. Impact de l'apport des déchets urbains solides non triés sur les potentialités agronomiques des sols: cas de l'agriculture périurbaine de Ouagadougou. Mémoire de fin de cycle IDR/UPB. 78p.

KABRAH et al., 1993. Effet de l'apport d'engrais et de la fumure organique sur le rendement en grain chez le maïs. Cahiers Agriculture; 5: 1993.

KASHIMBA, 2007. La pression de l'aménagement de l'habitat sur l'agriculture urbaine a Kinshasa: cas du lotissement de l'espace maraîcher Nzeza Nlandu dans la commune de Kisenso

KHAINM.HA P.Q., NGUYEN CONG VINH C.N. GUSTAFSSON P.J. ET ÖBORN I., 2008. Effects of biosolids application on soil chemical properties in peri-urban agriculture systems. *VNU journal of science, Earth Sciences*, 24: 202 – 212.

KIBA. D.I., 2007. Valorisation agronomique de déchets d'abattoir et de décharges de la ville de Ouagadougou: cas d'essai en station de recherche. Mémoire de DEA, UPB- IDR.44p.

KOLIE, 2009. Identification des groupes homogènes de maraîchers et l'évaluation de leurs performances économiques au Burkina Faso.

KONATE A, 2008. État des lieux des filières de valorisation des déchets solides dans la commune de Ouagadougou, Institut de Génie de l'Environnement et du Développement durable, p85

LATHAM M., 1997. Crop residues as strategic resources in mixed farming systems In Crop residues in sustainable mixed crop livestock farming systems.pp.181-19

LIU C., MAO X. L., MAO S. S., ZENG X., GREIF R. AND RUSSO R. E., 2004. Nanosecond and femtosecond laser ablation of brass : Particulate and ICPMS measurements. *Anal. Chem.*, 76 : 379–383.

LOMPO F. (2009). Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina. Thèse de doctorat en sciences naturelles. Université de Cocody. Abidjan, Cote d'Ivoire.219 P +annexes.

LOMPO F., 1983. Problématique de la matière organique dans la zone du plateau Mossi. Etude de la disponibilité en résidus cultureux et leur mode de transformation (Station agronomique de Saria). Mémoire I.D.R 92 pages + Annexes.

MAH, (2012). Journée Nationale du Paysan : Modernisation et professionnalisation de l'Agriculture, rôles et responsabilités des acteurs.

MBOUAKA M, 2000. Étude de l'efficacité agronomique des composts d'ordures ménagères au Burkina Faso: cas de la ville de Ouagadougou, institut du développement durable, Université de Bobo-Dioulasso, p96

MOUSTIER P., DAVID O., 1997 Dynamique du maraichage périurbain en Afrique subsaharienne. 35 p.

MUSTIN M., 1987. Le compost Gestion de la matière organique. Editions François Dubusc. Paris. 954 pages.

NDEYE F., GUEYE D., SY M., 2002. Les activités agricoles dans le développement des villes africaines: un secteur dynamique aux capacités contributives avérées. In: Villes africaines, IAGU-Liberté VI Extension, N°5, Dakar. pp.2-3.

NOVOZANSKY I. V, J. G. HOUBA, VANECK R. AND W. VAN VARK., 1983. "A novel digestion technic for multi-element analysis" *Commun Soil Sei. Plant Anal.* 14p 239-249.

NZOJIBWAMI C., 2002. L'agriculture urbaine à Bujumbura, un secteur d'activité encore marginalisé dans les politiques urbaines. In : Villes africaines, IAGU-Liberté VI Extension, N°5, Dakar. pp4-6.

OUATTARA B., 1994. Contribution à l'étude de l'évolution des propriétés physiques d'un sol ferrugineux tropical sous culture: Pratiques culturales et états structuraux des sols. Thèse de docteur-ingénieur, option sciences agronomiques. Université nationale de Côte d'Ivoire, 183p.

PANGNI, 2003. Production maraîchère dans les provinces du Seno et du Yagha : analyse et perspectives, 21p.

PAPY F., 1986. Effet de l'état structural d'une couche labourée sur sa rétention en eau. *Agronomie*, 6 (6), 685-691pp

PFEIFFER K, KOEPF H., 1991. Biodynamie et Compostage. 123p.

PICHOT J., 1975. Impact des relations Sol - Eau -Plante sur l'intensification de l'agriculture pluviale en zone de savane 44 pages+ annexes

PIERI et al., 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sahara. MCD/CIRAD. 444p.

PNSR, 2011. Etude et diagnostic de quelques exploitations maraîchères sur trois (3) sites autour de Ouagadougou : Utilisation des données dans l'élaboration d'un projet de maraîchage de type semi-moderne. 1994.

PNUD, 1999. Stratégie nationale et plan d'action du Burkina Faso en matière de diversité biologique.

SAVADOGO, 2012. Valorisation agricole des déchets solides urbains de la ville de Ouagadougou, 3p.

SEBILLOTTE M., 1991. La fertilité et système de production, 369p.

SEDOGO M.P. (1981). Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse de Docteur Ingénieur INPL- ENSAIA Nancy, France, 195 p.

SEDOGO M.P. (1993). Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doct. D'Etat, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 285p.

SEDOGO P.M., LOMPO F. et OUATTARA B., 1994. le carbone et l'azote dans les différents fractions granulométriques d'un sol ferrugineux tropical: Effet de quatre types d'amendement organique. *Science et technique. Sciences naturelles. Vol. XXI, n01. 114-124pp.*

SOLTNER D., 1994. Les bases de la production végétale. TOME 1 : le sol. 467 p.

SOMA DM. 2008. Contribution à l'amélioration de la qualité agronomique des composts de déchets d'abattoirs et de décharges de la ville de Ouagadougou. Mémoire d'Ingénieur, IDR/UPB, Burkina Faso, 24 p.

TOE A.M., 2010. Etude des intoxications dues aux pesticides au Burkina Faso, 27-28p.

TOU, S. IGOUD ET A. TOUZI, 2001. Production de Biométhane à Partir des Déjections Animales ; Laboratoire de Biomasse, Centre de Développement des Energies Renouvelables, B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger. 105pp

TRAORE O., 2000. Contribution à l'étude du potentiel de développement de l'agriculture urbaine et périurbaine de la ville de Ouagadougou. Mém. De fin d'études IDR, UPB. 99p.

USAID (United State Agency International Development), 2004. ENGRAIS ET PROCEDURES ENVIRONNEMENTALES, 3p.

WALINGA J., 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.

YARO et al.; 1997. Use of organic manure and inorganic fertilizer in maize production: A field evaluation. In strategy for sustainable in west and central Africa, 237-239 p.

YE L., 2007. Caractérisation des déchets urbains solides utilisable en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso. Mémoire de DEA, IDR/UPB, Burkina Faso. 48 p.

YOUGBARE, 2008. Evaluation de la fertilité des terres aménagées en cordons pierreux, zaï et demi-lune dans le bassin versant du Zondoma. Mémoire d'Ingénieur.

ZNAÏDI I.A, 2002. Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes ; 13p.

ZANGRE B.V.C., 2000. Effet combiné du travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans la région de Saria (zone centre du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études. Agronomie IDR/UPB, 73 P + annexes.

ZIDA et al., 2009. Monographie de Bobo-Dioulasso, 11- 44p.

ZONGO N., 2007. Les déchets urbains solides (DUS) : Quantité, mode d'utilisation agricole et effets sur les sols urbains maraîchers de la ville de Ouagadougou. Mémoire de fin d'étude, IDR/UPB, Burkina Faso, 84p.

ZOUGMORE R. et al., (2001). Réhabilitation des sols dégradés : rôles des amendements dans le succès des techniques de demi-lune.

ANNEXES

Annexe 1 : fiche d'enquête

« Valorisation agronomique des substrats organiques dans la zone de Bobo-Dioulasso ».

I.GENERALITES

Enquêteur : Date...../...../..... Réf :N°.....

1.1 Localisation du site

Axe.....Secteur/Village.....

Coordonnées Géographiques.....

Autre lieu de référence :.....

1.2 Caractéristiques socioéconomiques

Nom et Prénoms : Tél :

Sexe :..M...F...Ethnie:.....Age:.....Religion:.....Profession :.....

Alphabétisé :..Moré.....Dioula.....Fulfuldé.....Bobo..... Autres..... Niveau
d'instruction.....Primaire..... Secondaire.....Supérieur.....

Superficie exploitée foncier.....>..........

Statut de la terre : Propriétaire....Location.....Prêt.....Autres (préciser)

Nombre d'actif :Homme.....Femme.....

Lieu de production: Le long de cours d'eau...Parcelle non occupée/non aménagée.... Espace
vert.....Zone périphérique.....Autre.....

Activité agricole pratiquée :

Depuis quand pratiquez-vous l'activité.....

Depuis quand êtes-vous installé dans le site.....

Votre activité principale :

Activité secondaire :

Mode de financement de votre activité :..... don.....Prête.....Crédit.....

Appartenez-vous à une association de producteurs : oui : (Préciser).....non.....

Que faites vous des revenus tirés de la vente de vos produits :.....

A combien estimez-vous votre chiffre d'affaire annuelle :.....

Où vendiez-vous vos productions :.....Sur le site.....marché.....

Principaux clients :.....

II. SYSTEME ET PRATIQUE AGRICOLES

2.1 Sources et modalités d'approvisionnement des intrants

2.1.1 Quels sont les types de matières organiques utilisées (citez les espèces animales) :

Bouse de vache....Engrais minéraux.....Fiente volaille....Compost.....

Déjections porcines.....Déjection d'ovin.....Déjection de caprin.....

Déchets ménagers...Déchets de coton...Autre.....

2.1.2 Citez les intrants chimiques: Engrais..... Produits phyto :.....

2.1.3 Utilisez-vous de biopesticides:.....

2.1.4 Citez les associations d'engrais que vous pratiquez dans votre activité.....

2.1.5 Où procurez-vous les produits chimiques :.....

2.1.6 Lieu d'approvisionnement d'engrais organiques : Propre exploitation..... Autre exploitationMarché.....Revendeur..... autres.....

Si exploitation préciser modalité de cession :Abonnement..... Contrat de livraison

Mode d'acquisition des déjections animales :.....Achat.....don.....Troc :
.....Autre (Préciser).....

Si achat donner le prix de : Charrette.....brouette..... Sac de 50 kg.....Sac de 100kg
..... Autre unité de mesure.....

Fréquence d'enlèvement :SemaineMensuel Trimestre.... Semestre..... Annuel.

2.1.7 Matériel/Moyen de transport :...Brouette....Charrette....Camionnette...Vélo.....Pied....

2.1.8 Matériel d'épandage des DA : Gants....Instrument.....

2.2. Mode d'application des intrants

Citez les spéculations exploitées :.....

Quantité utilisé par : Mois..... Trimestre.....
Semestre..... An.....

Dose par unité de surface :.....

Quelle est la fumure animale qui à l'application brute?.....

Quelle est la fumure animale qui se prête au compostage ?.....

Modalité d'application de la fumure animale pure/brute :Enfoui.....Epandage à la volée.....Application aux pieds des plants.....

Modalité d'application de la fumure animale compostée :Enfoui..... Epandage à la volée..... Application aux pieds des plants.....

La dose de la fumure animale appliquée varie t'elle en fonction de l'espèce végétale?.....

Oui..... Non.....

Dose appliquée par ha ou m² selon le type de fumure animale :
Bovin :.....Porc :.....VolailleOvin :.....

Associez-vous souvent engrais minéraux et fumure animale ?.....OuiNon.....

Dans quelle proportion :.....

Cette association se fait pour toutes les espèces végétales?.....Oui.....Non.....

Dites pourquoi ?.....

Entre engrais chimique et fumure organique qu'est-ce-donne plus de satisfaction en matière de :
Rendement.....Développement rapide

Qualité de produits.....

Quelles sont les aptitudes de la fumure animale par rapport au travail du sol :Rétention de l'eau.....Travail facile du sol.....Ne sait pas.....

Date d'apport de la fumure organique :..... Au moment de la préparation des sols.....

.....Avant semis.....Au moment du semis.....Au cours du cycle.....

Citez vos matériels agricoles

2.3. Facteurs d'adoption de la fumure animale

	Plus chère	accessible	Disponible	Problème de religion
Bovin				
Porc				
Volaille				
Ovin				
Caprin				

2.4. Relations cultures végétales et fertilisants

paramètres Cultures	Fumure animale (citez espèce)	Ordure ménagère	Boues de vidange	Compost	Engrais chimique	Pesticide	Déchets coton	Autre
Tomate								
Oignon								
Piment								
Pomme de terre								
Concombre								
Choux								
Patate douce								
Poivron								
Carotte								
Haricot vert								
Laitue								
Pastèque								
Pomme								
Maïs								
Sorgho								
Autres (pépiniériste)								

2.5. Mode d'apport de l'eau

Modalité d'apport d'eau: ...Irrigation.....Pluviale.....

Source d'eau :Marigot.....Puits.....Robinet.....Barrage.....

Moyen d'exhaure de l'eau:Puisard.....Bidon.....Arrosoir.....

Motopompe.....Pompe à pédale.....Vanne.....

Saison sèche :

Saison pluie :

IV. PERCEPTIONS DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Aviez-vous déjà reçu une formation dans l'application des intrants :oui.....non.....

Si oui le nom de la structure :

Citez les inconvénients générés par l'emploi des engrais organiques et minéraux (voir tableau)

paramètres Engrais	Adventices	Impact sol	Innocuité	Risque biologique	Odeurs
Bovin					
Porc					
Volaille					
Ovin					
Caprin					
Déchets ménagers					
Engrais minéraux					
Compost					
Déchets de coton					

Pensez-vous que l'utilisation de la fumure animale peut être une source de contamination de vos produits :

Pensez-vous que l'application de la fumure animale peut affecter négativement la qualité des sols :.....

Pensez-vous que l'eau utilisée affecter la qualité de vos produits : Oui.....Non.....

Vos produits maraichers souffrent-ils de leur qualité ?...Oui.....Non.....

Si oui à quoi cela est-il du ?.....

Citez si vous en connaissez des activités (pratiques) qui peuvent être source de pollution de : l'eau.....le sol :.....

Quelles sont les maladies auxquelles vous faites face dans votre activité :.....

Quels sont vos Equipement de Protection Individuelles :.....

Pensez vous que la qualité de la fumure animale est-elle fonction de:

L'espèce :.....oui.....Non.....

Le mode de conservation : Oui.....Non.....

L'alimentation : ...Oui.....Non.....

Les conditions atmosphérique (chaleur, froid etc.) :.....Oui.....Non.....

Que faites-vous des sous produits agricoles (tiges, souches, etc.) Abandonné.....

Composter.....Alimentation des animaux.....Vente (préciser client).....

Quels sont les problèmes auxquels vous êtes confrontés :.....

Annexe 2 : Types de fertilisants par producteur céréaliier et coordonnées géographiques.

Producteurs	Type de fertilisants	Coordonnées géographiques		
Producteur 1	T0	30P0358959	UTM : 1231611	Alt : 504m
Producteur 2	T0	30P0357669	UTM : 1231795	Alt : 486m
Producteur 3	T0	30P0362146	UTM : 1243184	Alt : 386m
producteur 4	P	30P0360953	UTM : 1241386	Alt : 369m
producteur 5	P	30P0361214	UTM : 1241386	Alt : 395m
producteur 6	P	30P0361282	UTM : 1240861	Alt : 386m
producteur 7	DM	30P0359309	UTM : 1232627	Alt : 494m
producteur 8	DM	30P0359581	UTM : 1232244	Alt : 495m
producteur 9	DM	30P0359487	UTM : 1232364	Alt : 495m
producteur 10	FM	30P0350591	UTM : 1237322	Alt : 433m
producteur 11	FM	30P0366341	UTM : 1239746	Alt : 406m
producteur 12	FM	30P0365710	UTM : 1239724	Alt : 399m
producteur 13	SO + FM	30P0359566	UTM : 1232075	Alt : 495m
producteur 14	SO + FM	30P0359863	UTM : 1243242	Alt : 386m
producteur 15	SO + FM	30P0360148	UTM : 1242983	Alt : 383m

T0= témoin, P = fumure de porcins, DM = déchets ménagers, FM = fumure minérale, SO = substrats organiques