

**BURKINA FASO**

.....  
**UNITE-PROGRES-JUSTICE**

.....  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET DE L'INNOVATION**

.....  
**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO  
(UPB)**

.....  
**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL  
(IDR)**



**MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE**

**Présenté en vue de l'obtention du  
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL  
OPTION : AGRONOMIE**

**THEME :**

**CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTION MARAICHERS  
ET ANALYSE DES DETERMINANTS DE LA FERTILITE DES SOLS SOUS  
CULTURES MARAICHERES DANS LA PROVINCE DU HOUET  
(BURKINA FASO)**

**Présenté par : OUATTARA Zanga Adama**

**Directeur de mémoire : Pr SOMDA Irénée**

**Maître de stage : Dr SANON B. Kadidia**

**N°.....2016/AGRO.**

**Juin 2016**

**BURKINA FASO**

.....  
**UNITE-PROGRES-JUSTICE**

.....  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET DE L'INNOVATION**

.....  
**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO  
(UPB)**

.....  
**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL  
(IDR)**



**MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE**

**Présenté en vue de l'obtention du  
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL  
OPTION : AGRONOMIE**

**THEME :**

**CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTION MARAICHERS  
ET ANALYSE DES DETERMINANTS DE LA FERTILITE DES SOLS SOUS  
CULTURES MARAICHIERES DANS LA PROVINCE DU HOUET  
(BURKINA FASO)**

**Présenté par : OUATTARA Zanga Adama**

**Directeur de mémoire : Pr SOMDA Irénée**

**Maître de stage : Dr SANON B. Kadidia**

**N°.....2016/AGRO.**

**Juin 2016**

## DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma famille

Mon père El Hadj OUATTARA Siriki

Ma mère Hadja OUATTARA Aoua née Coulibaly

Mes sœurs et mon frère

OUATTARA Wassiguéwély Aïssata

OUATTARA Nakagnonon Afoussatou

OUATTARA Santéry Tiémoko

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire d'Ingénieur et sa soutenance marquent la fin de plusieurs années d'études, avec le soutien de différentes personnes qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours. Je tiens donc ici à remercier sincèrement :

- tout le personnel enseignant et administratif de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour la formation de qualité exceptionnelle qu'ils nous ont livrée, mais aussi pour leurs disponibilités et conseils ;

- Professeur SOMDA Irénée, notre Directeur de mémoire qui nous a apporté conseils et soutien tout au long de notre formation et durant la réalisation de ce mémoire ;

- Docteur SANON Kadidia, notre maître de stage qui malgré la distance a été présente et disponible pour garantir le bon déroulement de ce stage et qui a facilité nos déplacements vers Ouagadougou pour les différentes analyses ;

- Monsieur KAMBIRE Fabèkourè Cédric, coordonnateur du Projet PARADE, qui a su mettre à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de nos activités et qui nous a accompagné avec ses conseils et suggestions ;

- Madame OUEDRAOGO Adèle, qui nous a sans cesse soutenu et motivé pendant le stage ;

- Messieurs TRAORE Oumarou, OUEDRAOGO Felix et SAVADOGO Idrissa qui nous ont prodigué énormément de conseils durant les mois passés au sein de l'IRSAT ;

- Docteur KAMBIRE Hyacinthe pour l'intérêt particulier qu'il a porté à ce travail ;

- Docteur COULIBALY Kalifa et Docteur YAMEOGO Jérôme pour leurs conseils et leurs apports pour l'élaboration du mémoire ;

- Monsieur HARO Alassane pour le renforcement de nos connaissances en statistiques ;

- Monsieur OUATTARA Amoro, responsable du laboratoire de GRN de Farako-Bâ et toute son équipe pour leur accueil et leur disponibilité lors des analyses de sol ;

- la Direction Régionale de l'IRSAT Bobo-Dioulasso, et tout particulièrement la Directrice Régionale, Madame KERE/KANDO Christine qui nous a accueilli et intégré dans les activités internes de la Direction de l'IRSAT Bobo ;

- aux promoteurs du Projet PARADE pour leur initiative vis-à-vis de l'environnement ;

- ma tante Hadja OUATTARA Korotoume, mon oncle OUATTARA Abdoulaye et son épouse OUATTARA Yelly, pour m'avoir encouragé et soutenu pendant toutes ces années ;

- COULIBALY Massarata, pour son soutien indéfectible durant toutes ces années ;

- la famille KAMBOU qui m'a adopté depuis mon arrivée au pays des Hommes intègres.

Toutes les personnes qui de près ou de loin ont apporté une pierre à l'élaboration de ce mémoire.

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>Pages</b>
<b>DEDICACE</b> .....	i
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	ii
<b>SIGLES ET ABREVIATIONS</b> .....	vi
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	vii
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	viii
<b>RESUME</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	3
<b>CHAPITRE I : DEFINITION DE QUELQUES CONCEPTS</b> .....	4
<b>1. L'agriculture urbaine et périurbaine</b> .....	4
<b>1.1. Le maraîchage</b> .....	4
<b>1.2. Le maraîchage au Burkina Faso</b> .....	5
<b>1.2.1. Les exploitations urbaines</b> .....	5
<b>1.2.2. Les exploitations périurbaines</b> .....	5
<b>1.2.3. Les exploitations rurales</b> .....	6
<b>2. Les pratiques agricoles</b> .....	6
<b>2.1. Les modes de gestion de la fertilité des sols</b> .....	6
<b>2.1.1. La fertilisation minérale</b> .....	6
<b>2.1.2. La fertilisation organique</b> .....	6
<b>2.1.3. La protection des cultures</b> .....	7
<b>3. Les impacts du maraîchage</b> .....	7
<b>3.1. Les impacts positifs</b> .....	7
<b>3.2. Les impacts négatifs</b> .....	7
<b>4. La fertilité des sols</b> .....	8
<b>5. La typologie des exploitations</b> .....	8
<b>5.1. Les méthodes d'élaborations de typologies</b> .....	8
<b>5.1.1. Les méthodes basées sur le traitement de données factuelles</b> .....	9
<b>5.1.2. Les méthodes basées sur les relations de cause à effet</b> .....	9
<b>DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION</b> .....	10
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES</b> .....	11
<b>1. La zone d'étude</b> .....	11
<b>1.1. La situation géographique</b> .....	11

1.2. Le climat.....	12
1.3. Les sols.....	12
1.4. L'hydrographie.....	13
1.5. La végétation, la faune et les ressources halieutiques .....	13
1.6. Le milieu humain.....	14
2. Le matériel .....	14
3. Méthodes .....	14
3.1. L'analyse des sols.....	14
3.1.1. Le choix des sites.....	14
3.1.2. Les prélèvements des échantillons de sols .....	15
3.1.3. Les méthodes d'analyse en laboratoire.....	15
3.2. L'analyse et le traitement des données .....	18
3.2.1. L'analyse des données de l'enquête .....	18
3.2.2. L'analyse statistique des données de sol.....	18
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>20</b>
1. Les résultats .....	20
1.1. La caractérisation des exploitations maraîchères de la zone d'étude.....	20
1.1.1. Les caractéristiques sociodémographiques des exploitants .....	20
1.1.2. Les caractéristiques des milieux de production .....	20
1.1.3. La superficie des exploitations maraîchères .....	21
1.1.4. Les pratiques culturales et gestion des ravageurs .....	22
1.1.5. Les spéculations produites .....	23
1.1.6. La typologie des exploitations maraîchères.....	24
1.2. Les effets des pratiques sur la fertilité chimique et biologique des sols au niveau des différents sites maraichers .....	29
1.2.1. Les caractéristiques des sites concernés par les prélèvements de sol.....	29
1.2.1.1. Le site de Kuinima.....	29
1.2.1.2. Le site de Dogona.....	29
1.2.1.3. Le site de Bama.....	29
1.2.1.4. Le site de Samandeni.....	29
1.2.1.5. Le site de Léguéma .....	30
1.2.1.6. Le site de Nakaguana .....	30
1.2.2. Les paramètres chimiques et biologiques des sols des sites maraîchers .....	32
1.2.2.1. Le pH eau et le pH KCl des sols des sites maraîchers .....	32
1.2.2.2. Le carbone total des sites maraîchers .....	32
1.2.2.3. Le taux d'azote et le rapport C/N des sols des sites maraîchers.....	32

1.2.2.4. Le phosphore total (P total) et le phosphore assimilable (P ass) des sols des sites maraîchers.....	33
1.2.2.5. Le potassium total (K total) et le potassium disponible (K disp) des sols des sites maraîchers.....	33
1.2.2.6. L'activité respiratoire .....	35
<b>2. Discussion .....</b>	<b>36</b>
2.1. L'analyse de la diversité des systèmes maraîchers de la zone de Bobo-Dioulasso.....	36
2.2. Les effets des pratiques culturales sur la fertilité chimique et biologique des sols.....	38
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXES</b>	

## SIGLES ET ABREVIATIONS

ACP	: Analyse en composantes principales
AFC	: Analyse factorielle de correspondances
AFD	: Analyse factorielle discriminante
ASE	: Annuaire des statistiques de l'environnement
CAH	: Classification ascendante hiérarchique
CIRAD	: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CNRST	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
FAO	: Food and agriculture organisation of the united nations
GPS	: Global Positioning System
IDR	: Institut du Développement Rural
INERA	: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
INERA/DEF	: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/ Département environnement et forêt
INSD	: Institut National de la Statistique et de la Démographie
IRSAT	: Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
MAHRH	: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
MO	: Matière organique
ONG	: Organisme non gouvernemental
PARADE	: Renforcement de la Résilience des Systèmes Productifs Maraîchers par la Recherche-Développement et l'Education Participatives à l'Application de Principes Agro-Écologiques au Burkina Faso
PVD	: Pays en voie de développement
UPB	: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Pages**

<b>Tableau I</b> : Répartition des exploitations concernées par les prélèvements de sol par site et par milieu.....	15
<b>Tableau II</b> : Variables d'intérêt ayant servi à l'ACP .....	18
<b>Tableau III</b> : Caractéristiques des milieux de production.....	21
<b>Tableau IV</b> : Répartition des producteurs en fonction des pratiques culturales.....	23
<b>Tableau V</b> : Corrélations linéaire entre les variables et les axes 1 et 2 .....	25
<b>Tableau VI</b> : Caractéristiques des quatre classes d'exploitations maraîchères issues de la classification ascendante hiérarchique .....	28
<b>Tableau VII</b> : Pratiques culturales réalisées sur les six sites d'étude.....	31
<b>Tableau VIII</b> : Caractéristiques chimiques des sols des différents sites maraîchers .....	34

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la zone d'étude .....	11
<b>Figure 2</b> : Pluviométrie annuelle de 2004 à 2013 (source ASE, 2015) .....	12
<b>Figure 3</b> : Niveau de scolarisation des producteurs maraîchers .....	20
<b>Figure 4</b> : Superficie moyenne des exploitations par milieu de production .....	22
<b>Figure 5</b> : Modes d'irrigation des maraîchers .....	22
<b>Figure 6</b> : Spécifications produites selon la saison .....	24
<b>Figure 7</b> : Représentation graphique des variables sur les axes 1 et 2 issus de l'analyse en composantes principales (ACP) .....	25
<b>Figure 8</b> : Représentation graphique des individus des différentes classes d'exploitations issues de la classification ascendante hiérarchique .....	27
<b>Figure 9</b> : Courbe du cumul de CO <sub>2</sub> dégagé des différents sites maraîchers .....	35

## RESUME

Les intrants agricoles sont utilisés en culture maraichère afin d'améliorer la fertilité des sols d'une part et protéger la culture d'autre part. Cependant, l'usage de ces intrants à moyen ou long terme et de façon intensive dans un milieu induit des effets sur la fertilité des sols. Les sites maraichers de la province du Houet au Burkina Faso ont servi de cadre pour l'étude qui s'est fixé pour objectif de contribuer à l'amélioration de la durabilité des systèmes de production maraichers. Cette étude a été réalisée au moyen d'enquêtes afin de connaître le profil sociodémographique des producteurs et de caractériser les exploitations maraichères dans la zone d'étude. Aussi, des prélèvements et une analyse d'échantillons de sols ont été réalisés afin de mesurer les paramètres chimiques et biologiques (pH eau, pH KCl, carbone, matière organique, azote, C/N, phosphore total, phosphore assimilable, potassium total, potassium disponible, activité respiratoire) des sols maraichers. Les enquêtes ont montré que le maraîchage dans la province du Houet est une activité principalement masculine. La classification ascendante hiérarchique (CAH) a mis en évidence quatre classes d'exploitations : les grandes exploitations rurales, les exploitations moyennes, les exploitations de petites superficies et les exploitations urbaines de très petites superficies. L'analyse des paramètres chimiques des sols a indiqué que les sols de Kuinima et Dogona avaient les pH eau les plus élevés (6,98 pour les deux sites) et ceux de Samandeni et Nakaguana, les valeurs de pH eau les plus faibles (respectivement 4,84 et 4,76). Les teneurs en azote ont varié entre 0,06 et 0,14 %, celles du carbone total de 0,77 à 2,24 %. Les rapports C/N des différents sols étaient compris entre 12,29 et 15,29. Les teneurs en phosphore total et en phosphore assimilable étaient comprises respectivement entre 300,59 et 782,88 mg/kg et entre 0,91 et 127,89 mg/kg. Enfin, les teneurs en potassium total ont varié de 448,57 à 2171,95 mg/kg et celles du potassium disponible de 94,37 à 157,95 mg/kg. Pour le cumul de CO<sub>2</sub> dégagé l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les différents sites. L'étude a montré qu'il y a une diversité de pratiques entre les sites et à l'intérieur des sites maraichers. Les propriétés chimiques des sols des différents sites d'étude ont été impactées par la variabilité des pratiques culturales, contrairement à l'activité biologique.

**Mots clés** : Durabilité, maraîchage, caractérisation, fertilité des sols, Burkina Faso

## ABSTRACT

Agricultural inputs are used on vegetables crops in order to improve soils fertility and to protect the crop. However, the mid or long term use of these inputs, in intensive way, induce effects on soil fertility. Vegetables-farming sites of the province of Houet in Burkina Faso served as frame for the study which aimed to contribute to production system sustainability. This study has been realized through survey to profile socio-demographic characteristics and define the main types of vegetables farms. Soils sampling and analysis have been also done to measure chemical and biological parameters (Water pH, KCl pH, carbon, organique matter, nitrogen, C/N, phosphor total, available phosphorus, total potassium, available potassium, respiratory activity). The results of the inquiry showed that the vegetables farms in the province of Houet is mainly a male activity. Agglomerative hierarchical clustering highlighted four category of farms: big rural farms, average farms, small farms and very small urban farms. Analysis of soils chemical parameters indicated that Kuinima and Dogona soils have the Highest water pH (6.98 for both sites) and those of Samandeni and Nakaguana the lowest water pH values (respectively 4.84 et 4.76). The content in nitrogen varied between 0.06 and 0.14 %, those in total carbon from 0.77 to 2.24 %. C/N report on the various soils is between 12.29 and 15.29. The level in total phosphor and comparable phosphor is respectively between 300.59 and 782.88 mg/kg; and between 0.91 and 127.89 mg/kg. Finally, the content in total potassium varied from 448.57 to 2171.95 mg / kg and those in available potassium from 94.37 to 157.95 mg / kg. For the accumulation of CO<sub>2</sub> released, the statistical analysis revealed no significant difference between the different sites. The study has shown that there is a diversity of practices between sites and inside the vegetables-farming sites. Soil chemical properties are impacted by various agricultural practices, contrary to the biological activity.

**Keywords:** Sustainability, gardening, characterization, soil fertility, Burkina Faso

## INTRODUCTION

D'ici 2030, la population mondiale augmentera de trois (3) milliards d'individus, dont 95 % dans les pays en développement, la production de nourriture devra doubler, et celle des déchets et effluents sera multipliée par quatre (4) dans les villes (Mougeot et Moustier, 2004). Cette augmentation concernera plus les populations urbaines surtout dans les pays en voie de développement (PVD). La population des villes augmente ainsi de façon très rapide ces dernières années. Les causes d'une telle urbanisation sont liées au taux de natalité en milieu urbain qui reste élevé et à un exode rural qui perdure et prend des proportions de plus en plus importantes. Il s'en suit une dégradation continue des conditions de vie des populations, surtout les couches les plus pauvres. Ces populations pour survivre se tournent donc vers l'agriculture urbaine. Selon FAO (1999), la population mondiale impliquée dans l'agriculture urbaine et périurbaine s'élèverait à environ 800 millions de personnes. De ce fait, cette agriculture est une source de revenus pour les couches défavorisées qu'elle emploie, et participe à la lutte contre la faim et la pauvreté en milieu urbain.

Les villes du Burkina Faso, en particulier celle de Bobo-Dioulasso, ne sont pas épargnées par cette situation. L'agriculture urbaine constitue, dans cette ville, un secteur d'activité particulièrement intéressant. L'activité agricole la plus répandue dans le paysage urbain et périurbain de Bobo-Dioulasso est l'horticulture maraîchère appelée couramment le maraîchage. Cependant, la production maraîchère est confrontée à de nombreuses contraintes et engendre aussi des nuisances qui limitent sa durabilité. L'une des principales contraintes de la production est la gestion durable de la fertilité des sols. Plusieurs études ont fait le point sur les pratiques culturales et les éventuels risques qu'elles ont sur l'environnement, ou encore se sont penchées sur les aspects de la durabilité (Abdulkadir, 2012 ; Kiba, 2012 ; Lompo, 2012).

En effet, les moyens modernes pour augmenter et maintenir cette productivité des sols sont le plus souvent très onéreux pour les petits exploitants. De ce fait, la gestion de la fertilité des sols repose sur une multitude de technologies, le plus souvent endogènes, développées par les producteurs eux-mêmes. Il est évident qu'une telle diversité de pratiques agricoles, notamment les modes de gestion de la fertilité des sols, conduit à des sols de productivités diverses (Kiba, 2012). Compte tenu du fait que chaque producteur a une manière particulière de combiner les ressources impliquées dans la production et une façon unique de gérer son exploitation, il y a donc autant de systèmes de production que d'exploitations (Tittonell *et al.*, 2005). Comme il n'est pas possible de formuler des politiques pour chaque exploitation, il est nécessaire de les regrouper sur la base de caractéristiques communes (Abdulkadir *et al.*, 2012).

Dans ce contexte, il apparaît important que l'on procède à une caractérisation de la production maraîchère afin de bien identifier les pratiques, les acteurs et les éventuels impacts.

La présente étude intitulée « Caractérisation des systèmes de production maraîchers et analyse des déterminants de la fertilité des sols sous cultures maraîchères dans la province du Houet (Burkina Faso) » s'inscrit dans ce contexte. L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la durabilité des systèmes de production maraîchers dans la province du Houet.

De façon spécifique, il s'agit dans ce travail de (i) caractériser les modes de productions maraîchères dans la province du Houet, (ii) évaluer l'effet des pratiques sur la fertilité des sols au niveau de différents sites maraîchers.

Pour atteindre ces objectifs, deux (2) hypothèses ont été émises :

- il existe une grande variabilité de systèmes de production maraîchers dans la province du Houet ;
- le niveau de fertilité du sol est influencé par les pratiques culturales réalisées sur les sites maraîchers.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre traite de la revue de littérature, le second chapitre présente le matériel et les méthodes et le troisième porte sur les résultats et la discussion.

## **PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

# CHAPITRE I : DEFINITION DE QUELQUES CONCEPTS

## 1. L'agriculture urbaine et périurbaine

L'agriculture urbaine et périurbaine est un type d'agriculture pratiquée en ville ou à proximité des villes, généralement en parcelles partagées en jardins individuels et/ou collectifs. L'agriculture urbaine se réfère à de petites superficies (par exemple, terrains vagues, jardins, vergers, balcons, récipients divers) utilisées en ville pour cultiver quelques plantes et élever de petits animaux et des vaches laitières pour une consommation personnelle ou des ventes de proximité (FAO, 1999). L'agriculture urbaine et périurbaine est pratiquée dans le monde entier à l'intérieur des limites administratives des villes ou aux alentours de celles-ci. Elle permet d'obtenir des produits provenant de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de l'agroforesterie. Elle comprend également les produits forestiers autres que le bois, ainsi que les fonctions écologiques de l'agriculture, de la pêche et de la foresterie. Pour Moustier et Mbaye (1999), l'agriculture périurbaine est l'agriculture localisée dans la ville et à sa périphérie, dont les produits sont destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usages agricoles d'une part et non agricoles des ressources ou intrants d'autre part. La production maraîchère ou maraîchage occupe la place la plus importante de l'agriculture urbaine et périurbaine (Ahouangninou, 2013).

### 1.1. Le maraîchage

Le maraîchage est une activité complexe qui se caractérise par la mise en valeur de superficies réduites et par la production d'une multitude de spéculations. Il s'agit alors d'une production intensive et continue, une série d'opérations (le labour et le dressage des planches, le repiquage, l'arrosage, la récolte, la vente, etc.) qui occupent la journée du maraîcher (Gonroudobou, 1985). Autissier (1994) définit la culture maraîchère comme la production d'un ensemble de plantes annuelles ou pérennes, arbustives ou herbacées dans un espace agraire délimité, généralement exploité de façon intensive, dont la récolte est vendue en plus ou moins grande quantité. Elle fournit les ingrédients entrant dans la composition des sauces ou des salades.

## **1.2. Le maraîchage au Burkina Faso**

Au Burkina Faso, les premiers jardins sont apparus autour des villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso avec l'arrivée des colons. Ces derniers auraient, pour leurs besoins personnels, introduit les cultures maraîchères dans les années 1920 (Terpend, 1982).

Par la suite, le maraîchage s'est diffusé grâce à l'appui conjugué des ONG (qui sont massivement intervenues dans ce domaine) et plus généralement des organismes de développement, mais aussi du gouvernement local (Retailleau, 1994). Les cultures maraîchères ont pris de l'importance ces dernières années et la création de réseaux d'irrigation villageois a reçu le soutien tant des pouvoirs publics que des ONG (FAO, 2010). Considéré comme une activité secondaire après les cultures pluviales au Burkina Faso, le maraîchage, est pratiqué dans toutes les régions du pays sur une superficie totale d'environ 8000 ha (FAO, 2007) repartis sur environ 4 844 sites maraîchers. On distingue trois types d'exploitations en fonction de la zone de production.

### **1.2.1. Les exploitations urbaines**

Ce sont des parcelles situées à l'intérieur des villes aux abords des cours d'eau qui traversent les villes (cas des parcelles maraîchères situées sur les deux rives du Houet dans la ville de Bobo-Dioulasso). Ces parcelles sont exploitées par des producteurs généralement très pauvres qui vivent à l'intérieur des villes. Le maraîchage constitue leur unique activité. Les produits sont en priorité destinés à la vente immédiate dans les villes où ces exploitations sont installées (Illy *et al.*, 2007).

### **1.2.2. Les exploitations périurbaines**

On définit par « exploitations périurbaines » celles situées à l'extérieur des villes aux abords des retenues d'eau permanentes ou temporaires (puits, forages, barrages), mais situées à une distance de 25 km environ autour des villes. C'est le cas du périmètre maraîcher de Bama. Les producteurs peuvent exercer d'autres activités rémunératrices contrairement aux maraîchers urbains. Les produits sont en priorité destinés à la vente immédiate dans les villes les plus proches (Illy *et al.*, 2007).

Le milieu périurbain est parfois assimilé au milieu semi-urbain. Il se présente sous forme de ville semi-développée où les infrastructures principales et de services sont très peu présentes. Il se trouve essentiellement à la proximité ou sous l'influence de noyaux urbains. Ce milieu

s'est urbanisé tout en gardant certaines activités et caractéristiques rurales. Il est donc à mi-chemin entre le milieu urbain et le milieu rural (Allen, 2003).

### **1.2.3. Les exploitations rurales**

On appelle exploitations maraîchères rurales toutes les exploitations sous irrigation situées en zones rurales qu'elles soient aménagées ou non. Étant donné que ces zones sont généralement éloignées des grands centres de consommation, la production des spéculations à cycle court qui ne supportent pas le transport et qui se détériorent vite est limitée (Illy *et al.*, 2007).

## **2. Les pratiques agricoles**

### **2.1. Les modes de gestion de la fertilité des sols**

#### **2.1.1. La fertilisation minérale**

Les systèmes maraîchers reçoivent des apports souvent déséquilibrés et excessifs d'engrais chimiques (Predotova *et al.*, 2010) dans la plupart des villes africaines. Au Burkina Faso, les maraîchers utilisent couramment l'engrais NPK de formule (14-23-14) et de l'urée (46 %) fabriqué pour la culture de coton. Les engrais spécifiques pour les cultures maraîchères ne sont pas encore répandus dans le pays et sont quelquefois utilisés dans les exploitations gérées par les exploitants exportateurs (MAHRH, 2004).

#### **2.1.2. La fertilisation organique**

La fertilisation organique à des doses très variables est prédominante et pratiquée par la plupart des maraîchers. Diverses sources d'amendements organiques sont utilisées. Ces amendements organiques sont très souvent considérés comme une alternative aux engrais minéraux coûteux, de sorte que leur disponibilité devient très limitée surtout en zone rurale (Sedogo, 1993). A l'intérieur des villes, des déchets solides et liquides sont utilisés pour la production des cultures maraîchères tandis qu'en zone péri-urbaine ce sont les déchets solides non triés qui sont le plus souvent appliqués. Yé (2007) a montré que quatre (4) types de déchets sont utilisés par les producteurs, à savoir les ordures ménagères, les déjections animales, les déchets industriels et le compost des déchets verts. Les effets améliorateurs de ces substrats sur les propriétés chimiques, physiques, biologiques et les rendements des cultures ont été largement montrés (Sedogo, 1993 ; Lompo, 2009) ; mais aussi leurs effets négatifs, notamment,

leur aptitude à polluer les sols et les cultures par les métaux lourds et des pathogènes (Cissé *et al.*, 2002 ; Diogo *et al.*, 2010 ; Kiba *et al.*, 2011).

### **2.1.3. La protection des cultures**

L'utilisation de produits de traitement phytosanitaire commence à être généralisée pour tous les maraîchers sauf les producteurs de produits biologiques. En 1995/96, 24,7 % des maraîchers recensés traitaient systématiquement leurs parcelles contre les différents ennemis des cultures. Toutefois, des difficultés sont apparues sur le terrain avec le sous dosage des produits par rapport aux recommandations formulées par la recherche, l'utilisation des produits prohibés et non conformes et la pratique des traitements abusifs (MAHRH, 2004).

## **3. Les impacts du maraîchage**

### **3.1. Les impacts positifs**

Les cultures maraîchères contribuent de nos jours pour une part très importante dans l'économie nationale. Le maraîchage est une source de revenus considérables pour les populations et permet de lutter contre la pauvreté et le chômage (MAHRH, 2004 ; RGA, 2011). En effet, c'est le seul secteur de production qui crée de nombreux emplois en milieu rural pendant la saison sèche et génère des revenus substantiels pour les femmes et les jeunes qui assurent la commercialisation de l'essentiel de la production (MAHRH, 2004). Il contribue aussi, de façon non négligeable, à l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations (Illy *et al.*, 2007). A l'instar des autres types d'agriculture urbaines, le maraîchage est un grand consommateur de déchets urbains comme source de fertilisation. Cela est une contribution à la gestion de ces déchets, et donc à la réduction d'un certain type de nuisance (Nacro *et al.*, 2006).

### **3.2. Les impacts négatifs**

L'agriculture urbaine se caractérise par des apports importants d'intrants qui sont profitables aux plantes mais qui pourraient être dangereux pour l'homme et l'environnement. Elle peut contaminer localement les sources d'eaux, si d'importantes quantités de fertilisants chimiques et pesticides sont utilisées. Selon Kiba (2012), les apports de déchets solides et liquides améliorent les teneurs en nutriments des sols et les rendements des cultures, mais augmentent les risques de pollution par les métaux lourds et les excès de nutriments. Aussi

l'usage des pesticides chimiques peut entraîner à long terme, la présence de résidus nocifs dans les aliments et dans l'environnement.

#### **4. La fertilité des sols**

La fertilité d'un sol est la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques de ce sol. C'est son aptitude à produire. Fertiliser un sol consiste non seulement à y introduire des substances fertilisantes, minérales et organiques, mais surtout à tout mettre en œuvre pour que le déroulement des cycles biologiques s'accomplissent activement et régulièrement. Ce qui permet d'apporter aux cultures, résistance et qualité, et d'augmenter d'année en année l'aptitude à produire de ce sol (Soltner, 2005).

#### **5. La typologie des exploitations**

La typologie est un outil de classification des exploitations en fonction d'un ou plusieurs groupes de critères (Ouédraogo, 1987). Selon Brossier (1987), la typologie est un des moyens d'apprécier la diversité et la dynamique des systèmes de production. Bâtir une typologie, c'est décrire la diversité des situations en la représentant sous la forme de catégories ou types, un individu observé ou enquêté pouvant être rattaché en général à un type qui en présentera les principales caractéristiques. La typologie simplifie la réalité en la réduisant à quelques principaux types à partir de critères jugés pertinents par rapport au problème étudié. Chaque type peut être décrit de manière détaillée à partir de ses éléments invariants et de ses éléments variables. Une typologie peut être réalisée avec des degrés de précision très divers. La précision souhaitable d'une typologie est donc fonction de son utilisation ultérieure (CIRAD, 2002). En résumé, les typologies d'exploitations agricoles visent à :

- classer les diverses exploitations agricoles d'une même région en un nombre limité de catégories relativement homogènes et contrastées ;
- expliquer leurs différences, de façon à ce que les interventions destinées aux exploitations d'un même type puissent être similaires entre elles et différentes de celles conçues pour les autres types.

##### **5.1. Les méthodes d'élaborations de typologies**

Il existe deux (2) grandes familles de méthodes d'élaboration des typologies d'exploitations :

- celles qui sont basées sur un recueil d'informations factuelles sur les exploitations. Dans ces méthodes, les informations recueillies sont traitées pour mettre en évidence des relations entre variables ;

- celles qui sont basées sur la recherche directe de relations entre variables (CIRAD, 2002).

#### **5.1.1. Les méthodes basées sur le traitement de données factuelles**

Ces méthodes sont basées sur le traitement d'un grand nombre d'informations par des méthodes mathématiques d'analyse de données. Elles font recours aux analyses statistiques exploratoires : Analyse factorielle de correspondances (AFC), Analyse en composantes principales (ACP) et Analyse factorielle discriminante (AFD) (Champely, 2005). Ceci dans l'espoir de repérer les principales relations entre phénomènes, d'identifier les combinaisons de variables interdépendantes les plus discriminantes, de classer les exploitations en fonction de ces critères et d'expliquer les différences ainsi mises en évidence. Ces méthodes d'analyse de données visent principalement à donner rapidement une image synthétique d'un très grand nombre d'informations statistiques (CIRAD, 2002).

#### **5.1.2. Les méthodes basées sur les relations de cause à effet**

À l'inverse des analyses statistiques multidimensionnelles qui s'efforcent de mesurer en premier lieu les distances entre variables et s'interrogent ensuite sur les éventuelles relations de causalité dont les proximités peuvent être révélatrices, ces méthodes visent à mettre d'emblée en évidence des relations possibles de cause à effet (CIRAD, 2002).

## **DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION**

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

### 1. La zone d'étude

#### 1.1. La situation géographique

La province du Houet, créée le 15 Septembre 1983, fait partie des 45 provinces que compte le Burkina Faso. C'est l'une des trois provinces de la région des Hauts-Bassins située à l'Ouest du Burkina Faso. Elle s'étend sur une superficie de 11.582 km<sup>2</sup> (MID, 2005). Cette province a pour chef-lieu la ville de Bobo-Dioulasso (Figure 1) qui est la seconde ville du Burkina Faso et située entre 11° 03' et 11° 07' de latitude nord et entre 04° 19' et 04° 36' de longitude ouest. La province du Houet est limitée à l'est par la province du Tuy, au sud par les provinces de la Bougouriba et de la Comoé, à l'ouest par la province du Kéné Dougou et au nord par la province des Banwa et la république de Mali.

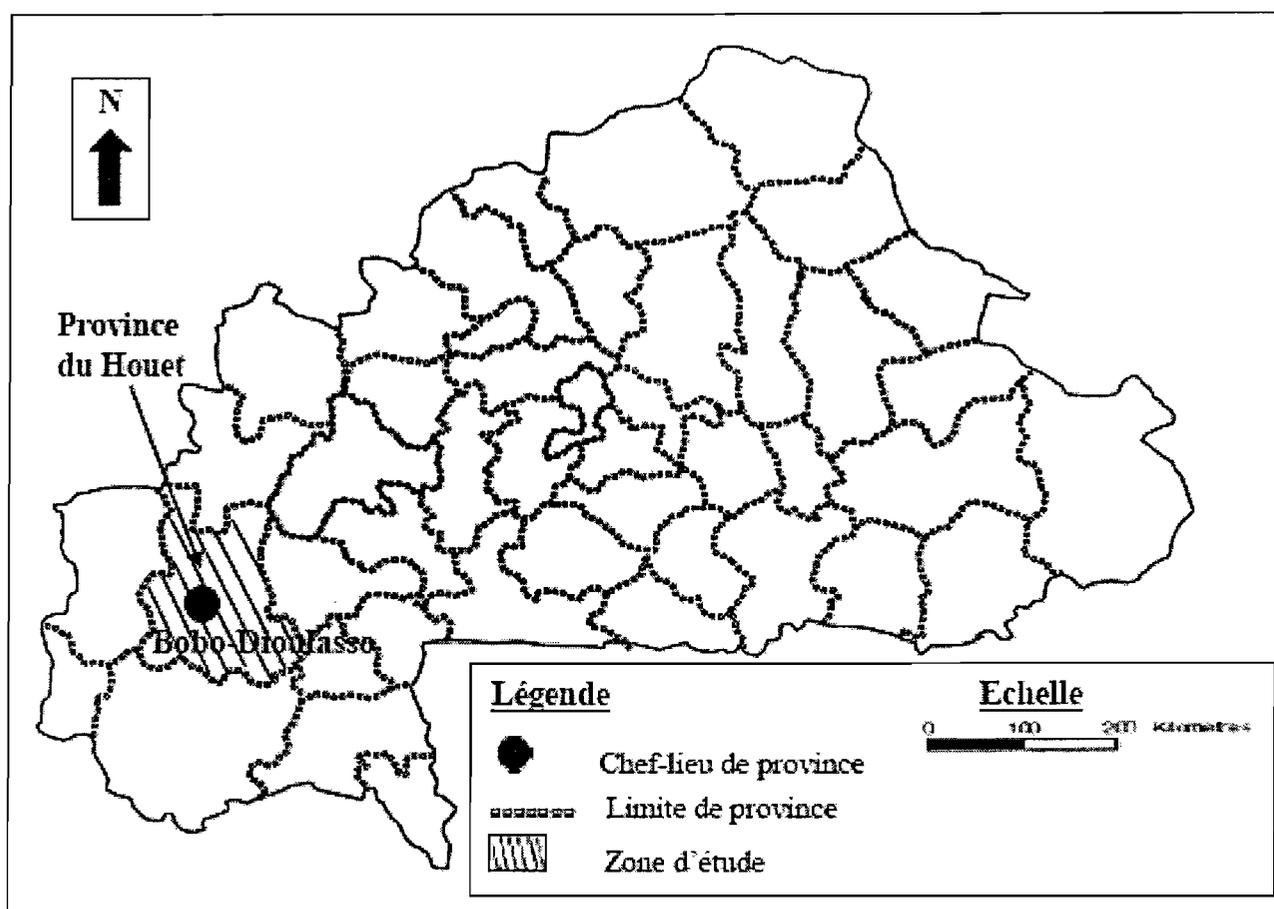


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

## 1.2. Le climat

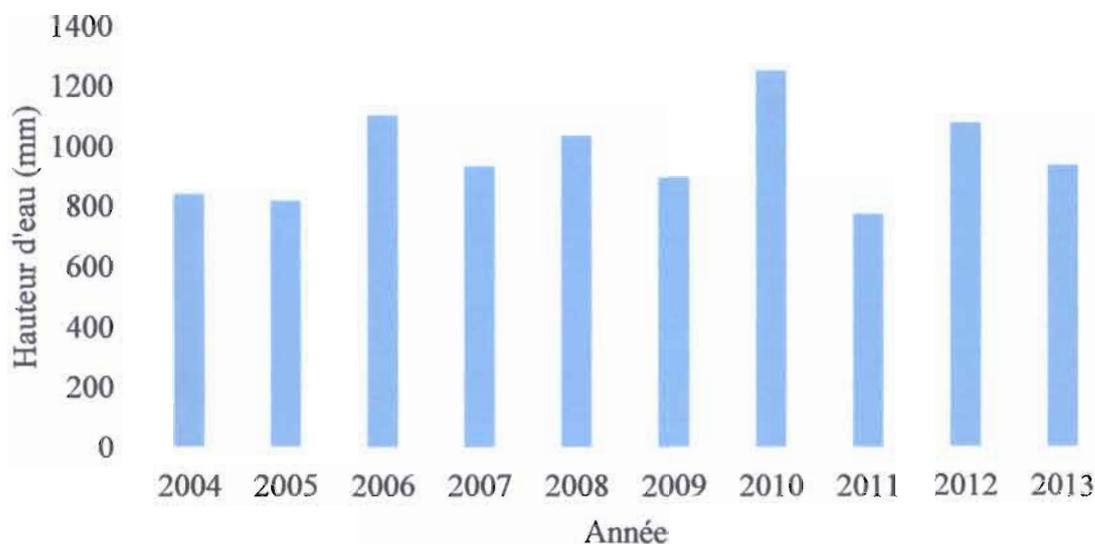
La zone d'étude se situe dans le secteur Sud soudanien. Selon Fontès et Guinko (1995), le climat est de type sud-soudanien caractérisé par :

- une saison sèche (novembre à avril) et une saison de pluies (mai à octobre). La saison sèche se compose d'une période froide (novembre à janvier) et d'une période chaude (février à avril).

Les températures moyennes sont comprises entre 25° C et 30° C ;

- une saison pluvieuse allant de mai à octobre au cours de laquelle souffle le vent humide de la mousson. La pluviométrie, relativement abondante, est comprise entre 800 et 1200 mm/an

(Figure 2).



**Figure 2** : Pluviométrie annuelle de 2004 à 2013 (source ASE, 2015)

## 1.3. Les sols

La zone d'étude est essentiellement caractérisée par des plateaux et des plaines auxquels s'ajoutent quelques buttes et collines ainsi que des vallées. Elle repose principalement sur trois types d'association de sols. Boulet (1976) cité par Fontès et Guinko (1995) décrit les types de sols rencontrés dans l'ouest du pays et plus précisément dans la région des Hauts-Bassins de la façon suivante :

- 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. Ces sols 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 eutrophes, 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. Ces sols constituent de bons supports pour les cultures et pour la végétation naturelle dominée par les savanes arborées.

#### **1.4. L'hydrographie**

La région des Hauts-Bassins est l'une des plus drainées du Burkina Faso. Deux fleuves y prennent leurs sources : la Comoé et le Mouhoun. Le réseau hydrographique est essentiellement composé du Mouhoun et de ses affluents dont les principaux sont le Dienko, le Guenako, le Kou et le Plandi (MJE, 2007). Le Mouhoun et le Kou prennent leur source à l'Ouest de Bobo-Dioulasso dans la province du Houet et la Comoé prend sa source dans le département de Péri au Sud de la province. Il y a aussi le cours d'eau Houet qui a donné son nom à la province du Houet.

#### **1.5. La végétation, la faune et les ressources halieutiques**

Selon Fontès et Guinko (1995), l'Ouest du Burkina Faso est classé dans la zone phytogéographique Sud-Soudanienne. On y rencontre des savanes herbeuses, des savanes boisées et des forêts claires. Des forêts galeries sont aussi rencontrées autour des cours d'eau. Les formations végétales de la strate arborée se composent en grande partie d'essences telles que *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. F.), *Khaya senegalensis* (Desr), *Parkia biglobosa* (Jacq), *Detarium microcarpum* (Guill & Perr), *Tamarindus indica* L., *Saba senegalensis* (A. DC.), *Isoberlinia* spp., *Piliostigma* spp., *Senna siamea* (Lam). Le tapis herbacé, discontinu, est riche en *Andropogon* spp., *Pennisetum pedicellatum* (Trin), *Eragrostis tremula* (Hochst) et *Stylosantes erecta* (Beauv).

## **1.6. Le milieu humain**

Au dernier recensement général de la population en 2006, la province du Houet comptait 902.662 habitants, soit 64 % de la population de la région des Haut-Bassins (INSD, 2007). Les ethnies autochtones de la zone sont les Bobo, les Dioula, les Sénoufo et les Bwaba. Il y a aussi la présence d'une forte population allochtone constituée de Peulhs, Dogon, Samogo et de Mossé.

## **2. Le matériel**

Pour la caractérisation des exploitations maraîchères de la zone, nous avons hérité d'une base de données élaborée suite à une enquête précédemment réalisée dans le cadre du projet PARADE sur les agrosystèmes maraîchers. Les sites enquêtés étaient dispersés en milieu urbain, semi-urbain et rural, sur des sites sélectionnés avec la contribution de la Confédération Paysanne du Faso qui représente l'organisation faitière des producteurs agricoles. Au total 96 exploitations ont été enquêtées sur les sites maraîchers de la province du Houet. Les enquêtes ont été réalisées à travers des entretiens directs et individuels sur base d'un questionnaire. Elles ont été complétées par des observations directes pendant et après les entretiens avec les producteurs sur les périmètres maraîchers in situ permettant ainsi de découvrir la réalité des activités maraîchères et d'avoir une vue sur les différentes spéculations cultivées et les pratiques paysannes. Au cours de ces enquêtes, les informations recueillies auprès des maraîchers concernaient les caractéristiques sociodémographiques, les caractéristiques du milieu de production, les spéculations végétales produites, les pratiques agricoles (fertilisation, protection des cultures ...), la formation, le cadre de vie et l'hygiène, les relations sociales entre les pairs avec les fournisseurs et les clients, et les rendements des cultures.

## **3. Méthodes**

### **3.1. L'analyse des sols**

#### **3.1.1. Le choix des sites**

Six (6) sites ont été retenus pour les prélèvements d'échantillons de sols. Ce choix s'est fait sur la base du milieu de production, à raison de deux (2) sites par milieu. Ce sont :

- en milieu urbain, les sites de Kuinima et Dogona situés dans la ville de Bobo-Dioulasso, et organisés le long du cours d'eau (Houet) traversant la ville ;

- en milieu semi-urbain, les sites de Bama (situé à 30 km de Bobo-Dioulasso) et de Samandeni (situé à 40 km de Bobo-Dioulasso) ;
- en milieu rural, les sites de Léguéma (situé à 15 km de Bobo-Dioulasso) et de Nakaguana (situé à 10 km de Bama).

### 3.1.2. Les prélèvements des échantillons de sols

Après le choix des sites, les exploitations qui ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons de sols ont été choisies parmi les exploitations enquêtées. Un GPS a servi à prendre les coordonnées géographiques (Annexe 1) et à mesurer la superficie exacte de chaque exploitation. L'échantillonnage des exploitations a été raisonné, de sorte à sélectionner celles qui n'avaient pas encore reçu d'intrants durant la saison en cours. En plus, les parcelles sélectionnées devaient être éloignées les unes des autres afin de prendre en compte la diversité des conditions sociales (pour le maraîcher) et agronomiques (pratiques culturales). Les échantillons de sol ont été prélevés à l'aide d'une tarière à une profondeur de 0-15 cm. Sur chaque exploitation, des échantillons composites ont été constitués afin de tenir compte de l'hétérogénéité du milieu. Un échantillon moyen a été constitué à partir de trois (3) prélèvements réalisés sur la diagonale de chaque parcelle élémentaire. Au total, vingt-huit (28) exploitations maraîchères ont fait l'objet de prélèvements de sol sur les six (6) sites retenus (Tableau I).

**Tableau I :** Répartition des exploitations concernées par les prélèvements de sol par site et par milieu

Milieu	Site	Effectif	Source d'eau
Urbain	Kuinima = KUI	5	Puits
	Dogona = DOG	5	Cours d'eau
Semi urbain	Samandeni = SAM	5	Cours d'eau
	Bama = BAM	4	Cours d'eau
Rural	Léguéma = LEG	4	Cours d'eau
	Nakaguana = NAK	5	Cours d'eau

### 3.1.3. Les méthodes d'analyse en laboratoire

Les échantillons ont été séchés à l'air libre puis pilés et tamisés manuellement à l'aide d'un tamis de 2 mm de maille. Ils ont ensuite été emmenés au laboratoire pour y subir les différentes analyses chimiques. Les analyses ont été réalisées au Laboratoire Sol-Eau-Plante de

l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) de Farako-Bâ, et au laboratoire de Microbiologie Forestière (INERA/DEF Ouagadougou) pour l'activité respiratoire.

- **Le pH**

La détermination du pH a été faite selon AFNOR (1981). La détermination du pH eau a consisté à faire agiter les échantillons pendant une heure dans de l'eau distillée. Le pH eau est ensuite mesuré à partir d'une solution du sol obtenue dans un rapport de masse sur volume de 1 g/2,5 ml. La lecture s'est faite avec un pH mètre à électrodes. Le pH KCl est mesuré à partir d'une solution de chlorure de potassium dans le même rapport que le pH eau.

- **Le carbone total (C total) et le taux de matière organique (MO)**

La mesure du carbone total a été faite par la méthode Walkley-Black (1934) qui consiste en une oxydation à froid du carbone du sol avec du bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en présence de  $H_2SO_4$  concentré. L'excès du bichromate est dosé par du sel de Mohr  $Fe(SO_4)_2(NH_4)_2$  en présence d'indicateur coloré. Le taux de matière organique a été calculé par la formule :

$$MO (\%) = \% C * 1,724$$

- **L'azote total (N total)**

Le dosage de l'azote a été fait selon la méthode de Kjeldhal (Hillebrand *et al.*, 1953) par attaque acide  $H_2SO_4$  concentré en présence de catalyseur au sélénium et de  $H_2O_2$ , ce qui convertit l'azote organique en sulfate d'ammonium  $(NH_4)_2SO_4$ . L'ion  $(NH_4^+)$  ainsi formé est dosé par colorimétrie automatique au SKALAR dont le principe est fondé sur la réaction modifiée de Berthelot : l'ammonium est chloré en chlorure d'ammonium qui réagit avec le salicylate pour former le 5-amminosalicilate. Après oxydation par couplage, il se forme un complexe vert dont l'absorbance est mesurée à 660 nm.

- **Le phosphore total**

Le dosage du phosphore a été fait selon une méthode identique à celle de l'azote total (Hillebrand *et al.*, 1953). Le dosage est fait par colorimétrie automatique au SKALAR. Le molybdate d'ammonium et le potassium antimoine tartrate réagissent en milieu acide avec l'acide ascorbique en formant un complexe coloré en bleu en présence de phosphore dont l'absorbance est mesurée à 880 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de P dans le milieu.

- **Le phosphore assimilable**

L'extraction du phosphore assimilable des sols est faite selon la méthode de Bray 1 (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 g 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.

- **Le potassium total**

L'extraction du potassium a été faite avec 0,1 N d'acide chlorhydrique (HCl) et 0,4 N d'acide oxalique (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Le potassium (K) est déterminé au photomètre à flamme par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium avec celles des solutions standards. Dans l'opération, 5 g 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 ensuite 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).

- **Le potassium disponible**

Il est obtenu par extraction dans l'échantillon du sol en utilisant une solution mixte d'acides chlorhydrique (HCl ; 0,1 N) et oxalique (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ; 0,4 N). Le potassium est déterminé au Photomètre à flamme par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium avec celles de solution standard (BUNASOLS, 1987).

- **Activité respiratoire**

Elle a été évaluée par la méthode du test respirométrique décrite dans les travaux de Asimi (2008). Cette méthode consiste à doser la quantité de gaz carbonique dégagé. Pour ce faire 100 g de terre humidifiée au 2/3 de sa capacité de rétention maximale en eau ont été introduits dans un bocal en verre de 1 litre. Dans le bocal, un bécher contenant 20 ml de NaOH 0,1 N et un récipient contenant de l'eau ont été placés. Le bocal hermétiquement fermé a été mis à incuber à la température de 30° C. Le CO<sub>2</sub> dégagé et piégé par la soude est dosé par titration avec du HCl 0,1 N en présence de la phénolphtaléine, après précipitation préalable du carbonate de sodium par 2 ml de BaCl<sub>2</sub> à 3 %.

## 3.2. L'analyse et le traitement des données

### 3.2.1. L'analyse des données de l'enquête

Le traitement des données d'enquête a été réalisé à l'aide du logiciel R.3.1.1 (R Development Core Team, 2014). L'analyse des données a consisté dans un premier temps à faire une analyse univariée qui consiste à considérer les variables individuellement lors des analyses. Ensuite, les variables ont été croisées deux à deux lors de l'analyse bivariée.

Pour établir la typologie des exploitations maraîchères, nous avons réalisé des analyses multivariées, qui ont consisté à faire une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). L'analyse en composantes principales (ACP) a permis d'illustrer les oppositions et associations des variables caractéristiques des exploitations maraîchères. Pour les besoins de l'ACP, nous avons ramené à l'hectare, les quantités annuelles d'intrants apportées sur chaque exploitation. Seules ont été retenus comme variables structurantes de l'ACP, les critères reconnus comme les plus pertinents à l'issue de l'analyse descriptive. Le tableau II regroupe les variables quantitatives pour l'analyse en composantes principales. La CAH a permis d'identifier des regroupements d'exploitations (typologie).

**Tableau II** : Variables d'intérêt ayant servi à l'ACP

<b>Variables quantitatives</b>		<b>Unités</b>
<b>Sup_exp</b>	Superficie de l'exploitation	Hectare
<b>qte_engo</b>	Quantité annuelle d'amendements organiques appliquée à l'hectare	t/ha/an
<b>qte_engc</b>	Quantité annuelle d'engrais minéraux appliquée à l'hectare	t/ha/an
<b>qte_pest</b>	Quantité annuelle de pesticides chimiques appliquée à l'hectare	L/ha/an
<b>Ancursi</b>	Ancienneté du site	Année

### 3.2.2. L'analyse statistique des données de sol

Pour l'analyse des paramètres de fertilité de sols, nous avons effectué le test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour évaluer l'effet des pratiques culturales sur les propriétés chimiques et biologiques des sols. La comparaison multiple par paire a été faite suivant la

procédure de Dunn. Tous les tests statistiques ont été réalisés au seuil de 5 %. L'analyse des données des paramètres de fertilité du sol a été réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 2015.

# CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

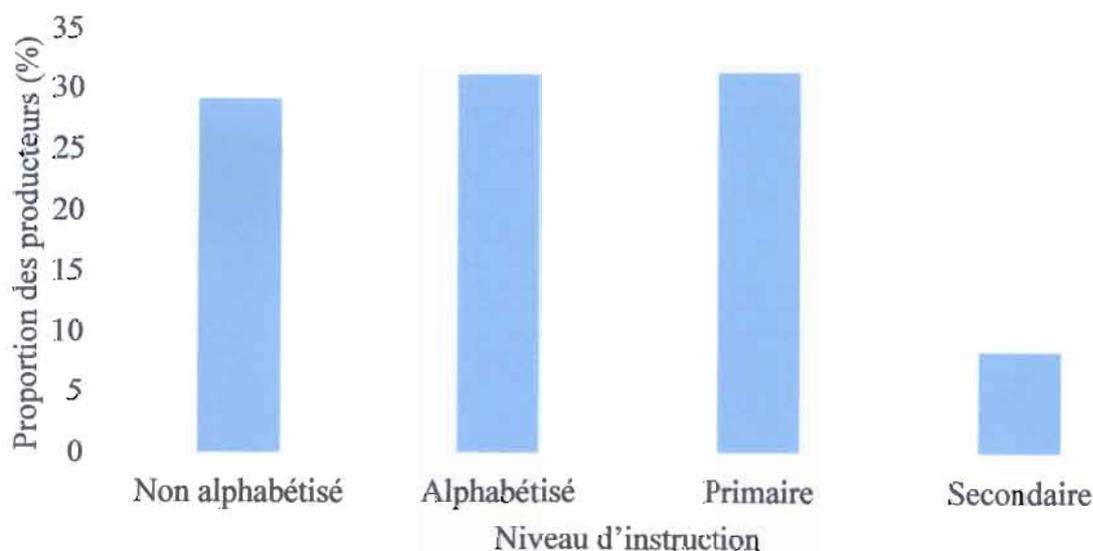
## 1. Les résultats

### 1.1. La caractérisation des exploitations maraîchères de la zone d'étude

#### 1.1.1. Les caractéristiques sociodémographiques des exploitants

L'âge des producteurs enquêtés varie de 23 à 80 ans, avec une moyenne d'âge de 43 ans. Les maraîchers sont en général mariés (93,8 %) et la majorité est de sexe masculin (97,92 % d'hommes contre 2,08 % de femmes). Le maraîchage constitue l'activité principale pour la majorité des producteurs enquêtés (73 %). Enfin, l'expérience moyenne des maraîchers est de 21 ans.

La figure 3 présente le niveau de scolarisation des maraîchers. Il se dégage que 29,2 % des maraîchers sont non alphabétisés, 31,2 % sont alphabétisés. Ceux qui ont le niveau primaire sont les plus nombreux (31,3 %) contre seulement 8,3 % qui ont le niveau secondaire.



**Figure 3** : Niveau de scolarisation des producteurs maraîchers

#### 1.1.2. Les caractéristiques des milieux de production

Le tableau III présente les différentes caractéristiques des milieux de production. Il ressort que 33,33 % des producteurs enquêtés se situent en milieu rural, 30,21 % en milieu semi-urbain et 36,46 % en milieu urbain. Les périmètres maraîchers sont localisés généralement sur des plaines sèches (44,8 %), des plaines irriguées (25 %) et dans des bas-fonds (30,2 %). Les

sources d'irrigation sont très diversifiées. Les plus fréquentes sont les marigots (32,6 %), les puits (28,3 %), les rivières (18,5 %) et les barrages (9,8 %).

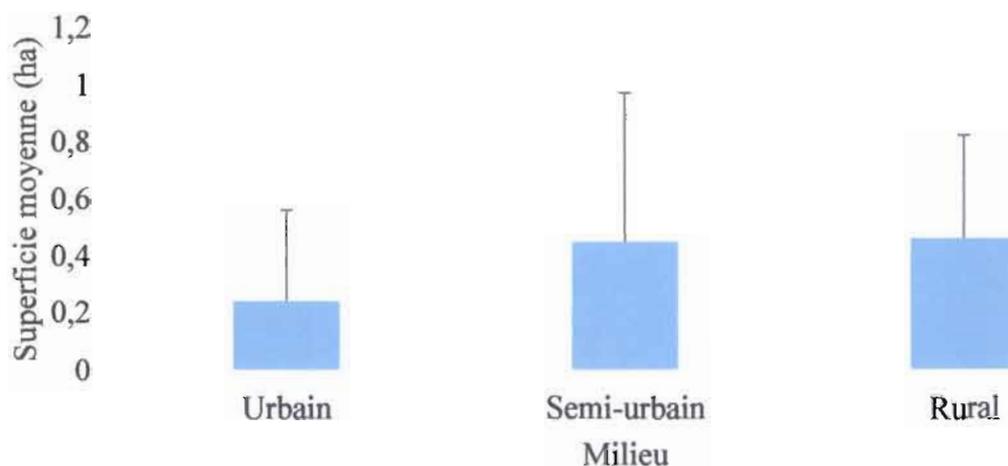
**Tableau III** : Caractéristiques des milieux de production

<b>Caractéristiques des milieux</b>	<b>Pourcentages</b>	<b>Pourcentages cumulés</b>
<b>Milieu</b>		
Semi-urbain	30,21	30,21
Rural	33,33	63,54
Urbain	36,46	100
<b>Ecologie périmètre</b>		
Bas-fond	30,2	30,2
Plaine irriguée	25	55,2
Plaine sèche	44,8	100
<b>Source d'irrigation</b>		
Marigot	32,6	32,6
Puits	28,3	60,9
Rivière	18,5	79,4
Barrage	9,8	89,2
Rivières et puits	4,3	93,5
Fleuve	1,1	94,6
Autre	5,4	100

Autre = associations diverses de plusieurs sources d'irrigation

### 1.1.3. La superficie des exploitations maraîchères

La figure 4 présente les superficies moyennes des exploitations maraîchères en fonction du milieu de production. Il ressort que l'activité maraîchère se pratique sur des superficies très variées, allant de 0,01 à 2 ha, avec une moyenne de  $0,383 \pm 0,467$  ha. Selon le milieu de production (urbain, semi-urbain ou rural), les superficies des exploitations varient. La superficie moyenne la plus petite se trouve en milieu urbain ( $0,24 \pm 0,32$  ha) et la plus grande en milieu rural ( $0,46 \pm 0,36$  ha). Le milieu semi-urbain présente une superficie moyenne intermédiaire ( $0,45 \pm 0,52$  ha).

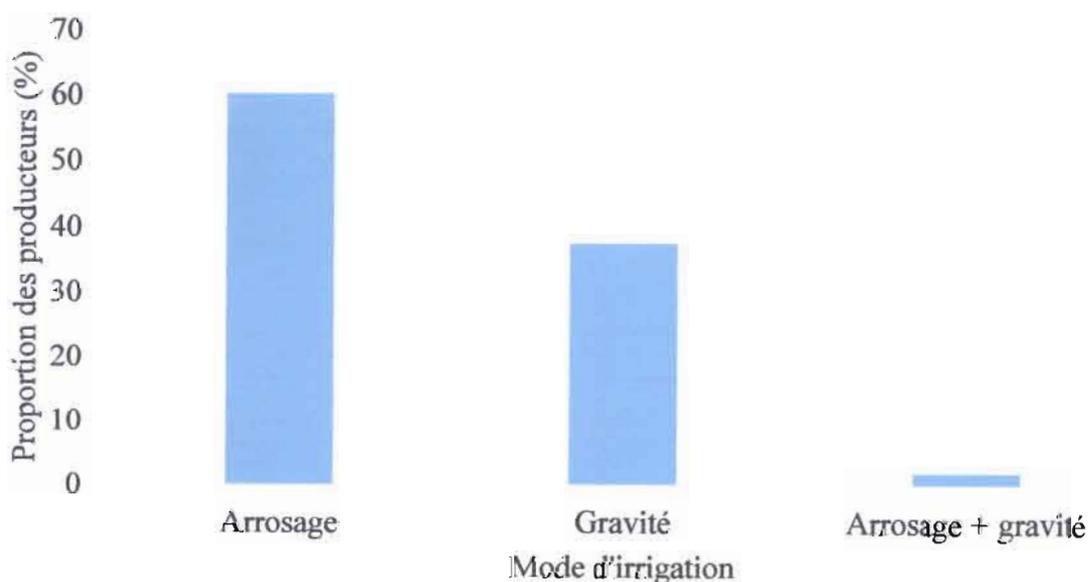


**Figure 4** : Superficie moyenne des exploitations par milieu de production

#### 1.1.4. Les pratiques culturales et gestion des ravageurs

##### 1.1.4.1. Les modes d'irrigation

La figure 5 présente les principaux modes d'irrigation des maraîchers. Deux (2) principaux modes d'irrigation sont pratiqués sur les différents sites de production. L'irrigation par aspersion est pratiquée par 60,41 % des maraîchers et l'irrigation par gravité par 37,5 % des maraîchers. Très peu de producteurs maraîchers (2,09 %) combinent les deux modes d'irrigation (gravité et aspersion). Comme équipement d'irrigation, 63,5 % des producteurs disposent de motopompes.



**Figure 5** : Modes d'irrigation des maraîchers

#### 1.1.4.2. Les modes de fertilisation et système de production

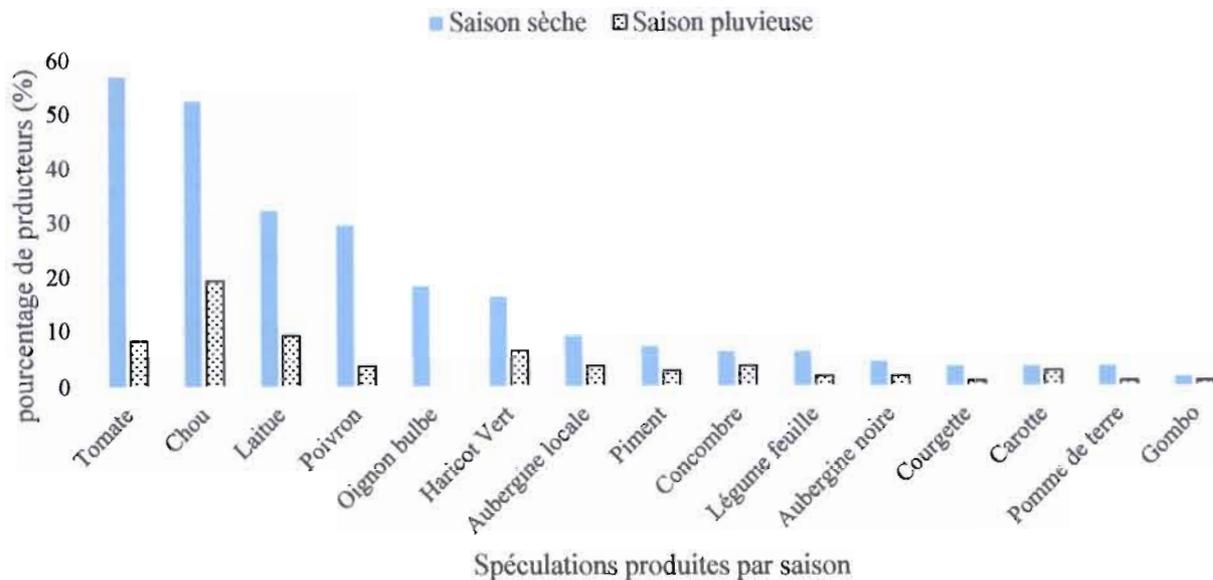
Le tableau IV présente les différentes pratiques culturales des maraîchers. La fertilisation minérale est pratiquée par 98,96 % des maraîchers et la fertilisation organique y est fréquemment associée (91,67 %). La quantité moyenne annuelle d'engrais minéraux (NPK + urée) utilisée est de 693,94 kg/ha. Celle des amendements organiques est de 6,06 t/ha. Pour lutter contre les ennemis de cultures, les producteurs (96,87 %) utilisent des pesticides chimiques avec une moyenne annuelle de 5,99 L/ha. Les producteurs pratiquent la rotation (60,4 %) et l'association des cultures (44,8 %).

**Tableau IV** : Répartition des producteurs en fonction des pratiques culturales

<b>Pratiques</b>	<b>Proportion de producteurs</b>
<b>Utilisation d'engrais minéral</b>	
Non	1,04
Oui	98,96
<b>Utilisation d'amendements organiques</b>	
Non	8,33
Oui	91,67
<b>Utilisation de pesticides chimiques</b>	
Non	3,13
Oui	96,87
<b>Utilisation pesticides organiques</b>	
Non	92,7
Oui	7,3
<b>Association des cultures</b>	
Non	55,2
Oui	44,8
<b>Rotation des cultures</b>	
Non	39,6
Oui	60,4

#### 1.1.5. Les spéculations produites

La figure 6 présente les différentes spéculations cultivées par les producteurs. Tous les maraîchers produisent en saison sèche. En saison pluvieuse, seulement 44,57 % des producteurs pratiquent le maraîchage. Le nombre de spéculations par producteur varie entre un (1) et sept (7) par saison. Les plus fréquentes sont la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), le chou (*Brassica oleraceae* Linn), la laitue (*Lactuca sativa* Linn), le poivron (*Capsicum annuum* Linn) et l'oignon bulbe (*Allium cepa* Linn).



**Figure 6 :** Spéculations produites selon la saison

### 1.1.6. La typologie des exploitations maraîchères

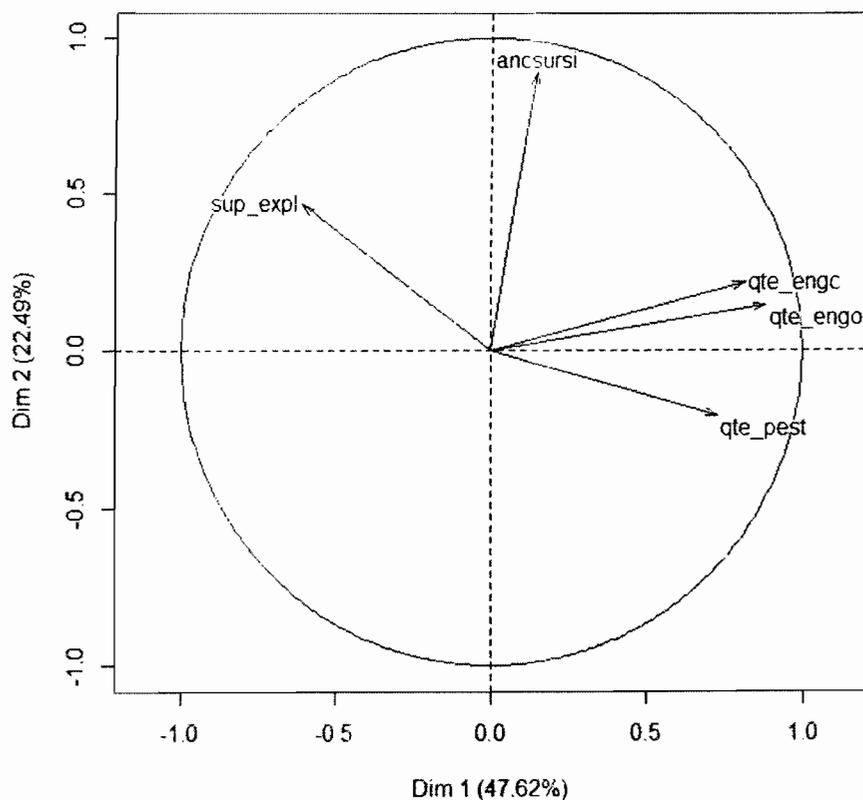
La figure 7 est la représentation graphique des variables sur les axes 1 et 2 issus de l'analyse en composantes principales (ACP). Elle permet d'interpréter les composantes principales et de repérer rapidement les groupes d'individus qui se ressemblent et ceux qui sont opposés.

Le premier axe explique 47,62 % de l'information contenue dans l'échantillon. Les trois (3) variables quantités d'engrais minéraux « qte\_eng\_c », quantités d'amendements organiques « qte\_engo » et quantités de pesticides chimiques « qte\_pest » sont corrélées positivement à cet axe. La superficie, quant à elle, est corrélée négativement avec l'axe 1. Le premier axe caractérise le rapport entre la superficie des exploitations et les quantités d'intrants (engrais minéraux, amendements organiques et pesticides chimiques) utilisées dans ces exploitations par unité de surface. Il oppose les exploitations à fort degré d'intensification aux exploitations à faible niveau d'intensification. Plus une exploitation est de grande superficie, moins sont importantes les quantités annuelles d'intrants chimiques et organiques à l'hectare et vice-versa. L'axe 1 peut donc être interprété comme l'axe représentant le degré d'intensification de l'exploitation.

Le second axe explique 22,49 % de l'information contenue dans l'échantillon. La variable ancienneté sur le site « ancurci » est corrélée positivement à cet axe. L'axe 2 oppose

principalement les vieilles exploitations aux exploitations relativement jeunes. Il pourra être interprété comme l'axe représentant la durée d'exploitation des parcelles.

Les deux (2) premiers axes expliquent à eux seuls 70,11 % de l'information totale. Ces deux (2) axes permettent d'appréhender la majorité de l'information. Le tableau V présente la corrélation linéaire entre les variables et les axes 1 et 2.



**Figure 7** : Représentation graphique des variables sur les axes 1 et 2 issus de l'analyse en composantes principales (ACP)

**Tableau V** : Corrélations linéaire entre les variables et les axes 1 et 2

Variables	Axe 1	Axe 2
<b>ancsursi</b>	0,14	0,89
<b>sup_expl</b>	- 0,61	0,47
<b>qte_engc</b>	0,82	0,22
<b>qte_pest</b>	0,73	- 0,21
<b>qte_engo</b>	0,88	0,15

La figure 8 présente la répartition des individus des différentes classes d'exploitation maraîchères issues de la CAH sur la base des variables utilisées dans l'ACP. Quatre (4) classes d'exploitations sont distinguées. Chacune de ces classes rassemble entre 3,26 % (classe 4) et 50 % (classe 2) de l'effectif de l'échantillon. Le tableau VI résume les caractéristiques de ces différentes classes.

**a. Classe I**

Cette catégorie comporte environ 26 % des exploitations de l'échantillon enquêté. Elle regroupe principalement les exploitations ayant une superficie moyenne de  $0,76 \pm 0,53$  ha, sur lesquelles sont appliquées en moyenne 0,79 t/ha/an d'engrais minéraux avec une quantité médiane de 0.72 t/ha/an. La quantité moyenne d'amendements organiques appliquée est de 6,62 t/ha/an et celle des pesticides chimiques est de 7,44 L/ha/an. Le maraîchage y est pratiqué en moyenne depuis environ 30 ans. Ces exploitations se situent principalement en milieu rural, en plaines sèche et irriguée. La source d'irrigation est constituée des marigots et des barrages, avec l'irrigation par gravité comme mode d'irrigation.

**b. Classe II**

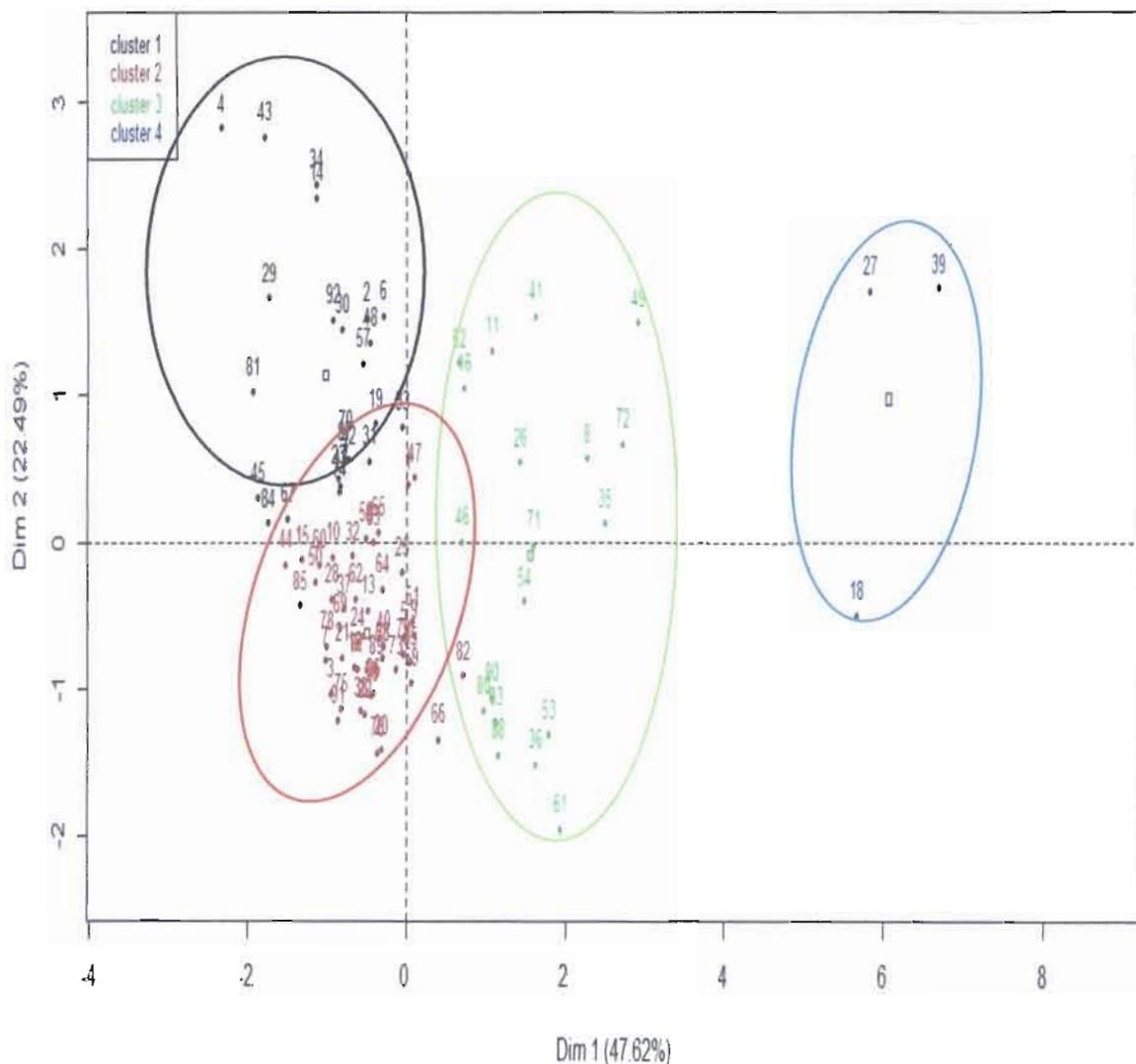
Cette catégorie comporte 50 % des exploitations de l'échantillon et représente la classe la plus diversifiée. Elle regroupe principalement les exploitations ayant une superficie moyenne de  $0,32 \pm 0,24$  ha, sur lesquelles sont appliquées en moyenne 1,21 t/ha/an d'engrais minéraux et 14,86 t/ha/an d'amendements organiques. La quantité moyenne de pesticides chimiques reçue est de 13,16 L/ha/an. Le maraîchage y est pratiqué en moyenne depuis 9 ans. Ces exploitations se situent dans les trois (3) milieux mais principalement en milieu semi-urbain et rural en plaines sèche et irriguée. La source d'irrigation y est très diversifiée et les deux (2) principaux modes d'irrigation (gravité et aspersion) y sont pratiqués.

**c. Classe III**

Cette classe comporte 20,65 % des exploitations de l'échantillon. Elle regroupe les exploitations ayant une superficie moyenne de  $0,06 \pm 0,06$  ha; recevant en moyenne 4,03 t/ha/an d'engrais minéraux, 61 t/ha/an d'amendements organiques et 89,57 L/ha/an de pesticides chimiques. La durée moyenne d'exploitation de ces parcelles est de 21 ans. Ces exploitations se situent principalement en milieu urbain et en plaine sèche. La source principale d'irrigation est constituée de marigots et de puits avec l'aspersion comme mode d'irrigation.

#### d. Classe IV

Cette classe comporte 3,26 % des exploitations de l'échantillon. Elle regroupe les exploitations ayant une superficie moyenne de  $0,04 \pm 0,03$  ha; utilisant en moyenne 31,86 t/ha/an d'engrais minéraux, 218,28 t/ha/an d'amendements organiques et 140,96 L/ha/an de pesticides chimiques. La durée moyenne d'exploitation de ces parcelles est de 26 ans. Elles se situent principalement en milieu urbain. La source d'irrigation est constituée des marigots et des puits et le mode d'irrigation est essentiellement l'aspersion.



**Figure 8** : Représentation graphique des individus des différentes classes d'exploitations issues de la classification ascendante hiérarchique

**Tableau VI** : Caractéristiques des quatre classes d'exploitations maraîchères issues de la classification ascendante hiérarchique

Variables		Classe 1 (n= 24)	Classe 2 (n= 46)	Classe 3 (n= 19)	Classe 4 (n= 3)
Superficie de l'exploitation (ha)	Moyenne	0,76 ± 0,53	0,32 ± 0,24	0,06 ± 0,06	0,040 ± 0,03
	Médiane	0,5	0,25	0,035	0,03
Quantité annuelle d'engrais minéraux (t/ha/an)	Moyenne	0,79 ± 0,82	1,21 ± 1,36	4,03 ± 4,27	31,86 ± 13,93
	Médiane	0,72	0,80	3,97	18,67
Quantité annuelle d'amendements organiques (t/ha/an)	Moyenne	6,62 ± 5,19	14,86 ± 18,76	61,05 ± 52,68	218,28 ± 118,28
	Médiane	6	11,40	70,20	202,50
Quantité annuelle de pesticides chimiques (L/ha/an)	Moyenne	7,44 ± 5,60	13,16 ± 14,21	89,57 ± 61,83	140,96 ± 126,08
	Médiane	8	16	79,09	166,67
Ancienneté sur le site (année)	Moyenne	29,87 ± 12,45	9,11 ± 6,5	21,31 ± 14,65	25,67 ± 9,29
	Médiane	32.5	8	20	23
Pourcentage dans l'échantillon		26,09 %	50 %	20,65 %	3,26 %

## **1.2. Les effets des pratiques sur la fertilité chimique et biologique des sols au niveau des différents sites maraichers**

### **1.2.1. Les caractéristiques des sites concernés par les prélèvements de sol**

Le tableau VII présente les caractéristiques des six (6) sites issus de l'enquête à savoir l'âge moyen de mise en culture des exploitations, les spéculations produites, les quantités moyennes d'intrants utilisées et les sources d'eau d'irrigation.

#### **1.2.1.1. Le site de Kuinima**

Il est situé en pleine ville de Bobo-Dioulasso. Les parcelles sont exploitées depuis environ 32 ans. Les spéculations maraîchères produites sont la laitue, le chou, le poivron, le haricot vert, la tomate, l'oignon et le persil. Les producteurs (100 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre les spéculations ci-dessus citées. La quantité moyenne annuelle d'engrais minéral utilisée sur le site est de 2,14 t/ha et celle des amendements organiques est de 28,05 t/ha.

#### **1.2.1.2. Le site de Dogona**

Ce site est situé dans la ville de Bobo-Dioulasso aux abords du marigot Houet. Les parcelles y sont exploitées depuis environ 29 ans. Les spéculations maraîchères produites sont la laitue, la tomate, le poivron et le chou. Les producteurs (80 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre ces quatre spéculations. La quantité moyenne annuelle d'engrais minéraux utilisée est de 0,693 t/ha et celle des amendements organiques est de 15,82 t/ha.

#### **1.2.1.3. Le site de Bama**

Le site de Bama est situé à trente (30) km de Bobo-Dioulasso. Les parcelles y sont exploitées depuis environ 25 ans. Les spéculations maraîchères produites sont le chou, le poivron, la tomate, le haricot vert, l'aubergine et la pomme de terre. Les producteurs (75 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre les spéculations produites sur ce site. La quantité moyenne annuelle d'engrais minéraux utilisée est de 0,91 t/ha et celle des amendements organiques est de 5,47 t/ha.

#### **1.2.1.4. Le site de Samandeni**

Il est situé à une quarantaine de kilomètres de la ville de Bobo-Dioulasso. Les parcelles y sont exploitées depuis environ 5 ans. Les spéculations maraîchères produites sont la tomate, le poivron, le chou, le haricot vert, l'oignon et le gombo. Les producteurs (100 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre les spéculations ci-dessus citées. La quantité moyenne

annuelle d'engrais minéraux utilisée est de 0,88 t/ha et celle des amendements organiques est de 17,94 t/ha.

#### **1.2.1.5. Le site de Léguéma**

Il se trouve à une quinzaine de kilomètres de la ville de Bobo-Dioulasso. Les parcelles y sont exploitées depuis environ 14 ans. Les spéculations maraîchères produites sont la tomate, le chou et le haricot vert. Les producteurs (100 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre les spéculations ci-dessus citées. La quantité annuelle d'engrais minéraux utilisée est de 0,75 t/ha et celle des amendements organiques est de 13,50 t/ha.

#### **1.2.1.6. Le site de Nakaguana**

Ce site se situe à une quinzaine de kilomètres de Bama. Les parcelles y sont exploitées depuis environ 18 ans. Les spéculations maraîchères produites sont le chou, la tomate, le poivron et le haricot vert. Les producteurs (20 %) affirment pratiquer la rotation des cultures entre les spéculations produites sur le site. La quantité annuelle d'engrais minéraux utilisée est de 1,89 t/ha et celle des amendements organiques est de 7,76 t/ha.

**Tableau VII : Pratiques culturales réalisées sur les six sites d'étude**

Sites	Age	Spéculations maraichères	Proportion des producteurs cultivant les différentes spéculations (%)	Proportion des producteurs pratiquant la rotation (%)	qte_engc (t/ha/an)	qte_engo (t/ha/an)
<b>KUI</b>	32,6 ± 10,08	laitue	80	100	2,14 ± 6,63	28,05 ± 122,64
		poivron	80			
		Chou	60			
		HV	60			
		Tomate	20			
		Oignon	20			
		Persil	20			
<b>DOG</b>	29,2 ± 15,36	laitue	100	80	0,69 ± 4,58	15,82 ± 56,93
		Tomate	100			
		poivron	100			
		Chou	60			
<b>BAM</b>	25,5 ± 8	Chou	75	75	0,91 ± 0,42	5,47 ± 2,22
		poivron	50			
		Tomate	25			
		HV	25			
		Aubergine	25			
		PdT	25			
<b>SAM</b>	5,4 ± 0,34	Tomate	60	100	0,88 ± 0,56	17,94 ± 12,10
		poivron	60			
		Chou	40			
		HV	60			
		Oignon	20			
		gombo	20			
<b>LEG</b>	14 ± 13	Tomate	75	100	0,75 ± 1,03	13,50 ± 4,12
		Chou	75			
		HV	25			
<b>NAK</b>	18 ± 6,8	Chou	100	20	1,89 ± 1,85	7,76 ± 5,95
		Tomate	60			
		poivron	20			
		HV	40			

KUI= Kuinima ; DOG= Dogona ; BAM= Bama ; SAM= Samandeni ; LEG= Léguéma ; NAK= Nakaguana.

HV = Haricot vert ; PdT= pomme de terre ; qte\_engc = quantité d'engrais minéral ; qte\_engo = quantité des amendements organiques. Aucune différence n'a pu être faite entre les différents types d'amendements apportés.

### **1.2.2. Les paramètres chimiques et biologiques des sols des sites maraîchers**

Le tableau VIII présente les valeurs des différents paramètres chimiques des échantillons de sols prélevés : pH eau, pH KCl, taux de carbone total (C total), de matière organique (MO) et d'azote (N), rapport C/N, teneurs en phosphore total (P total) et assimilable (P ass), teneurs en potassium total (K total) et disponible (K disp).

#### **1.2.2.1. Le pH eau et le pH KCl des sols des sites maraîchers**

Les sols de Kuinima et de Dogona ont des pH eau et pH KCl les plus élevés (respectivement 6,98 et 6,56 pour les deux sites) par rapport aux sols des autres sites. Les sols de Samandeni et Nakaguana ont les plus petites valeurs de pH eau (respectivement 4,84 et 4,76) et de pH KCl (respectivement 3,82 et 3,79). Les sols des sites de Léguéma et Bama ont des pH eau et pH KCl intermédiaires (respectivement 6,2 et 5,89 pour le pH eau et 5,64 et 5,19 pour le pH KCl). L'analyse statistique a révélé une différence hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre les pH eau et pH KCl des sols de Kuinima et Dogona et ceux des sols de Samandeni et Nakaguana.

#### **1.2.2.2. Le carbone total des sites maraîchers**

Le taux de C total des sols de Nakaguana est le plus élevé (2,24 %) et celui des sols de Léguéma le plus faible (0,77 %). Les sols de Kuinima, Dogona, Samandeni et Bama ont des taux intermédiaires de carbone total (respectivement 1,79 ; 1,48 ; 1,34 et 1,24 %). L'analyse statistique révèle une différence significative ( $P = 0,005$ ) entre les teneurs en C total des sols des différents sites.

#### **1.2.2.3. Le taux d'azote et le rapport C/N des sols des sites maraîchers**

Le taux d'azote des sols de Nakaguana est le plus élevé (0,14 %) et celui de Léguéma est le plus faible (0,06 %). Les sols de Kuinima, Dogona, Samandeni et Bama ont des taux intermédiaires d'azote total (respectivement 0,12 ; 0,10 ; 0,09 et 0,09 %). L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative ( $P = 0,014$ ) entre les taux d'azote total des sols des différents sites. Le rapport C/N des sols de Nakaguana est le plus élevé (15,73) et celui des sols de Léguéma est le plus faible (12,29). Les sols de Dogona, Kuinima, Samandeni et Bama ont des rapports C/N intermédiaires (respectivement 15,24 ; 15 ; 14,83 ; 14,21). L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative ( $P = 0,02$ ) entre le rapport C/N des sols des différents sites.

#### **1.2.2.4. Le phosphore total (P total) et le phosphore assimilable (P ass) des sols des sites maraîchers**

Les teneurs en P total des sols des sites varient de 300,59 à 782,88 mg/kg respectivement pour les sols de Léguéma et de Kuinima. Les sols de Dogona, Nakaguana, Bama et de Samandeni ont des teneurs intermédiaires en P total (respectivement de 738,28 ; 558,66 ; 399,88 et 335,91 mg/kg). L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative ( $P = 0,151$ ) entre les teneurs en P total des sols des différents sites. Les teneurs en P ass varient de 0,91 à 127,89 mg/kg respectivement pour les sols de Samandeni et de Dogona. Les sols de Kuinima ont une teneur en P ass de 116,47 mg/kg. Les sols de Léguéma, Bama et Nakaguana ont des teneurs intermédiaires en P ass (respectivement 85,92 ; 23,54 et 3,90 mg/kg). L'analyse statistique révèle une différence hautement significative ( $P < 0,0001$ ) entre les teneurs en P ass des sols des différents sites.

#### **1.2.2.5. Le potassium total (K total) et le potassium disponible (K disp) des sols des sites maraîchers**

La teneur en K total varie de 448,57 à 2171,95 mg/kg respectivement pour les sols de Kuinima et de Léguéma. Les sols de Dogona, Bama et Nakaguana ont des teneurs intermédiaires de K total (respectivement 591,71 ; 800,12 et 1310,38 mg/kg). L'analyse statistique révèle qu'il existe une différence hautement significative ( $P = 0,0002$ ) entre les teneurs en K total des sols de Kuinima et celles des sols de Samandeni et de Léguéma. Concernant le K disp, les teneurs varient de 94,37 à 157,95 mg/kg respectivement pour les sols de Dogona et de Kuinima. Les sols de Nakaguana, Samandeni, Léguéma et Bama ont des teneurs intermédiaires en K disp (respectivement 95,75, 107,8, 112,04 et 128,33 mg/kg). L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ( $P = 0,398$ ) entre les teneurs en K disp des sols des différents sites maraîchers.

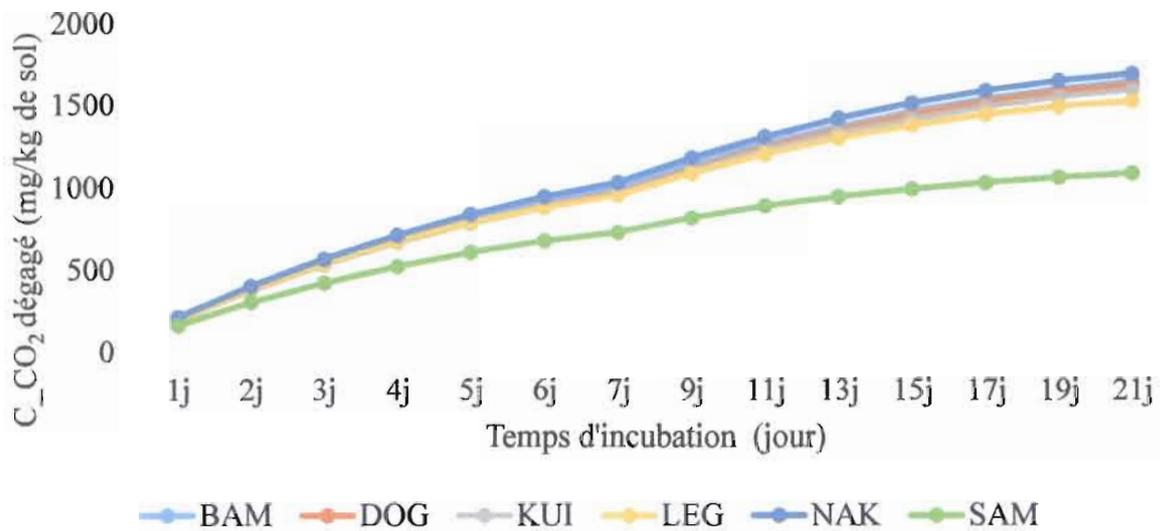
**Tableau VIII : Caractéristiques chimiques des sols des différents sites maraîchers**

Site	pH eau	pH KCl	C total	MO	Ntotal	C/N	P_total	K_total	P_ass	K_disp
			%			mg/kg de sol				
KUI (n = 5)	6,98 <sup>b</sup> ± 0,49	6,56 <sup>b</sup> ± 0,40	1,79 <sup>ab</sup> ± 0,64	3,09 <sup>ab</sup> ± 1,10	0,12 <sup>ab</sup> ± 0,05	15,00 <sup>ab</sup> ± 0,99	782,88 ± 345,13	448,57 <sup>a</sup> ± 58,54	116,47 <sup>b</sup> ± 54,35	157,95 ± 42,37
DOG (n = 5)	6,98 <sup>b</sup> ± 0,44	6,56 <sup>b</sup> ± 0,47	1,48 <sup>ab</sup> ± 0,60	2,56 <sup>ab</sup> ± 1,04	0,10 <sup>ab</sup> ± 0,03	15,23 <sup>ab</sup> ± 0,76	738,28 ± 311,39	591,71 <sup>a</sup> ± 126,48	127,89 <sup>b</sup> ± 56,25	94,37 ± 21,64
BAM (n = 4)	5,89 <sup>ab</sup> ± 0,68	5,19 <sup>ab</sup> ± 0,61	1,24 <sup>ab</sup> ± 0,16	2,14 <sup>ab</sup> ± 0,27	0,09 <sup>ab</sup> ± 0,01	14,21 <sup>ab</sup> ± 1,14	399,88 ± 158,87	800,12 <sup>ab</sup> ± 83,52	23,54 <sup>ab</sup> ± 29,21	128,33 ± 71,81
SAM (n = 4)	4,84 <sup>a</sup> ± 0,34	3,82 <sup>a</sup> ± 0,29	1,34 <sup>ab</sup> ± 0,11	2,32 <sup>ab</sup> ± 0,20	0,09 <sup>ab</sup> ± 0,01	14,83 <sup>ab</sup> ± 1,70	335,91 ± 46,71	1922,24 <sup>c</sup> ± 421,05	0,91 <sup>a</sup> ± 1,06	107,80 ± 55,76
LEG (n = 4)	6,20 <sup>ab</sup> ± 0,50	5,64 <sup>ab</sup> ± 0,51	0,77 <sup>a</sup> ± 0,17	1,33 <sup>a</sup> ± 0,29	0,06 <sup>a</sup> ± 0,01	12,29 <sup>a</sup> ± 0,66	300,59 ± 39,98	2171,95 <sup>c</sup> ± 808,22	85,92 <sup>ab</sup> ± 14,56	112,04 ± 57,51
NAK (n = 5)	4,76 <sup>a</sup> ± 0,25	3,79 <sup>a</sup> ± 0,06	2,24 <sup>b</sup> ± 0,19	3,86 <sup>b</sup> ± 0,33	0,14 <sup>b</sup> ± 0,01	15,73 <sup>b</sup> ± 0,67	558,66 ± 175,69	1310,38 <sup>bc</sup> ± 270,35	3,90 <sup>ab</sup> ± 4,31	95,75 ± 55,25
Valeur p de Kruskal- Wallis	0,0006	0,0003	0,005	0,005	0,014	0,025	0,151	0,0002	0,0004	0,398
Signification	HS	HS	S	S	NS	NS	NS	HS	HS	NS

KUI = Kuinima ; DOG = Dogona ; BAM = Bama ; SAM = Samandeni ; LEG = Léguéma ; NAK = Nakaguana. HV = Haricot vert ; PdT = pomme de terre ; C total = carbone total ; M.O.= matière organique ; N total = Azote total ; C/N = rapport carbone/azote ; P total = phosphore total ; P ass = Phosphore assimilable ; K total = Potassium total ; K disp = potassium disponible. Les valeurs affectées des mêmes lettres dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seul de 5% (comparaison multiple par paire suivant la procédure de Dunn).

### 1.2.2.6. L'activité respiratoire

La figure 9 présente la courbe du cumul de CO<sub>2</sub> dégagé dans les différents sols. Le cumul de CO<sub>2</sub> dégagé des sols varie de 1094,0 à 1698 mg/kg de sol, respectivement pour les sols de Samandeni et de Nakaguana. Les sols de Léguéma, Kuinima, Dogona et Bama ont des cumuls de CO<sub>2</sub> dégagé intermédiaires, respectivement de 1527,2 ; 1597,9 ; 1632,3 et 1652,3 mg/kg de sol. La courbe du cumul de CO<sub>2</sub> dégagé des sols de Samandeni est en dessous de celles des autres sites. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les dégagements de sols des différents sols.



KUI= Kuinima ; DOG= Dogona ; BAM= Bama ; SAM= Samandeni ; LEG= Léguéma ; NAK= Nakaguana.

**Figure 9** : Courbe du cumul de CO<sub>2</sub> dégagé des différents sites maraîchers

## 2. Discussion

### 2.1. L'analyse de la diversité des systèmes maraîchers de la zone de Bobo-Dioulasso

Il ressort de notre étude que le maraîchage est une activité principalement masculine. Il existe très peu de femmes dans l'activité de production. En effet, plusieurs études ont montré la prédominance masculine dans la pratique du maraîchage de la zone d'étude (Illy *et al.*, 2007). Ces auteurs ont estimé que 94 % de la population des maraîchers dans la province du Houet est masculine. Selon Ouédraogo (2008), cette prédominance masculine dans la production maraîchère s'expliquerait par le fait que les femmes soient plutôt occupées par la commercialisation des produits maraîchers. Pour ce qui est du niveau de scolarisation des maraîchers, très peu de producteurs ont atteint le niveau d'instruction secondaire. La même tendance a été observée chez les producteurs maraîchers au Bénin par Ahouangninou (2013), qui a montré que la plupart des maraîchers n'ont pas un niveau de scolarisation élevé.

Pour l'irrigation de leurs exploitations, la source principale d'eau est constituée des cours d'eau suivis des puits. Cette situation est différente de celle décrite par Ouédraogo (2008) qui a montré que les puits et puisards étaient les principales sources d'eau pour le maraîchage dans les villes de Koudougou et de Ouahigouya. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la région des Hauts-Bassins dispose de l'un des réseaux hydrographiques les plus denses du Burkina Faso (MJE, 2007). Certains producteurs pratiquent le maraîchage toute l'année, et d'autres font une trêve en saison hivernale. Cela corrobore les résultats de Van Malder (2014) qui montrent que le maraîchage peut être combiné avec la culture de céréales en saison hivernale. Le maraîchage est l'activité principale pour la majorité des maraîchers enquêtés alors que les autres pratiquent principalement l'agriculture vivrière. Comme l'ont montré Broutin *et al.* (2005) au Sénégal, l'activité maraîchère constitue la principale source de revenus pour 85,23 % des maraîchers.

Le constat général fait sur les superficies exploitées par les maraîchers est qu'elles sont de petites tailles et varient suivant le milieu. Les exploitations maraîchères du milieu urbain sont de superficies plus petites que celles des milieux semi-urbain et rural. Ces résultats sont en accord avec ceux de Moustier *et al.* (2004) qui affirment que les superficies exploitées sont généralement petites dans les villes d'Afrique de l'Ouest avec une moyenne d'environ 0,30 ha. Aussi, comme l'ont montré Illy *et al.* (2007), les superficies exploitées sont plus petites en milieu urbain qu'en milieu rural. Cette différence entre les superficies dans les différents milieux de production est due au fait que la pression foncière en milieu rural est quasi

inexistante ce qui permet aux producteurs de cultiver de grandes superficies (Van Malder, 2014).

La production maraîchère est caractérisée par l'utilisation des engrais minéraux et des amendements organiques ainsi que l'usage des pesticides chimiques. Ce constat est en accord avec les résultats de Ouédraogo (2004) qui affirme que la fertilisation dans les périmètres maraîchers de Ouagadougou est basée sur l'utilisation de la fumure minérale et organique. Aussi, Ouattara (2014) a montré que 92 % des maraîchers de la zone de Bobo-Dioulasso associent les substrats organiques aux fumures minérales. L'enquête a aussi montré que 96,87 % des maraîchers utilisent des pesticides chimiques. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les cultures maraîchères soient confrontées à une forte population de ravageurs. En effet, Bassolé et Ouédraogo (2007) monte une grande diversité de ravageurs au niveau des cultures maraîchères dont les principales sont les insectes piqueurs suceurs, les chenilles défoliatrices, les insectes broyeur et les nématodes à galles. Cette dépendance vis-à-vis des pesticides chimiques est constatée dans plusieurs autres pays d'Afrique : au Gabon par Ondo (2011) et au Bénin par Ahouangninou (2013). Selon ce dernier, l'usage systématique des pesticides chimiques pourrait s'expliquer par le fait que la plupart des maraîchers ne conçoivent pas le fait de produire des légumes et de faire des profits sans pesticides chimiques.

La production légumière dans la zone d'étude est très diversifiée. Les principales spéculations produites sont la tomate, le chou, la laitue et le poivron. Ces observations sont en accord avec MAHRH (2004) qui classe la province du Houet parmi les grandes zones de production de ces quatre (4) spéculations. Abdulkadir (2012) a montré que les principales spéculations produites dans la zone de Bobo-Dioulasso sont dans l'ordre d'importance, la laitue, le chou et la tomate, le poivron n'arrivant qu'en septième position.

La réalisation de la typologie a permis d'observer la diversité des exploitations maraîchères. Quatre (4) classes d'exploitations ont ainsi été distinguées. Fontaine (2009) et Gonda (2012) ont trouvé un même nombre de classes dans leur typologie. Toutes les quatre classes d'exploitations maraîchères utilisent les engrais minéraux, les amendements organiques et les pesticides chimiques. Cependant, elles peuvent être séparées en deux grands groupes : les exploitations de grandes superficies utilisant peu d'intrants (classes I et II) localisées en milieu rural et semi-urbain et les exploitations de petites superficies avec des forts niveaux d'apport d'intrants (classes III et IV) localisées en milieu urbain. Cette répartition dans l'espace pourrait s'expliquer par la pression foncière en milieu urbain qui réduit l'extension des exploitations ;

mais aussi par l'avantage qu'ont les exploitations urbaines d'avoir un accès facile à une diversité d'intrants nécessaires à la production maraîchère.

## **2.2. Les effets des pratiques culturales sur la fertilité chimique et biologique des sols**

Les résultats de l'étude montrent que les caractéristiques chimiques des sols prélevés varient d'un site à l'autre. La grande variabilité du pH eau entre les sites pourrait s'expliquer par leur position dans la zone d'étude. En effet, les sites de Kuinima et Dogona qui ont des pH eau les plus élevés, se situent en milieu urbain. Les autres sites dont les pH eau sont plus faibles se trouvent en milieux semi-urbain et rural (à plus de 10 km du milieu urbain). Ainsi, les valeurs de pH élevées des sites de Kuinima et Dogona par rapport aux autres sites, pourraient être liées à la qualité des amendements utilisés. Selon Ouattara (2014) les producteurs des sites situés dans la ville de Bobo-Dioulasso, utilisent pour l'essentiel des substrats organiques en provenance des ménages. Pour Kaboré (2004), les déchets urbains solides ont la capacité d'élever le pH eau du sol du fait de leurs fortes teneurs en calcium (Ca) et en magnésium (Mg). Quant aux sites situés au-delà de 10 km de la ville, ils sont, selon Robineau (2013) trop éloignés pour que le maraîchage puisse bénéficier de déchets urbains comme intrants.

Les sols de Nakaguana enregistrent les taux de carbone les plus élevés, tandis que les taux les plus faibles sont enregistrés à Léquéma. Ces faibles taux enregistrés à Léquéma pourraient s'expliquer par les quantités d'amendements organiques apportées. En effet, les résultats de l'enquête ont montré que les sols de Léquéma recevaient en moyenne 13,50 t/ha/an d'amendements organiques. Toutefois, cette raison à elle seule ne peut expliquer le faible taux de carbone du site de Léquéma, car les quantités annuelles d'amendements organiques apportées à Nakaguana et à Bama sont inférieures à celles de Léquéma. L'effet des pratiques maraîchères n'est donc pas assez perceptible sur les taux de carbone des sols des sites d'étude. On peut émettre l'hypothèse que la teneur en carbone des sols des différents sites pourrait être due à d'autres facteurs tels que les caractéristiques intrinsèques des sols ou la position des sites dans la toposéquence. Cette hypothèse est en accord avec les résultats de Kiba (2012) qui a montré que les sites situés en bas de pente pourraient être enrichis en argile et limon via l'érosion ou la déposition de fins sédiments, pouvant à la longue influencer la stabilisation de la matière organique.

Les résultats montrent également que les sols de tous les sites ont un rapport C/N moyen, compris entre 12,29 et 15,73. Cela indique que les sols de tous les sites contiennent de la matière

organique bien décomposée et l'humus assez stable. En effet, selon FAO (1992), un rapport C/N voisin de 12 montre que le sol contient de la matière organique bien décomposée. Nos résultats sont différents de ceux de Traoré (2000) qui a montré que la matière organique sur les sites urbains de Boulmiougou, Kamboinsé et Paspanga à Ouagadougou étaient mal décomposée. Cet auteur a expliqué la mauvaise décomposition de la matière organique par le fait que les sols de ces sites bénéficient de l'apport de déchets urbains solides bruts.

Les pratiques de maraîchage sur les différents sites n'ont pas eu un effet significatif sur la teneur en P total. Cependant les plus grandes valeurs sont enregistrées dans les sols de Kuinima et Dogona (en milieu urbain). Pour Bagbila (2007), les teneurs en P total semblent liées à l'apport de déchets organiques. Les plus fortes teneurs en P ass concernent les sols de Dogona, Kuinima et Léguéma. Ces fortes teneurs pourraient s'expliquer par l'âge de mise en culture des sols. En effet, Coulibaly *et al.* (2012) ont observé une augmentation de la teneur en P ass des sols sous culture dans la province du Tuy (Burkina Faso) après les dix premières années de mises en culture. Selon ces auteurs, l'apport répété d'engrais complexes augmenterait la concentration de P ass au cours du temps dans le sol.

Les pratiques de maraîchage sur les différents sites n'ont pas eu un effet significatif sur l'activité microbienne du sol. La tendance à la baisse de CO<sub>2</sub> sur les sols de Samandeni traduit une faible activité microbienne sur ce site. Même si le carbone constitue l'élément indispensable à l'activité microbienne du sol, la faible activité microbienne au niveau du sol de Samandeni pourrait s'expliquer par les faibles teneurs en P ass des sols de ce site par rapport aux autres sites. Cette hypothèse corrobore les travaux de Diarra (2009), qui a montré que le carbone était l'élément indispensable à l'activité microbienne du sol, mais aussi qu'un déficit en phosphore réduisait l'activité microbienne du sol.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude s'est déroulée dans la province du Houet et a porté essentiellement sur les maraîchers et leurs exploitations. Elle a consisté à caractériser les systèmes de production maraîchers et à évaluer l'effet des pratiques sur la fertilité des sols au niveau des différents sites maraîchers.

L'étude a révélé que la majorité des maraîchers sont de sexe masculin et ont un faible niveau de scolarisation. Tous les producteurs pratiquent l'irrigation, avec une diversité de sources d'eau, dont les marigots sont les principales. On note également que la production légumière est très diversifiée en termes de spéculations. Cette diversité de spéculations produites est cependant plus prononcée en milieu urbain qu'en milieu rural. De façon générale le maraîchage se pratique sur des petites superficies dont la taille s'accroît du milieu urbain vers le milieu rural. Nous avons pu constater que les producteurs maraîchers utilisent des intrants chimiques (urée, NPK, pesticides) et beaucoup d'amendements organiques pour fertiliser leurs exploitations. Les différentes caractéristiques des exploitations nous ont permis d'établir une typologie d'exploitations maraîchères. Quatre (4) classes homogènes ont été identifiées. Ces classes vont des exploitations de grandes tailles avec de faibles apports d'intrants aux exploitations de superficies réduites avec des niveaux élevés d'apports d'intrants. Ce travail a permis de mettre en exergue la diversité des pratiques entre et à l'intérieur des sites maraîchers et d'évaluer le niveau de fertilité de leurs sols.

Les teneurs en éléments chimiques des sols varient d'un site à un autre. Les propriétés chimiques des sols des différents sites d'étude ont été impactées par la variabilité des pratiques culturales, mais aussi par la localisation du site dans le paysage. Quant à l'activité biologique des sols, elle n'a pas été impactée par les pratiques sur les différents sites. Seul le sol de Samandeni présente un faible dégagement de CO<sub>2</sub>.

De façon générale les sites urbains de Dogona et Kuinima qui reçoivent annuellement de grandes quantités d'amendements organiques présentent les meilleures propriétés chimiques des sols.

A la suite de notre étude, nous recommandons aux structures de recherche de :

- former les producteurs maraîchers dans le domaine de la gestion de la fertilité de leurs sols, à savoir les techniques de compostage et de tri des déchets urbains avant leur emploi dans les exploitations ;

- caractériser les types de sols des différents sites maraîchers de la province, en vue de faire de meilleures propositions bien adaptées à la qualité des sols des différents sites.

Enfin, nous suggérons de :

- rechercher des traces de résidus de pesticides et de métaux lourds dans les sols maraîchers et les spéculations produites afin de prévenir les dangers potentiels pour l'environnement et la santé animale et humaine ;
- poursuivre les travaux de recherche en vue d'évaluer la durabilité de la production maraîchère de la province du Houet.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**ABDULKADIR A., 2012.** Nutrient flows in urban and peri-urban agroecosystems in three West African cities. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, Netherlands, 217 p.

**ABDULKADIR A., DOSSA L. H., LOMPO D. J. P., ABDU N., VAN KEULEN H., 2012.** Characterization of urban and peri-urban agroecosystems in three West African cities. *International Journal of Agricultural Sustainability*, Netherlands, 31 p.

**ALLEN A., 2003.** Environmental planning and management of the Peri-Urban interface : Perspectives on an emerging field. Development Planning Unit, 9 Endsleigh Gardens, London WC1H 0ED, United Kingdom. 15(1) : 135–148.

**ASE, 2015.** Annuaire des statistiques de l'environnement 2013. Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso, 290 p.

**ASIMI S. 2008.** Influence des modes de gestion de la fertilité des sols sur l'activité microbienne dans un système de cultures de longue durée au Burkina Faso. Doctorat d'état en Sciences Naturelles, option Systèmes de production végétale, spécialité Sciences du sol, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 177 p.

**AUTISSIER V., 1994.** Jardins de villes, Jardins des champs : maraîchage en Afrique de l'Ouest du diagnostic à l'intervention, Edition GRET, 295 p.

**AHOUANGNINOU C. C. A., 2013.** Durabilité de la production maraîchère au sud-Benin : un essai de l'approche écosystémique. Thèse de Doctorat en Gestion de l'Environnement, option Environnement, Santé et Développement Durable. Université d'Abomey-Calavi, Benin, 333 p.

**BAGBILA J., 2007.** Utilisation des déchets urbains en maraîcheculture : risques de contamination des végétaux par les métaux lourds. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 69 p.

**BASSOLE D., OUEDRAOGO L., 2007.** Problématique de l'utilisation des produits phytosanitaires en conservation des denrées alimentaires et en maraîchage urbain et péri urbain au Burkina Faso : cas de Bobo Dioulasso, Ouahigouya et Ouagadougou. IFDC : Un Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole, Burkina Faso, 51 p.

**BROSSIER J., 1987.** Système et Système de production. *In* Cahiers de l'O.R.S.T.O.M. Série sciences humaines vol. 23 n° 3-4 : pp 377-390.

**BROUTIN C., COMMEAT P.G., SOKONA K., 2005.** Le maraîchage face aux contraintes et opportunités de l'expansion urbaine. Le cas de Thies/Fandène (Sénégal). Gestion partagée et durable des espaces agricoles et naturels à la périphérie des centres urbains. Document de travail n°2, Ecocité, GRET, 41 p.

**BUNASOLS, 1987.** Méthodes d'analyses physiques et chimiques des sols, eaux et plantes. Document technique N°3, BUNASOL Ouagadougou, Burkina Faso, 159 p.

**CHAMPELY S., 2005.** Introduction à l'analyse multivariée (factorielle) sous R., 50 p.

**CIRAD, 2002.** Memento de l'Agronome. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET). Ministère des affaires étrangères français, 1694 p.

**CISSE G., KIENTGA M., OUEDRAOGO B., TANNER M., 2002.** Développement du maraîchage autour des eaux de barrage à Ouagadougou : quels sont les risques sanitaires à prendre en compte ? Cahiers Agricultures. Volume 11, Numéro 1, 31-8.

**COMPAORE E., NANEMA L. S., BONKOUNGOU S., SEDOGO M. P., 2010.** Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. Journal of Applied Biosciences, 33 : 2076 – 2083.

**COULIBALY K., VALL E., AUTFRAY P., NACRO H. B., SEDOGO M. P., 2012.** Effets de la culture permanente coton-maïs sur l'évolution d'indicateurs de fertilité des sols de l'Ouest du Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(3): 1069-1080.

**DIARRA B. G., 2009.** Influence du phosphore, de l'azote et du houppier sur les rendements du sorgho (*Sorghum bicolor*) les fractions du phosphore et l'activité des microorganismes du sol d'un parc agroforestier de la zone soudanienne du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 70 p.

- DIOGO R.V.C., BUERKERT A., SCHLECHT E., 2010.** Horizontal fluxes and food safety in urban and peri-urban vegetable and millet cultivation of Niamey, Niger. *Nutr .Cycl. Agroecosyst.* 87, 81-102.
- FAO, 1992.** Guide pour l'interprétation des analyses des sols. Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique. Direction de l'agriculture. Bureau pédologique du Sénégal, Dakar, Sénégal, 86 p.
- FAO, 1999.** Agriculture urbaine et périurbaine. Comité de l'agriculture. <http://ftp.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/x0076f.htm>. Téléchargé le 12 juin 2015.
- FAO, 2007.** Analyse de la filière maraichage au Burkina Faso. MAHRH, Module EASYPol 107, 127 p.
- FAO, 2009.** Aliments pour les Villes, [En ligne] URL : [www.fao.org/fcit/fcit-home/fr](http://www.fao.org/fcit/fcit-home/fr). Téléchargé le 30 mars 2016.
- FAO, 2010.** Cartographie des zones socio-rurales du Burkina Faso. Un outil d'aide à la planification pour la gestion de l'eau en agriculture. Projet Agricultural Water Management Solutions. Fondation Bill et Melinda Gates (BMGF), FAO, Rome, Italie, 70 p.
- FARDEAU J.C., 1996.** Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook, *Fert Rest* 45 : 91-100.
- FONTAINE A., 2009.** Diagnostic des exploitations maraîchères du projet GAMOUR. Master 2 en Génie Urbain et Environnement. Université de La Réunion, France, 63 p.
- FONTES J., GUINKO S., 1995.** Carte de la végétation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Projet campus. Ministère de la coopération française, France, 67 p.
- GONDA S. H., 2012.** Analyse diagnostic et typologie des exploitations maraîchères de la vallée de Toro commune rurale de Barmou (Département de Tahoua) au Niger. Diplôme d'études supérieures spécialisées. Spécialité : Protection de l'environnement et amélioration des systèmes agraires sahéliens. Université Abdou Moumouni de Niamey, Niamey, Niger, 58 p.
- GONROUDOBOU O. D., 1985.** Economie de la production maraîchère dans les quartiers périphériques de Porto-Novo, Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 115 p.

**GUEYE N. F. D., SY M., 2001.** La valorisation des eaux usées pour l'agriculture urbaine : l'exemple de Dakar, Nouakchott et Ouagadougou. Magazine Agriculture urbaine, 1, 3 : 32 p.

**HILLEBRAND W. F., LUNDELL G. E. F., BRIGHT H. A., HOFFMAN J. I., 1953.** Applied inorganic analysis, 200 ed. JOHN WILEY and SONS, INC., New York, USA, 1034p.

**ILLY L., BELLEM J., SANGARE N., KABORE M., 2007.** Contribution des cultures de saison sèche à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration de la sécurité alimentaire. CAPES (Centre d'Analyse des Politiques Economiques et Sociales), Burkina Faso, 120 p.

**INSD 2007.** Institut National de la Statistique et de la Démographie. Fichier des localités des Hauts-Bassins : analyse des conditions sociales et économiques des localités rurales. Région des Hauts-Bassins, Burkina Faso, 54 p.

**KABORE W. T., 2004.** Impacts de l'apport de déchets urbains solides non triés sur les potentialités agronomiques des sols : cas de l'agriculture périurbaine de Ouagadougou. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 100 p.

**KIBA D. I., 2012.** Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, péri-urbaine et rurale au Burkina Faso. Doctorat Unique en Développement Rural, Option : Systèmes de Production Végétale. Spécialité : Sciences du Sol. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 153 p.

**KIBA D.I., LOMPO F., COMPAORE E., RANDRIAMANANTSOA L., SEDOGO P. M., FROSSARD E., 2011.** A decade of non-sorted solid urban wastes inputs safely increases sorghum yield in peri-urban areas of Burkina Faso. Acta Agriculturae Scandinavica Section B. - Soil and Plant Science, 62 : 59-69.

**LOMPO F., 2009.** Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso, Thèse doctorat d'Etat en Sciences naturelles. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 254 p.

**LOMPO D. J. P., 2012.** Matter flows and balances in urban vegetable gardens of Bobo Dioulasso, Burkina Faso (West Africa). Thèse de doctorat. University of Kassel, Allemagne, 64 p.

**MAHRH, 2003.** Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique, et des ressources halieutiques. Stratégie Nationale de Développement Durable de l'Irrigation au Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso, 121 p.

**MAHRH, 2004.** Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques. Etude pour l'élaboration du plan de développement de la filière fruits et légumes. Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles (SP/CPSA). Rapport final adopté par l'atelier national les 27-28 janvier 2004, Ouagadougou, Burkina Faso, 134 p.

**MED, 2005.** Ministère de l'Economie et du Développement : Profil des Régions du Burkina Faso, 2 p.

**MJE, 2007.** Ministère de la jeunesse et de l'emploi : Etude sur les créneaux porteurs d'emploi ; Région des Hauts-Bassins, Burkina Faso, 124 p.

**MOUSTIER P., MOUMBELE M., HUAT J., 2004.** « La gestion concertée et durable des filières maraîchères urbaines ». Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone ; Enjeux, concepts et méthodes. CIRAD et CRDI, pp. 79-94.

**MOUGEOT L. J. A., MOUSTIER P., 2004.** Introduction générale au Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : Enjeux, concepts et méthodes, CIRAD, CRDI, pp. 11-21.

**NACRO H. B., SAWADOGO L. SANON D. 2006.** Etude exploratoire sur l'agriculture urbaine dans la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Institut Africain de Gestion Urbaine, Centre d'information sur l'agriculture et la sécurité alimentaire, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 73 p.

**ONDO J. A., 2011.** Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon (région de Libreville) : acidification et mobilité des éléments métalliques. Thèse de Doctorat, spécialité Sciences de l'Environnement Terrestre, École doctorale des Sciences de l'Environnement, Université de Provence, Provence, France, 304 p.

**OUATTARA S., 2014.** Diagnostic des pratiques de valorisation agronomique de substrats organiques dans la zone urbaine et périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Mémoire de Master en Productions Végétales, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 58 p.

**OUEDRAOGO A., 2008.** Facteurs de vulnérabilité et stratégies d'adaptation aux risques des maraichers urbains et périurbains dans les villes de Ouahigouya et de Koudougou. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option Sociologie et Economie Rurales, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 59 p.

**OUEDRAOGO K., 2004.** Soil quality improvement for crop in semi-arid West Africa. Tropical Resource Management Papers, N°51, Département of Environmental Sciences, Wageningen University and Research Center, The Netherlands, 193 p.

**OUEDRAOGO K. S., 1987.** « Etude des Systèmes de Production agricole du campement de culture de DOGONA et propositions d'amélioration (village de Djigouéma) ». INERA, Burkina Faso, 70 p.

**PNUD., 1999.** Stratégie nationale et plan d'action de gestion intégrée de la fertilité des sols. Ministère de l'Agriculture du Burkina Faso, 102 p.

**PREDOTOVA M., GEBAUER J., DIOGO, R.V.C., SCHLECHT E., BUERKERT A., 2010.** Emissions of ammonia, nitrous oxide and carbon dioxide from urban gardens in Niamey, Niger. Field Crops Res. 115 : 1-8.

**RETAILLEAU E., 1994.** Projets maraichers des ONG au Burkina Faso : Une évaluation économique. Mémoire de DESS « Analyse de projets industriels et agricoles », Université de Renne, Renne, France, 129 p.

**RGA, 2011.** Rapport général du module maraîchage. Bureau central de recensement général de l'agriculture. Phase 2 : RGA 2006-2010. Burkina Faso, 318 p.

**ROBINEAU O., 2014.** Vivre l'agriculture dans la ville africaine. Une géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Thèse de Doctorat en Géographie et Aménagement de l'Espace, Université Paul Valéry - Montpellier III, Montpellier, France, 289 p.

**SEDOGO M. P., 1993.** Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : Incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences du sol), Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire, 330 p.

**SOLTNER D., 2005.** Les bases de la production végétale. Tome I : Le sol et son amélioration, 24<sup>e</sup> édition, Collection Science et techniques agricoles, Poitier, France, 472 p.

**TERPEND M. N., 1982.** La filière haricot vert en Haute-Volta. Éd. Les dossiers faim, Paris, France, 69 p.

**TITTONELL P., VANLAUWE B., LEFFELAAR P.A., ROWE E.C., GILLER K.E., 2005.** Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya I. Heterogeneity at region and farm scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110, 149–165.

**TRAORE O., 2000.** Contribution à l'étude de développement de l'agriculture urbaine et périurbaine de la ville de Ouagadougou. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option Agronomie, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 110 p.

**VAN MALDER L., 2014.** Analyse des caractéristiques, contraintes et opportunités des producteurs maraichers à Bobo-Dioulasso. Master en Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Catholique de Louvain, Belgique, 54 p.

**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.

**YE L., 2007.** Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso. Diplôme d'Etudes Approfondies en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles. Spécialité : Systèmes de Production Végétale. Option : Science du Sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 48 p.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Coordonnées géographiques des exploitations prélevées

Milieu	Cod	Localité	Alt	Coordonnées géographiques	
Urbain	8	kuinima	450	N11°09'52''	W004°17'24''
	39	kuinima	447	N11°09'59''	W004°18'26''
	32	kuinima	465	N11°09'30''	W004°18'14''
	48	kuinima	457	N11°09'43''	W004°18'13''
	41	kuinima	463	N11°09'28''	W004°18'25''
	12	dogona	381	N11°13'05''	W004°17'27''
	14	dogona	389	N11°12'38''	W004°17'26''
	16	dogona	382	N11°12'49''	W004°17'29''
	43	dogona	379	N11°13'12''	W004°17'32''
	18	dogona	384	N11°12'32''	W004°17'26''
Semi urbain	81	bama	322	N11°21'57''	W004°23'37''
	24	bama	319	N11°22'13''	W004°23'35''
	74	bama	319	N11°22'12''	W004°23'37''
	92	bama	316	N11°21'00''	W004°23'51''
	45	samandeni	304	N11°28'28''	W004°28'19''
	37	samandeni	303	N11°28'25''	W004°28'25''
	21	samandeni	308	N11°28'29''	W004°28'16''
	64	samandeni	309	N11°28'32''	W004°28'15''
	75	samandeni			
Rural	29	nakaguana	296	N11°25'06''	W004°20'37''
	67	nakaguana	299	N11°25'49''	W004°20'59''
	60	nakaguana	299	N11°25'12''	W004°20'31''
	47	nakaguana	294	N11°25'02''	W004°20'41''
	70	nakaguana	304	N11°25'36''	W004°20'47''
	44	léguéma	356	N11°13'57''	W004°10'25''
	30	léguéma	354	N11°14.01''	W004°10'29''
	50	léguéma	354	N11°14.02''	W004°10'25''
	56	léguéma	351	N11°14'19''	W004°10'27''