

BURKINA FASO

UNITE: PROGRES JUSTICE

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE
BOBO-DIOULASSO
(U.P.B.)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
(C.N.R.S.T.)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT
RURAL
(I.D.R.)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
RECHERCHES AGRICOLES
(I.N.E.R.A.)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION: **AGRONOMIE**

Thème :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU POTENTIEL DE
DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE URBAINE ET
PERIURBAINE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU

DIRECTEUR DE MEMOIRE: Dr. SOME Salibo Jean Arsène

MAITRE DE STAGE : Dr. LOMPO François

Juin 2000

TRAORE Ousmane

REMERCIEMENTS

Nombreux sont ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce document qui est le couronnement de (03) trois années de formation. Merci à tous. J'adresse mes remerciements particulièrement :

- Aux professeurs de l'IDR
- Au Dr OUATTARA Badiori, chef du CREAM de Kamboinsé pour avoir accepté ma demande
- Au Dr LOMPO François, chef du département GRN/SP et maître de stage, j'exprime ma joie et ma très profonde gratitude pour avoir consacré son temps au suivi de mon travail malgré son programme très chargé et pour m'avoir accordé une attention particulière
- Au Dr SOME Salibo mon directeur de mémoire pour l'intérêt qu'il a accordé à mon travail et les conseils qu'il m'a prodigués
- Au personnel du CREAM pour sa bonne collaboration, notamment les chercheurs BONZI Moussa et YOUL Sansan qui m'ont guidé, OUEDRAOGO Lucien, KABORE Pascal, BONKOUNGOU Joachim, YANKANBARI Zakaria, BANDAOGO Adama, OUEDRAOGO Madi et leurs équipes respectives pour leur appui matériel. Monsieur KIENDREBEOGO Gervain et Mesdames BONZI, HIEN et PODA sont remerciés
- Aux sieurs ONADJA Jeremy DPA du Kadiogo et GUENE Ousséinou du CREPA et leur personnel pour leur collaboration
- Au Dr El Hadji Assimi SALAWU pour sa contribution dans la réalisation des tests respirométriques
- A Tanti Assita KONTOGOMDE pour le travail de mise en forme du document

Je n'oublie pas ma famille et mes amis

Enfin j'adresse mes remerciements aux producteurs des sites de recherche pour leur fructueuse collaboration et également à Monsieur BALIMA pour le travail de finition qu'est la reliure.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
SIGLES ET ABREVIATIONS	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES CARTES	7
RESUME	8
ABSTRACT	9
INTRODUCTION	10
PREMIERE PARTIE :	12
GENERALITES	12
CHAPITRE I : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	13
1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	13
1.2 LE CLIMAT	14
1.2.1 La pluviométrie	14
1.2.2 Les températures	15
1.3 HYDROGRAPHIE	16
1.4 LES SOLS	18
1.5 VÉGETATION	18
1.6 DÉMOGRAPHIE	19
1.6.1 L'état de la population	19
1.6.2 Mouvement de la population	19
CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	20
2.1 LES CONCEPTS	20
2.1.1 Concept d'agriculture (péri)urbaine	20
2.1.2 Le concept de déchets urbains	21
2.2 ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES DE L'AU À OUAGADOUGOU	22
2.2.1 Spécifications	24
2.2.2 Les acteurs du secteur de l'agriculture (péri)urbaine	24
2.3 LA GESTION DES DÉCHETS URBAINS SOLIDES À OUAGADOUGOU SITUATION	26
ACTUELLE	26
2.3.1 Production des déchets urbains solides de Ouagadougou	26
2.3.2 Gestion des déchets urbains solides	26
2.3.3 La collecte des déchets urbains solides	29
2.3.4 Valorisation des déchets urbains solides	32
CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODE	34
3.1 MATÉRIEL	34
3.1.1 Les sols	34
3.1.2 Les plantes	34
3.1.3 Les déchets urbains solides	34
3.1.4 Le compost d'ordures ménagères	35
3.2 MÉTHODES	35
3.2.1 Choix des sites	35
3.2.2 Évaluation participative des contraintes et potentialités de l'AU	35
3.2.3 Choix des producteurs	36
3.2.4 Échantillonnage	36

3.2.5 Les analyses de laboratoires	38
3.2.6. Les tests respirométriques.....	40
3.2.7 Analyses statistiques.....	42
DEUXIEME PARTIE :	43
RESULTATS – DISCUSSIONS	43
CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE PRODUCTION, IDENTIFICATION DES CONTRAINTES ET DES POTENTIALITES DE L'A.U.....	44
1.1 <u>CARACTÉRISATION DES SITES ET DE LEURS SYSTÈMES DE PRODUCTION</u>	44
1.1.1 <i>Caractérisation des sites</i>	44
1.1.2 <i>Caractérisation et analyse des systèmes de production.</i>	49
1.2 <u>CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS DES SITES</u>	64
1.2.1 <i>Le pH (eau) des sols</i>	64
1.2.2 <i>Teneur en Carbone total (C) (tableau 13)</i>	65
1.2.3 <i>Teneur en azote total (N) (tableau 14)</i>	65
1.2.4 <i>Le rapport C/N</i>	66
1.2.5 <i>Teneur en matière organique des sols</i>	66
1.2.6 <i>Teneur en phosphore total (P)</i>	67
1.2.7 <i>Teneur en phosphore assimilable.</i>	68
1.2.8 <i>Teneur en potassium total (K total)</i>	68
1.3 <u>POTENTIALITÉS ET CONTRAINTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AU DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU</u>	69
1.3.1 <i>Potentialités et contraintes du site de Boulmiougou</i>	69
1.3.2 <i>Potentialités et contraintes du Site de Kossodo</i>	70
1.3.3 <i>Potentialités et contraintes du site de Paspanga</i>	72
1.3.4 <i>Potentialités et contraintes du site de Kambomse</i>	73
1.4 <u>CONCLUSION</u>	73
CHAPITRE II : CARACTERISATION DES DECHETS URBAINS SOLIDES.....	75
2.1 <u>CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES DÉCHETS SOLIDES</u>	75
2.1.1 <i>Composition physique des déchets urbains solides (DUS)</i>	75
2.1.2 <i>Analyse de la composition physique des déchets urbains</i>	77
2.2 <u>CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DE LA FRACTION ORGANIQUE DES DÉCHETS URBAINS SOLIDES ET DU COMPOST</u>	79
2.2.1 <i>Teneur en éléments fertilisants</i>	80
2.2.2 <i>Teneur en métaux lourds</i>	82
2.3 <u>APTITUDE À LA BIODÉGRADATION DES DÉCHETS URBAINS SOLIDES ET DES COMPOSTS</u>	83
2.3.1 <i>Test de respirométrie :dégageant journalier de CO₂ (tableau N°25)</i>	83
2.3.2 <i>Test de respirométrie :productions cumulées de CO₂ (tableau N° 25, figure N° 4)</i>	84
2.3.3 <i>Test de respirométrie :évolution du taux de minéralisation complémentaire journalier et cumulé (tableau N°26)</i>	87
2.4 <u>CONCLUSION</u>	89
CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS	91
BIBLIOGRAPHIE.....	95
ANNEXES	99

SIGLES ET ABREVIATIONS

AU/PU	Agriculture Urbaine et Périurbaine
CAVAD :	Coordination des Coopératives d'Assainissement et de Valorisation des Déchets
CEGED :	Coordination des Entreprises Privées de Gestion des Déchets
CREPA :	Centre Régional de l'Eau Potable et de l'Assainissement
DP	Diagnostic participatif
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture
DSTM	Direction des Services Techniques Municipaux
DUS	Déchets Urbains Solides
EAST	Eau Agriculture et Santé en milieu Tropical
EIER	Ecole Inter-Etat des Ingénieurs de l'Equipement Rural
IAGU :	Institut Africain de Gestion Urbaine
INERA:	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
INSD :	Institut National des Statistiques et de la Démographie
ONASENE :	Office National des Services d'Entretien de Nettoyage et d'Embellissement
ONG	Organisations non Gouvernementales
PACVU :	Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaine
SOPAGRI	Société de représentation et de distribution des Produits chimiques à usage Agricole et domestique
SUH	Sous Unité Homogène
STM :	Services Techniques Municipaux
UCOBAM :	Union des Coopératives Agricoles et Maraîchères du Burkina

LISTE DES TABLEAUX

N°	Tableau	Page
01	Situation des cultures maraîchères dans la province du Kadiogo	24
02	Moyens matériels des principales entreprises de collecte de déchets	30
03	Caractéristiques générales des sites	48
04	Prix et origine des intrants à Boulmiougou	51
05	Prix des produits à Boulmiougou	52
06	Origine et prix des intrants à Kossodo	56
07	Prix des produits à Kossodo	57
08	Prix et origine des intrants et fumure à Paspanga	59
09	Prix des produits à Paspanga	60
10	Prix et origine des intrants à Kamboinsé	63
11	Prix de vente des produits agricoles à Kamboinsé	63
12	Caractéristiques chimiques des sols des sites (horizon 0-20)	64
13	Relation teneur en carbone total et appréciation du sol	65
14	Teneur en azote total et richesse du sol	65
15	Appréciation des sols selon le rapport C/N	66
16	Matière organique totale et richesse du sol	67
17	Teneur en phosphore total et richesse du sol	67
18	Teneur en phosphore assimilable et richesse du sol	68
19	Qualité des eaux d'irrigation à Kossodo	71
20	Composition physique (pondérale et centésimale) des DUS	76
21	Composition chimique des composts et DUS	80
22	Conditions physico-chimiques des substrats pour un bon compostage	81
23	Teneur (mg/kg) en métaux lourds des composts et DUS	82
24	Limites maximales des teneurs en métaux lourds au Pays Bas	82
25	Test de respirométrie, dégagement journalier et cumulé de CO ₂	85
26	Test de respirométrie ; TMC journalier et cumulé	88

LISTE DES FIGURES

N°	Figure	Page
01	Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle à Ouagadougou de 1968 à 1997	14
02	Evolution des températures moyennes mensuelles à Ouagadougou	15
03	Evolution des températures moyennes annuelles à Ouagadougou de 1960 à 1992	16
04	Test respirométrique ; Dégagement cumulé de CO ₂	86

LISTE DES CARTES

N°	Cartes	Pages
01	Réseau hydrographique de Ouagadougou	17
02	Zones d'agriculture urbaines et péri-urbaines de Ouagadougou	23
03	Zones d'étude et sites de recherche	45

RESUME

La contribution au développement de l'agriculture urbaine et périurbaine et la gestion des déchets urbains solides ont fait l'objet de notre étude. L'agriculture urbaine et périurbaine est une activité qui contribue de manière significative à la sécurité alimentaire des populations des villes. Elle participe à l'amélioration du cadre de vie par la valorisation des déchets urbains dont la gestion adéquate est l'une des préoccupations majeures des autorités municipales.

A partir d'un diagnostic participatif, les potentialités et contraintes majeures au développement du secteur de l'agriculture (péri)urbaine ont été identifiées. Ainsi ce type d'activités, malgré des débouchés assurés connaît des problèmes de qualité de terre, de sécurité foncière, de qualité d'eau, d'encadrement des producteurs par les services techniques.

Le secteur de la gestion des déchets connaît une évolution vers une structuration. Cette structuration est catalysée par la municipalité et par de nombreux projets et ONG. La valeur agronomique de ces déchets (teneurs en éléments fertilisants, aptitude à la biodégradation) a été mise en évidence à travers des analyses de laboratoire et un test respirométrique. Cette valeur agronomique est variable.

Mots clés : Agriculture (péri)urbaine, déchets urbains solides, valeur agronomique.

ABSTRACT

The Theme of our Thesis is the contribution of urban and peri-urban agriculture to the development and the management of urban solid wastes.

The urban and peri-urban agriculture is an activity that participates significantly to food security of urban population. It contributes to the improvement of the environment by the increase of the value of urban wastes whose management is the main preoccupation of the municipal authorities.

The potentialities and major constraints to the development of peri-urban agriculture sector have been identified on the basis of a profit-sharing diagnosis. So, in spite of the exit insured, this type of activity meets problems of quality of the ground, landed security, quality of water, supervision of the growers by Technical services.

The sector of the management of wastes is moving to a structuring status. This structuring is catalysed by the municipality and many projects and NGO (non governmental organisations). The agronomic value of these wastes (degree of fertilising elements, aptitude to the biodegradation) has been placed in a prominent position though laboratory analysis and a " *respirometric* " test. This agronomic value is variable.

Key words : Peri-urban agriculture, solid urban waste, agronomic value.

INTRODUCTION

L'agriculture Burkinabé est caractérisée entre autre par sa faible productivité liée d'une part à la pauvreté naturelle des sols et d'autre part aux pratiques agricoles des producteurs. Les principales contraintes au développement du secteur agricole sont les suivantes :

- les contraintes physiques
- les contraintes socioéconomiques
- les contraintes institutionnelles

Dans un tel contexte, la sécurité alimentaire des populations rurales et urbaines n'est pas assurée. C'est également dans un tel contexte que des stratégies telles que l'exode rural vers les centres urbains sont développées.

Cet exode rural explique en grande partie l'urbanisation croissante observée ces dernières années ainsi que le développement de secteur de l'agriculture urbaine.

Ce secteur est caractérisé par les cultures maraîchères à l'intérieur de la ville et le long des marigots qui drainent la ville et céréalières en périphérie. Il constitue un complément à l'agriculture rurale. Il occupe une place importante dans l'approvisionnement des populations de la ville de Ouagadougou en produits agricoles et contribue ainsi à leur sécurité alimentaire.

Ce secteur longtemps marginalisé par les services techniques de l'agriculture, négligé sur le plan politique et même découragé par les autorités locales, prend aujourd'hui des dimensions de plus en plus importantes au niveau national à tel point que l'amélioration de ses performances doit être une préoccupation nationale.

Tout comme l'agriculture rurale l'AU et périurbaine est confrontée :

- à l'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies,
- à la pauvreté des sols
- à la difficulté d'accès à la terre
- à la difficulté d'accès aux intrants
- aux problèmes de commercialisation
- aux problèmes de conservation et de transformation des produits.

Pour contribuer à la résolution d'un certain nombre de ces problèmes, la valorisation des déchets urbains liquides et solides semble être exploitable.

Le développement de grands centres africains associé à une certaine industrialisation croissante, engendrent une production de plus en plus importante de déchets. Ces déchets ont des impacts négatifs sur l'environnement et le cadre de vie. Leur gestion est d'ailleurs une préoccupation de nombreux acteurs dont les autorités municipales, les Ong, les projets de développement, les écologistes etc. Les déchets urbains solides de Ouagadougou sont fortement utilisés dans l'agriculture périurbaine, ils pourraient constituer un potentiel pour le développement de ce secteur. Ce développement passe par l'identification des contraintes et des potentialités existantes à exploiter. Ce qui permettrait de définir les axes d'intervention et la stratégie pour lever ces contraintes et profiter des potentialités offertes. C'est sur cet aspect que porte notre étude qui se subdivise en deux parties. La première partie : les généralités, présente le milieu d'étude, fait une synthèse des travaux antérieurs à travers une revue de bibliographie et présente le matériel et la méthode d'étude. La seconde partie présente les résultats et aborde la discussion. Elle porte sur :

- la caractérisation des systèmes de production du secteur de l'agriculture (péri) urbaine, sur l'identification des contraintes et des potentialités de l'AU dans la ville de Ouagadougou
- la caractérisation physique et chimique des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou et leur aptitude à la biodégradation.

PREMIERE PARTIE :
GENERALITES

CHAPITRE I : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

1.1 Situation géographique

La capitale politique du Burkina Faso en plein cœur du pays est située entre les parallèles 12°30 et 12°25 de latitude Nord et méridiens 1°27 et 1°35 de longitude ouest. Elle est au croisement d'axes routiers importants qui sont : l'axe nord-sud qui conduit à la Côte d'Ivoire, l'axe Est-Ouest reliant le Niger au Mali, l'axe Centre-sud la relie avec le Ghana.

La Commune de Ouagadougou , la capitale, se subdivise en 30 secteurs et 17 villages rattachés. Ces secteurs et villages sont regroupés dans 5 arrondissements qui sont : Baskuy, Bogodogo, Boulmiougou, Nongremasson et Sig-Noghin. L'arrondissement de Baskuy comprend les secteurs centraux. Les quatre autres arrondissements comprennent les secteurs périphériques et les 17 villages rattachés.

La ville est située sur un plateau à une altitude d'environ 300 m. La commune comprend des services municipaux dont les Services Techniques Municipaux (STM) chargés de la gestion des déchets urbains. Cette commune couvre une superficie de 21750 ha y compris les périphéries dont 3135 ha de superficie agricole dispersés tant autour des barrages, dans les quartiers périphériques que dans la zone prévue pour le projet "OUAGA 2000" (DEYOKO et al. 1993).

1.2 Le climat

1.2.1 La pluviométrie

La Commune est dans la zone soudano-sahélienne selon le découpage climatique du Burkina fait par GUINKO en 1984 (BILGO, 1992). Les pluies vont de juin en octobre soit 5 mois de saison de pluies avec des pointes en août – septembre. Cette pluviométrie est très variable dans le temps et dans l'espace. La figure N°1 illustre la variation de la pluviométrie dans le temps. On observe une tendance à la baisse ce qui explique les manques d'eau dont les besoins se diversifient et croissent vertigineusement.

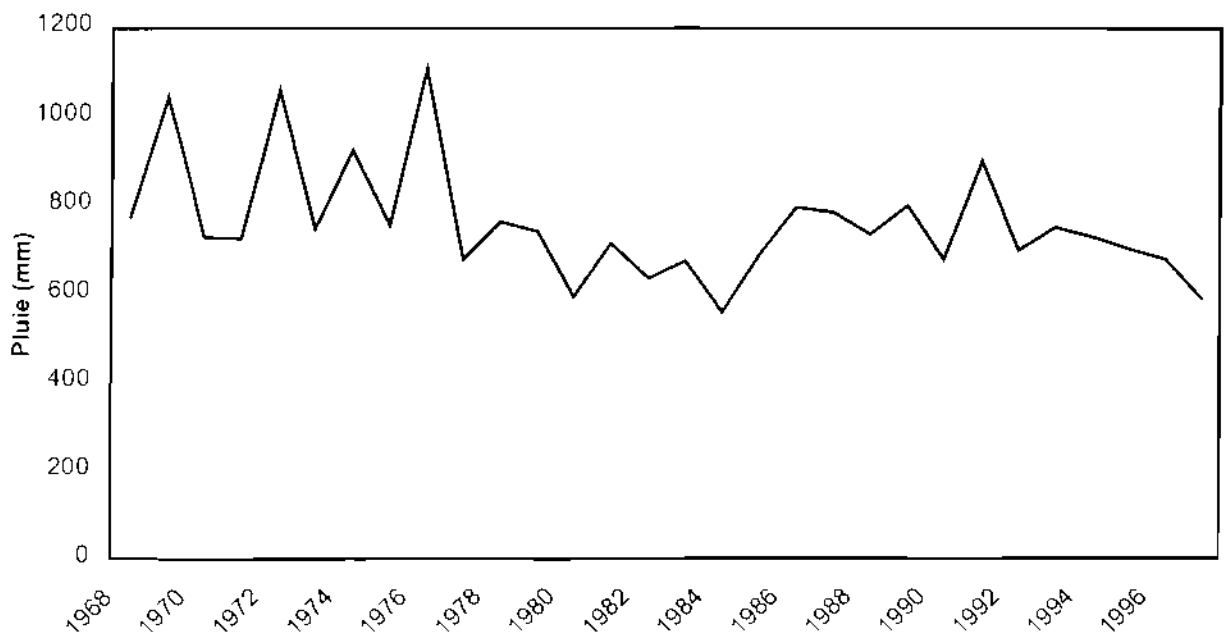


Figure n°1 : Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle à Ouagadougou de 1968 à 1997.

1.2.2 Les températures

Ouagadougou connaît des températures assez élevées avec deux maxima : l'un en novembre et l'autre en avril. En novembre l'évaporation est intense, mais les maxima restent faibles par rapport à ceux d'avril à cause de l'humidité qui subsiste encore (figures N°2 et N°3).

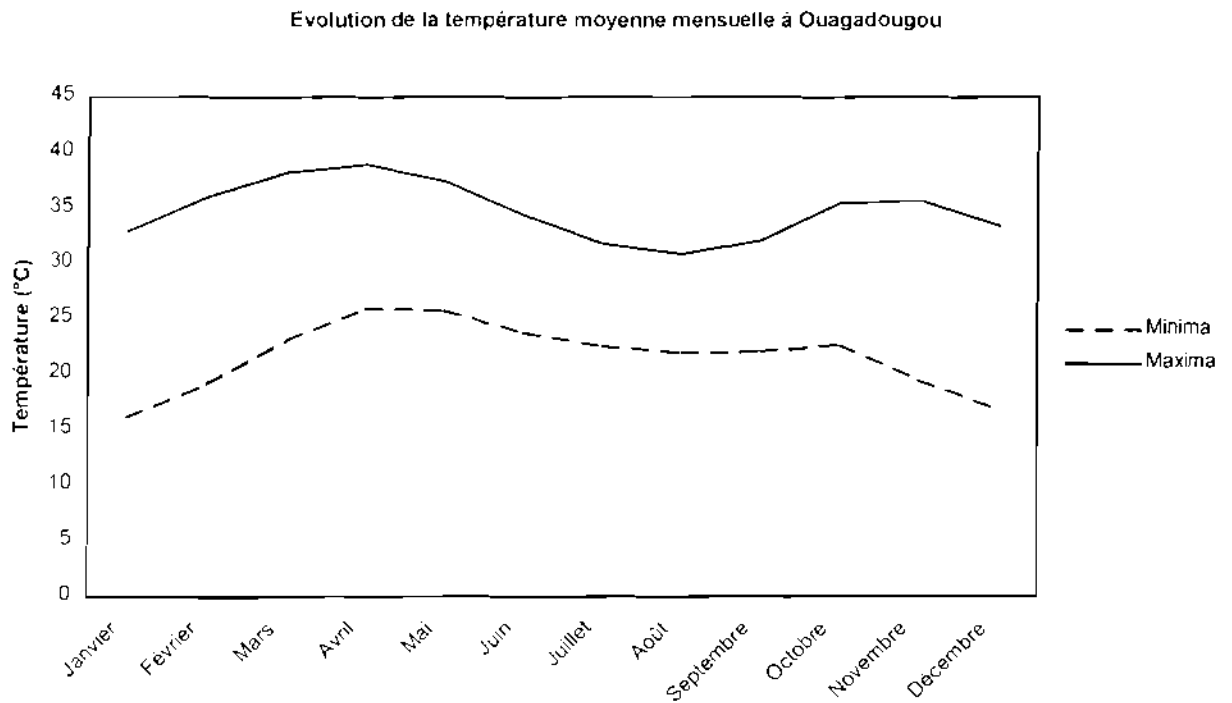


Figure N°2 : Evolution des températures moyennes mensuelles à Ouagadougou.

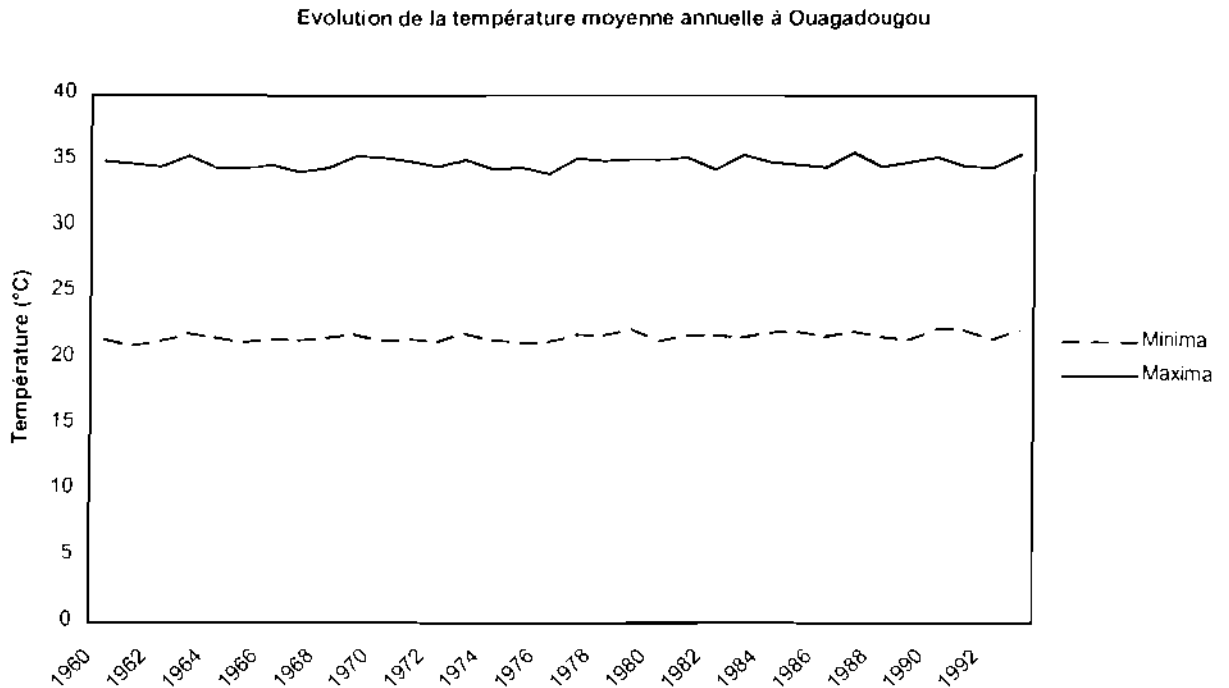
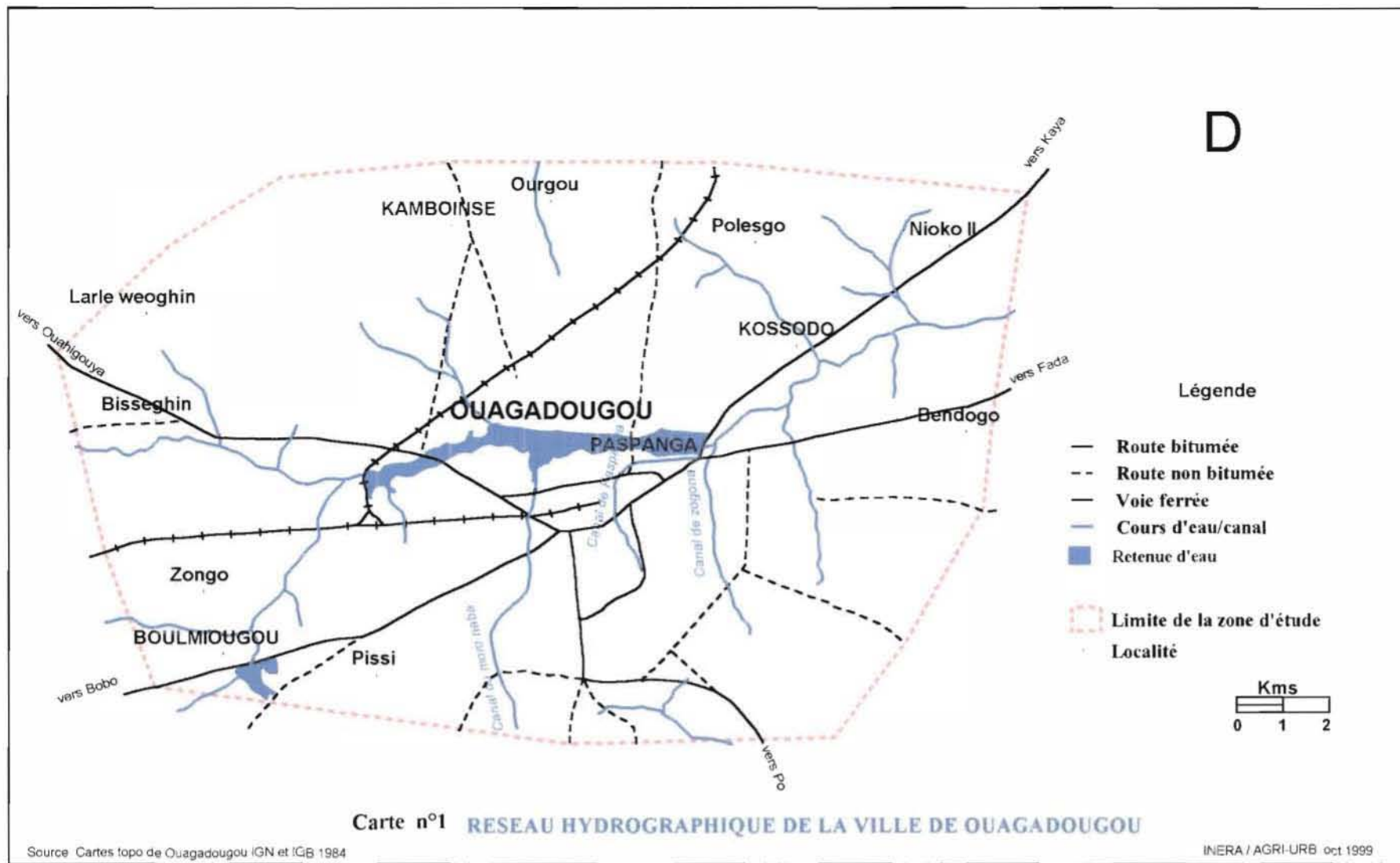


Figure N°3 : Evolution des températures moyennes annuelles de Ouagadougou de 1960 à 1992.

1.3 Hydrographie

La ville de Ouagadougou est située dans le bassin du Massili. Elle est couverte d'un réseau hydrographique assez dense. Les marigots qui drainent la ville sont : le marigot « Boulmiougou » déversant dans les barrages de la ville, les marigots du Moro-Naba ou Kadiogo, de Paspanga, de Zogona, et de Wentenga lui sont associés sur la rive droite. Sur la rive gauche il y a le marigot de Tanghin, et celui de Kossodo qui drainent la partie nord de la ville. Deux autres marigots drainent les eaux d'une partie du secteur 28 et d'une partie des secteurs 15 et 30 (voir carte N° 1). Ces marigots sont des sites pour l'agriculture urbaine.



Légende

- Route bitumée
- - - Route non bitumée
- Voie ferrée
- Cours d'eau/canal
- Retenue d'eau

- Limite de la zone d'étude
- Localité

Kms
0 1 2

Carte n°1 RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU

Source Cartes topo de Ouagadougou IGN et IGB 1984

INERA / AGRI-URB oct 1999

1.4 Les sols

Les études menées dans le cadre du schéma directeur d'aménagement du « Grand Ouaga » (horizon 2010) (NOMBRE et al.1997), distinguent quatre types de sols dans la ville de Ouagadougou :

- Les sols ferrugineux lessivés qui se sont développés sur des matériaux d'altération kaolinique de roches granitiques. Leurs qualités chimiques sont faibles : carence en phosphore, en magnésium et en calcium.
- Les sols minéraux bruts correspondant aux cuirasses en affleurement.
- Les sols hydromorphes se localisant aux abords des barrages et des marigots. Ils ont une faible capacité de gonflement.
- Les solnetz qui sont des sols halomorphes dont la genèse est liée à la présence du chlorure de sodium géologique.

1.5 Végétation

Selon NOMBRE et al. (1997), la végétation dans le « Grand Ouaga » à l'intérieur duquel se trouve la zone d'étude, est caractérisée par la prédominance des formations ouvertes (savanes) avec un tapis herbacé plus ou moins continu. Ces savanes se répartiraient sensiblement par bandes orientées Ouest-Est, présentant une dégradation au fur et à mesure que l'on s'achemine vers le Nord.

Divers facteurs tels que le type de sol, la présence d'humidité, les activités humaines, etc. entraînent des variations dans la composition et la répartition des formations végétales.

L'impact des populations (défrichage, prélèvement de bois, pâturage, sylviculture, etc.) a entraîné des dégradations importantes transformant de manière sensible la végétation naturelle en végétation artificielle où l'on remarque des vergers, la ceinture verte où sont plantées des essences exotiques telles que *Neem*, *Eucalyptus camaldulensis*, etc.

1.6 Démographie

1.6.1 L'état de la population

En 1985 la population urbaine occupait une portion de 12,7% de la population nationale qui était de 7 964 705 habitants. Elle évolue à 14% en 1991 et selon les statistiques de l'INSD, elle atteindra 24% en 2010 (document du projet). La capitale a en effet connu une extension spatiale exceptionnelle ces vingt dernières années qui est en corrélation avec sa croissance démographique. Selon l'étude technique de faisabilité de la réhabilitation des décharges de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso menée par BURGEAP (1998), il ressort qu'en première approximation, entre 1970 et 1995 Ouagadougou est passé d'une superficie de 2 200 ha à 21 000 ha absorbant dans le périmètre urbain loti une couronne de 6km environ. Aujourd'hui, la population de la commune de Ouagadougou se chiffre à environ 1000000 habitants (Guide de la ville de Ouagadougou édit. 1998).

1.6.2 Mouvement de la population

Selon IAGU (1988), la population des villes de l'Afrique subsaharienne a plus que doublé de 1960 à nos jours. La population urbaine représente 25% pour le Burkina Faso. Dans les décennies à venir cette démographie galopante semble être une caractéristique majeure des pays africains où le Burkina Faso atteint un taux de croissance de 9,8% qui est un accroissement rapide, sans comparaison avec l'accroissement naturel dont le niveau maximum dépasse rarement le taux de 3,5%. Le reste de la population proviendrait de l'exode rural. En effet l'accroissement exceptionnel de la population est le fait d'une mobilité spatiale des individus, attirés par les fonctions de la ville.

Cette extension et croissance démographique ne sont pas sans influence sur la production des déchets urbains et sur la demande alimentaire en quantité et en qualité. Ce qui explique l'intérêt du développement du secteur de l'agriculture urbaine qui pourrait apporter un complément alimentaire en quantité et en qualité et le développement d'un cadre de vie agréable par la mise en œuvre d'une stratégie de gestion adéquate des déchets urbains.

CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 Les concepts

2.1.1 Concept d'agriculture (péri)urbaine

L'agriculture urbaine est tout aussi vieille que l'histoire des villes. L'urbanisation croissante de la population est une réalité.

En effet, l'urbanisation rapide que connaît l'Afrique en particulier, la situation économique difficile, la baisse de la production vivrière, les difficultés de ravitaillement des villes, les sécheresses répétées, le sous-emploi urbain et le chômage sont autant de facteurs qui ont amené une frange importante de citoyens à inventer de nouvelles solutions pour assurer sa survie.

L'agriculture urbaine pourrait se définir comme étant l'ensemble des activités agricoles (maraîchage, petit élevage, etc.) réalisées dans des espaces ou le long des cours d'eau traversant les villages et dans les zones périurbaines. Cette agriculture spécifique, produit selon les besoins des consommateurs citadins. Elle dispose d'un marché sûr et constitue une importante source de revenus pour les producteurs. Sur le plan social, l'agriculture urbaine contribue au bien être de nombreuses familles citadines et elle s'impose de plus en plus comme une réalité omniprésente dans l'environnement sahélien (Document de Projet de recherche, 1996).

Le concept de l'agriculture urbaine et périurbaine est variable.

Olanrewaju (1999), présente comme marque de référence de l'agriculture urbaine l'ensemble des activités d'élevage de troupeaux, de gestion de la forêt et d'élevage de poissons dans l'idée d'améliorer l'alimentation des secteurs peuplés.

Il présente les tendances de l'agriculture urbaine comme étant l'intensification, la monétarisation, la spécialisation en terme de spéculations périssables à forte valeur ajoutée par hectare.

Tenant compte du vaste domaine de l'agriculture urbaine et périurbaine, notre étude va porter seulement sur les activités de production végétale (cultures maraîchères et céréalières).

2.1.2 Le concept de déchets urbains

On distingue plusieurs définitions du terme déchets suivant les auteurs.

Selon le code de l'environnement du Burkina Faso (Ministère de l'Environnement et de l'Eau du Burkina Faso, 1997), les déchets urbains sont les détritiques solides, liquides ou gazeux en provenance des maisons d'habitation et assimilés, des immeubles, des salles de spectacles, de restauration et de tout autre établissement recevant du public.

Maystre et al. (1994), donne les définitions économique, juridique, matérielle, environnementale et systémique suivantes aux déchets :

- Définition économique :

Un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative, pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné.

- Définition juridique suivant une conception subjective et une objective.

Selon la conception subjective, un bien ne peut devenir un déchet que si son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser.

Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la santé publique et de l'environnement indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien.

Pour MUSTIN (1987), au sens de la loi du 15 juillet 1975 le déchet est le résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation ; c'est aussi toute substance, matériau ou produit ou, plus généralement tout objet abandonné ou que son usage destine à l'abandon.

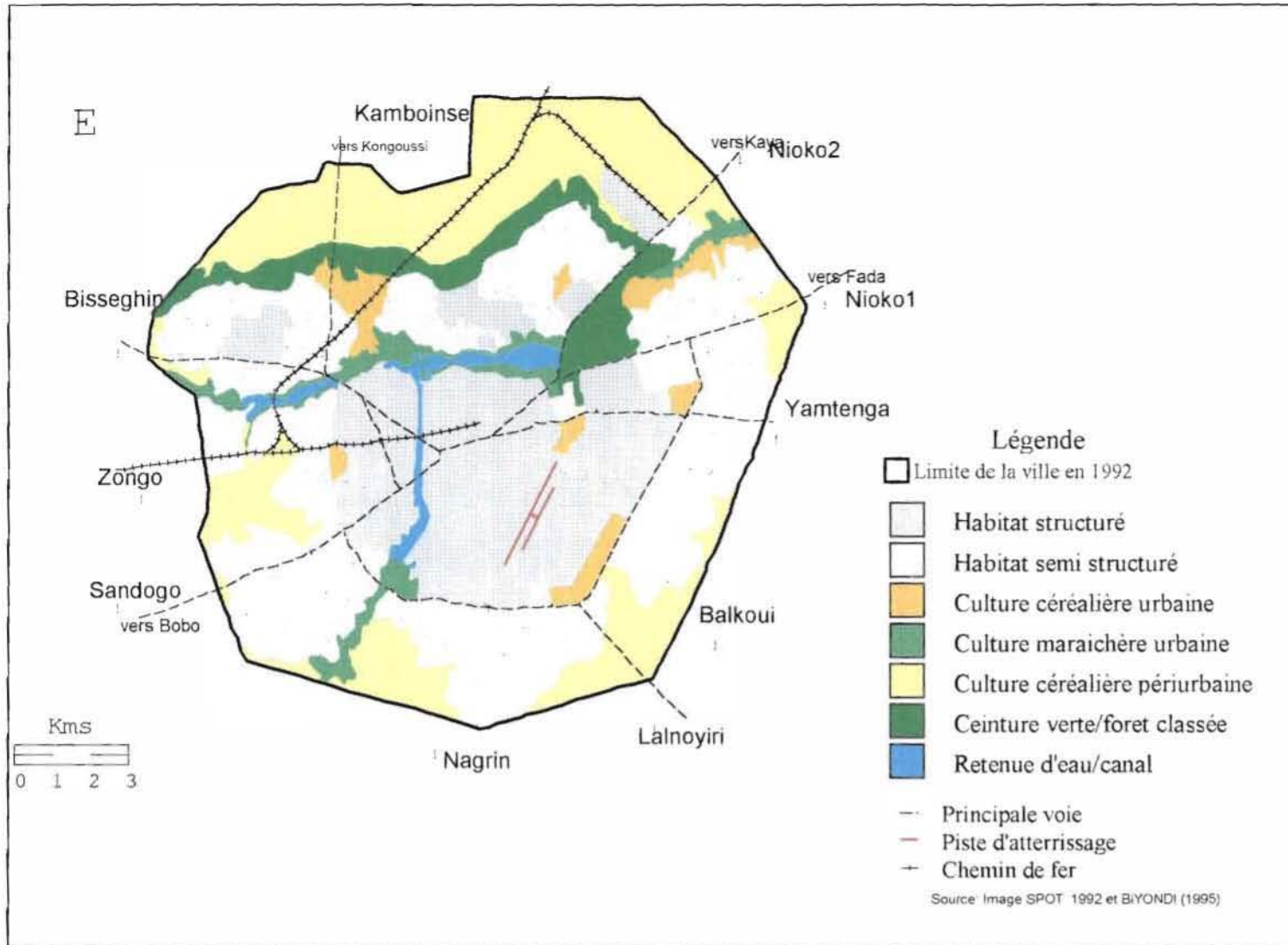
Pour Maystre et al. (1994), on appelle valorisation d'un déchet :

- toute action qui permet de trouver un nouvel usage à la matière qui le compose
- toute action qui permet de trouver un nouvel usage à l'objet
- toute action qui permet à un déchet de redevenir utile à d'autres.

2.2 Etat actuel des connaissances de l'AU à Ouagadougou

En milieu rural burkinabé l'agriculture autour des cases est une tradition. Au fur et à mesure que le village se développe, les champs sont repoussés à la périphérie par les habitations. Cette agriculture dans le village ou aux alentours des cases s'est toujours accompagnée de l'utilisation des ordures ménagères comme amendements organiques. Ainsi l'agriculture urbaine et périurbaine et la valorisation agricole des déchets urbains pourrait être considérée comme la continuation du processus des champs de cases à une plus grande échelle du fait de l'urbanisation.

Selon la Stratégie d'aménagement du « Grand Ouaga » (DEYOKO et al., 1993), la commune de Ouagadougou dispose de 3135 Ha de terre agricole à l'intérieur desquels CISSE (1997), dénombre, courant 1995-1996, 48 sites maraîchers permanents ou non. Ce maraîchage se pratique le long des cours d'eau, aux abords des retenues d'eau, sur les espaces libres dans les domaines privés et publics mais aussi autour des rejets d'eaux usées (unités industrielles de Kossodo , canal central d'évacuation des eaux usées de la ville, etc.). Ces zones sont représentées dans la carte N°2. Autour de cette activité spécifique de maraîchage, se sont développés des réseaux et marchés de commercialisation de fruits et légumes créant ainsi des emplois pour les femmes et d'autres personnes dans le circuit ce qui n'est pas sans impact sur l'économie de la commune.



Carte N°2 : Zone d'agriculture urbaine et péri-urbaine de Ouagadougou

2.2.1 Spéculations

Deux cas se présentent : les cultures pluviales strictes et les cultures maraîchères. Ces dernières sont destinées à la commercialisation. Quelques données recueillies des enquêtes maraîchères de 1996-1997 présentent la situation suivante pour la province du Kadiogo (tableau N°1).

Tableau N°1 : Situation des cultures maraîchères dans la province du Kadiogo

Spéculations	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendements (T/Ha)
Salade	38,42	521,84	14
Chou	23,30	703,84	30
Carotte	11,87	150,18	13
Aubergine indigène	2,40	62,74	26
Tomate	1,25	22,19	18
Fraise	4,59	13,56	3
Gombo	1,23	15,40	12

SOURCE : Direction des Statistiques Agropastorales Ministère de l'Agriculture campagne 1996-1997.

Les cultures pluviales sont destinées à l'autoconsommation. Ce sont les céréales (sorgho, mil, maïs) et les oléoprotéagineux (niébé, arachide). Les superficies et les rendements au niveau urbain et périurbain demeurent de nos jours non répertoriés.

2.2.2 Les acteurs du secteur de l'agriculture (péri)urbaine

Plusieurs acteurs sont impliqués dans le secteur de l'agriculture (péri)urbaine à Ouagadougou. On distingue les acteurs directs et les acteurs indirects.

Les acteurs directs sont les producteurs et productrices eux-mêmes provenant de toutes les catégories socioprofessionnelles : les agriculteurs et agricultrices, les fonctionnaires à la retraite ou en activité, les casernes, les congrégations religieuses, etc. Les autres acteurs considérés comme indirects peuvent être subdivisés en deux groupes : les services étatiques, les institutions régionales et internationales, les structures privées qui jouent un rôle d'appui à la promotion de l'activité et le groupe des partenaires dont les actions sont d'intérêt économique.

Il s'agit pour le premier groupe des services d'agriculture, de l'élevage, de l'environnement, de la santé, de l'université, de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, de la mairie, les ONG, etc. Le second groupe comprend les acteurs qui entretiennent des échanges socioéconomiques avec les producteurs. On retrouve : les commerçants (fournisseurs et clients), les artisans, les propriétaires terriens, les consommateurs, etc.

2.3 La gestion des déchets urbains solides à Ouagadougou situation actuelle

2.3.1 Production des déchets urbains solides de Ouagadougou Origines

Les déchets urbains solides de la ville proviennent : des ménages, des hôtels, des restaurants, des collectivités (prisons, marchés, casernes...), des services, du balayage des rues, du curage des caniveaux, des industries, du commerce, du secteur informel, des salles de spectacle, écoles, etc.

Quantités

De nombreuses études menées sur les déchets urbains de Ouagadougou ont tenté une quantification des productions. Les résultats proviennent de l'extrapolation des données de la voirie (BILGO, 1992 ; CLERC, 1996) ou de la production individuelle moyenne par habitant et par jour tirée d'une classification des habitats par standing de vie (BURGEP, 1998 ; DESSAU-SOPRIN, 1999).

Ces méthodes présentent des limites quant aux poids des déchets évacués, qui du reste ne le sont d'ailleurs pas tous et aux informations sur la population par standing de vie dont certains paramètres ne reflètent pas le niveau de vie. Ainsi faute de données précises sur la production de déchets solides municipaux de Ouagadougou, nous retenons la moyenne de production de 300000 tonnes /an de déchets dans la ville, considérée par l'étude sur la stratégie de gestion durable des déchets dans la capitale.

2.3.2. Gestion des déchets urbains solides

Il existe un cadre institutionnel (lois, décrets et arrêtés) qui régleme la gestion des déchets urbains solides au Burkina Faso. Il s'agit entre autre de :

- La loi N° 005 /97/ADP du 30 janvier 1997 portant code de l'environnement au Burkina Faso.
- Le décret N° 98-323/PRES/PM/MEE/MATS/MHIU/MS/MTI du 28 juillet 1998 portant réglementation de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains.

Les acteurs et leurs rôles dans la gestion des déchets urbains solides

Différentes catégories d'acteurs participent à la gestion des déchets urbains solides.

L'Etat intervient dans la gestion des déchets des villes par l'élaboration des textes, leur application, la création de structures et infrastructures d'assainissement, de collecte, de traitement à travers les ministères suivants :

- ministère de l'environnement et de l'eau ;
- ministère de la santé ;
- ministère des infrastructures, de l'habitat et de l'urbanisme ;
- ministère de l'administration territoriale ;

a) La municipalité.

La municipalité de Ouagadougou à travers la DSTM (Direction des Services Techniques Municipaux) est chargée de la collecte, de l'évacuation et du traitement des déchets de la ville de Ouagadougou. A cet effet elle dispose de ressources humaines, matérielles et financières qui se présentent comme suit :

- Ressources humaines :

Le service voirie et salubrité publique comprend :

- 1 ingénieur génie civil
- 1 adjoint technique
- 4 surveillants
- 40 agents d'exécution (chauffeurs et manœuvres confondus)
- 600 femmes (personnel occasionnel) chargées du balayage des rues.

- Les ressources matérielles

Les services techniques municipaux de Ouagadougou disposent des équipements suivants :

- 2 bulldozers
- 2 niveleuses
- 2 compacteurs vibrants type V4
- 2 excavatrices
- 2 chargeuses sur pneus
- 3 citernes à eau de 10 m³

- 8 camions lèves-containers
 - 131 bacs containers de 7 m³ et 4 de 5m³
 - 8 camions benne
 - 5 bennes tasseuses de grande capacité
 - 1 camion grue
 - 1 tracteur remorque
 - 2 camionnettes (camions pick-up) et une mobylette utilisée comme véhicule de liaison, de suivi et de reconnaissance
 - 1 lot de pièces détachées, de l'outillage et des tenues de travail.
- Les ressources financières

Le financement est assuré par le budget communal, la coopération décentralisée et les partenaires. Le montant annuel est très variable.

Face à une si importante quantité de déchets produits annuellement dans la ville, la municipalité est vite débordée et voit son efficacité réduite, seule contre l'insalubrité. C'est alors que la participation d'autres structures dans la filière s'impose.

b) Les privés et les associations

Le secteur privé est apparu au début des années 1990. Aujourd'hui on compte 12 micro – entreprises dont la plupart sont regroupées au sein de la coordination des entreprises privées de gestion des déchets (CEGED) avec pour tâches essentielles la collecte et le transport des ordures ménagères et assimilées vers des décharges intermédiaires.

A côté de ces entreprises, existe un secteur associatif né à partir d'une expérience pilote de fabrication de compost, lancée par le CREPA et l'AGU en 1993 au secteur 10 de Ouagadougou. Aujourd'hui on compte un peu plus de 10 associations regroupées au sein de la coordination des coopératives pour l'assainissement et la valorisation des déchets (CAVAD). Elles interviennent dans 10 quartiers périphériques pour la collecte et le compostage des déchets urbains solides.

c) Les institutions et ONG

Le CREPA joue un rôle important dans la gestion des déchets urbains solides par le développement d'initiatives en matière de création et de promotion de structures, d'appui conseil, de formation, de conception d'outils de gestion de ramassage, de valorisation des déchets.

L'ONG EAST (Eau, Agriculture et Santé en milieu Tropical) organise les associations œuvrant dans la pré-collecte et la collecte des ordures, la construction des sites de transfert.

2.3.3. La collecte des déchets urbains solides

La responsabilité de la collecte des déchets urbains a connu des mouvements entre la municipalité et les entreprises privées. Aujourd'hui elle est assurée par : la municipalité, les micro-projets, les associations de quartiers et les informels.

Le parc d'équipement du service de la voirie pour la gestion des déchets urbains solides ne couvre que 80% des besoins du seul arrondissement de Baskuy :secteur 1 à 12 ce qui explique combien le problème d'évacuation des déchets urbains solides reste important quand on sait les moyens limités des partenaires pour la collecte et l'évacuation. Les données recueillies sur les moyens matériels des privés se présentent comme suit (tableau N° 2) :

Tableau N° 2 : Moyens matériels des principales entreprises de collecte des déchets

Nom / Raison sociale	Matériel	Nombre d'abonnés
Entreprise de collecte et de valorisation des ordures du Burkina (ECOVOB)	5 tracteurs YAMMAR	1010
Entreprise de collecte de recyclage des ordures et de nettoyage du Faso (ECONFA)	8 tracteurs	2045
Wend Yam	1 tracteur (location)	380
Agence de nettoyage et d'aménagement	1 tracteur 1 bâchée	ND
Compaoré Moussa Moumouni	2 tracteurs	632
Faso propre	2 tracteurs (location)	1785
SEPROSEC	2 tracteurs 2 bâchées 1 benne	491
SENDES	1 tracteur 1 bâchée 1 benne	750
Enviro-Service	2 bâchées	780
Entretien-Travaux-Embellissement (ETE)	7 charrettes aménagées avec ridelles	1720

ND : Non disponible

Source : BAYILI et al., 1999

a) Systèmes de collecte

Le système de collecte mis en œuvre est classé en 3 catégories : le système de lève-containers, la collecte de porte à porte et le ramassage des tas au sol.

- La collecte par containers concerne le seul arrondissement de Baskuy où sont déposés les containers. La collecte est assurée par les services de la commune qui lèvent les containers 2 fois par semaine ;
- Le porte à porte assuré par les trois acteurs à la fois : la municipalité par l'intermédiaire des bennes tasseuses, le privé et l'informel. Ce système est appliqué chez les abonnés disséminés dans les différents secteurs équipés en poubelles. L'opération s'effectue suivant un contrat mensuel d'un montant de 500 à 1 000 F CFA pour les ménages et de 1000 à 3 000 F CFA pour les services ;
- le ramassage des tas au sol, réalisé par les engins de la commune, concerne les arrondissements périphériques ne disposant pas de containers et où les ordures sont déversées sur des dépôts intermédiaires. Il en est de même des postes de transfert aménagés de certaines associations qui y stockent les déchets en attendant le passage des services de la commune.

Toutes ces ordures devraient avoir pour destination officielle les décharges "autorisées" au nombre de cinq (05)

- Décharge route de Léo,
- Décharge route de Ouahigouya,
- Décharge Somgandé champ de tir,
- Décharge Somgandé clinique notre Dame de la Paix,
- Décharge de Pissi.

De l'historique de ces décharges il apparaît qu'aucune n'a été officiellement déclarée ou aménagée. On a profité de leur état d'excavation après y avoir prélevé de la terre pour la réhabilitation de routes ou construction de maisons, pour en faire des décharges. Ainsi l'inexistence de décharges contrôlées à Ouagadougou fait que ces cinq décharges anarchiquement créées et les dépotoirs existants accueillent des déchets de toutes natures provenant des acteurs de collecte et des producteurs de déchets.

Face à cette capacité limitée des structures de gestion des déchets de faire face à la situation, des déchets se retrouvent un peu partout : dans les fossés, dans les caniveaux, dans les espaces vides. Ce désordre provoque un effet de retour des déchets dans la ville par le fait de l'éparpillement et du transport par le vent. On remarque la vente illicite (non officiellement autorisée) des déchets aux agriculteurs qui les utilisent comme amendements organiques.

2.3.4 Valorisation des déchets urbains solides

Plusieurs usages sont faits des déchets urbains solides de Ouagadougou : Clôture des champs avec la ferraille, fabrication de seaux, d'arrosoirs et d'autres petits matériels, fabrication de puisettes avec les vieilles boîtes, vieux pneus pour buser les puits, etc. La plus importante valorisation des déchets reste leur utilisation comme matière organique dans la fertilisation des champs.

En effet bien des sociétés au Burkina connaissent la valeur agronomique des ordures ménagères. L'usage du compost d'ordures et sa valeur fertilisante n'est pas nouveau au Burkina Faso. Traditionnellement dans les villages mossi, c'était derrière la case du chef que les habitants allaient jeter leurs déchets. Le chef avait ainsi le privilège d'utiliser pour son champ ou son jardin, le "compost" qui se formait là naturellement, en tas (MOREZ, 1987).

Aussi au sud-ouest du Burkina Faso les cultures les plus exigeantes en fumure sont mises en place aux abords des concessions pour leur permettre de profiter des effets fertilisants des ordures ménagères.

Dans le cas des villes, les déchets présentent des caractéristiques particulières qu'il importe d'examiner afin d'évaluer leur efficacité agronomique ou de chercher des moyens d'amélioration. A Ouagadougou les déchets sont appliqués aussi bien bruts (non triés et non traités) que triés et traités (compost) dans les champs.

Les déchets solides bruts sont directement épandus dans les champs en pluvial. Au cours de cette opération d'épandage, les objets très grossiers et encombrants non désirés (vieux pneus de véhicules, ferraille, etc.) sont triés et déposés en bordure des champs et servent ainsi plus ou moins de matérialisation des limites entre voisins, ou, à l'intérieur du champ selon une disposition où ils pourraient servir de dispositifs de conservation des eaux et des sols.

En dépit de leur qualité améliorante pour les sols, la forme actuelle de gestion des déchets urbains de la ville de Ouagadougou (pré-collecte, collecte, mise en décharge, etc.) rend difficile leur valorisation optimale dans l'agriculture. Aussi convient-il d'entreprendre des études d'amélioration de leur collecte, de leur traitement et de leur utilisation dans l'agriculture (péri)urbaine.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

Au regard de la dispersion de l'activité dans la zone d'étude et de la diversité des cultures, nous avons procédé à un choix de sites pour tenir compte de ces paramètres. La procédure utilisée est la suivante :

- choix de sites spécifiques pour le déroulement des différentes phases de l'étude
- évaluations participatives des contraintes et potentialités du secteur de l'AU et PU
- choix de producteurs cibles pour le suivi agronomique
- caractérisation de déchets urbains solides utilisés dans l'AU et PU
- échantillonnage du matériel d'étude
- caractérisation de la valeur agronomique des déchets (caractéristiques chimiques et aptitude à la minéralisation)

3.1 Matériel

3.1.1 Les sols

Les sols utilisés pour les analyses sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés de Kamboinsé (BUNASOL, 1998) : sols récupérés grâce aux amendements organiques (utilisation des déchets urbains solides) et sous cultures pluviales, et des sols hydromorphes de bas-fond sous cultures maraîchères.

3.1.2 Les plantes

Ce sont les cultures principales des différents sites retenus :

Le sorgho et le mil pour le site céréalier ; le chou, la salade et la fraise pour les sites maraîchers.

Les résultats d'analyses des plantes ne sont pas exploités dans le cadre du présent document.

3.1.3 Les déchets urbains solides

Ce sont les ordures ménagères, les balayures des cours et des lieux publics, les ordures des marchés, des restaurants et hôtels, etc. collectés en vrac dans des bacs à ordures ou jetés dans des dépôts intermédiaires puis acheminés en bordures des champs.

3.1.4 Le compost d'ordures ménagères

C'est le compost produit par les associations de femmes des secteurs 10 et 19. Il résulte du traitement (collecte, tri et compostage) de la partie biodégradable des ordures ménagères collectées de porte en porte.

3.2 Méthodes

3.2.1 Choix des sites

La définition de critères de sélection a orienté le choix des sites à étudier et leur caractérisation. La visite de terrain, les échanges informels avec les personnes sur place, les prises de contacts, les renseignements sur l'organisation, le fonctionnement, les caractéristiques des sites ont servi de support pour l'examen des critères dans le processus de choix. A l'issue des visites une analyse comparative des critères a permis de retenir les quatre (04) sites suivants :

- Un site céréalier avec utilisation de déchets urbains solides bruts : Kamboinsé
- Un site maraîcher avec utilisation d'eau non usée : Boulmiougou
- Un site mixte de maraîchage et de floriculture avec utilisation d'eaux usées en provenance de la ville : Paspanga
- Un site maraîcher avec utilisation des eaux usées industrielles : Kossodo.

3.2.2 Evaluation participative des contraintes et potentialités de l'AU

Elle est réalisée sous forme de diagnostic participatif exploratoire dans les différents sites retenus par une équipe pluridisciplinaire composée d'agronomes, d'un géographe, d'une sociologue et d'agents de terrain. Une telle équipe a permis d'intégrer divers aspects : techniques, sociologiques, environnementaux. Une rencontre préparatoire a donné l'occasion à l'équipe de connaître le point de vue des producteurs sur l'étude.

3.2.3 Choix des producteurs

Il a tenu compte des facteurs suivants :

- l'utilisation effective des déchets urbains comme fertilisants dans l'agriculture;
- l'accessibilité de l'exploitation
- la disponibilité du producteur
- la répartition spatiale des parcelles sur le site (représentativité)
- la diversité des spéculations (pour le maraîchage)
- l'aspect genre
- l'appartenance du producteur à l'organisation des producteurs s'il en existe
- la diversité des origines des producteurs.

Au total il a été retenu 49 producteurs pour le suivi agronomique et les enquêtes complémentaires au diagnostique participatif (DP).

3.2.4 Echantillonnage

L'échantillonnage de sol et de plantes a lieu dans les champs de producteurs retenus ; celui des déchets urbains solides bruts, en bordures et à l'intérieur des champs ; pour le compost il a eu lieu sur les sites de compostage.

a) Echantillons de sol

Le prélèvement tient compte de la variabilité spatiale de la fertilité des sols qui est liée ici entre autres :

- au mode d'apport en tas dispersés des matières organiques
- à la nature des sols dont la fertilité est très variable dans l'espace
- à la nature actuelle de ces champs qui sont en fait des parcelles récupérées

Pour cerner cet ensemble de variables, la parcelle est subdivisée en sous unités homogènes (SUH) qui prennent en compte :

- la topographie du terrain
- l'état physique du sol
- la disparité de développement des plantes
- le type de sol
- le niveau de fertilité.

Trois prélèvements sont effectués par sous unité homogène, sur les horizons suivants pour les céréales : 0 – 20 cm et 20 – 40 cm. Dans le cadre du présent document seul l'horizon 0 – 20cm est considéré.

Pour les sites maraîchers les prélèvements ont été effectués sur l'horizon :
0 -20 cm.

Un échantillon moyen par horizon, par sous unité homogène et par producteur (exploitation) est utilisé pour les analyses.

b) Echantillons de plantes

Le prélèvement a lieu à la maturité et il est prélevé un poquet de plants de céréales par SUH, un plant de chou par SUH, un plant de fraise par SUH et 3 pieds de salades par SUH par exploitation.

Un échantillon moyen est constitué par site pour les analyses. Les parties concernées sont celles comestibles par l'homme et / ou les animaux.

c) Echantillons de déchets urbains solides (DUS)

La détermination de leur composition physique se fait soit par la méthode pondérale soit par la méthode volumique. La méthode volumique nous a paru inadapté et difficile de manipulation. Aussi avons nous choisi la méthode pondérale bien qu'elle ne soit pas elle non plus exempte de source d'erreurs systématiques. La principale source d'erreur est l'humidité qui peut varier de manière importante. Mais le prélèvement effectué en saison sèche sur des déchets non fraîchement produits minimise ce paramètre.

Ils sont prélevés sur le site céréalier, utilisateur potentiel des déchets urbains solides à l'état brut. Les déchets sont disposés en tas dispersés correspondant aux contenus de bennes de sept (07) m³. Ces tas sont inventoriés à un temps (T) donné et le site subdivisé en dix zones de prélèvement. 40 % des tas sont échantillonnés. Sur le tas, le prélèvement se fait de manière systématique en 5 points du haut du tas jusqu'au niveau du sol. Le prélèvement du tas constitue l'échantillon élémentaire. Les échantillons élémentaires sont regroupés par zone pour former des échantillons moyens.

Les échantillons moyens sont pesés après prélèvement, puis triés manuellement. Après tri les composantes sont pesées séparément. Un échantillon est prélevé sur la composante organique (fraction recherchée pour les amendements) pour les analyses de laboratoire.

d) Échantillons de compost d'ordures ménagères.

Un échantillon est prélevé sur le compost mûr de chacune des associations de femmes.

3.2.5 Les analyses de laboratoires

Les analyses de laboratoire ont concerné : le pH (eau et KCl), le carbone, l'azote, le phosphore, le potassium.

Mesure de pH (eau et KCl)

Le pH est déterminé par mesure potentiométrique dans un rapport 1/ 2,5, d'une suspension : sol / eau pour le pH eau et sol / KCl 1M pour le pH KCl

Détermination du carbone total

La détermination du carbone du sol est faite par la méthode WALKLEY-BLACK qui consiste en une oxydation à froid du carbone du sol avec du bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) 1N en présence de H_2SO_4 concentré. L'excès du bichromate est dosé par le sel de MOHR $Fe(SO_4)_2(NH)_2$.

Le carbone des déchets et des composts est obtenu par la méthode de calcination dans un four à 550 °C pendant 2 heures.

Le taux de matière organique et de carbone sont obtenus par les formules suivantes :

$$\text{M.O. \%} = \frac{\text{Pi} - \text{Pf}}{\text{Pi}} \times 100$$

$$\text{C \%} = \frac{\text{M.O. \%}}{1,724} = \frac{\text{Pi} - \text{Pf}}{\text{Pi} \times 1,724} \times 100$$

Pi = poids initial de la prise d'essai

Pf = poids final de la prise d'essai après calcination.

Dosage de l'azote total

La minéralisation de l'azote a été faite selon la méthode de KJELDHAL par attaque de H₂SO₄ concentré en présence de catalyseur au sélénium et de H₂O₂ ce qui convertit l'azote organique en sulfate d'ammonium (NH₄)₂SO₄. L'ion (NH₄⁺) ainsi formé est dosé par colorimétrie automatique 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.

Dosage du phosphore total

La minéralisation est identique à celle de l'azote total. Le dosage est fait par colorimétrie automatique selon le principe suivant. Le molybdate d'ammonium et le potassium antimoine tartrate réagissent en milieu acide avec des solutions diluées de phosphate pour former le complexe antimony-phospho-molybdate. Ce complexe est réduit en milieu acide ascorbique en un complexe intensément coloré en bleu dont l'absorbance est mesurée à 880 nm.

Le phosphore assimilable

Il est extrait par une solution de fluor d'ammonium NH_4F 0,03 M et l'acide chlorhydrique 0,025 M dans un rapport 1/7 et déterminé par colorimétrie automatique. Le dosage est identique à celui du phosphore total.

Dosage du potassium

La méthode de minéralisation est identique à celle de l'azote total. Le potassium est dosé par un spectrophotomètre à émission de flammes

3.2.6. Les tests respirométriques

L'objectif de ces tests réalisés avec les déchets urbains solides et le compost d'ordures ménagères est de se faire une idée de leur aptitude à la biodégradation. Ces tests se basent sur le principe que l'enfouissement de substrat organique dans un sol entraîne des transformations se soldant entre autre par un dégagement de CO_2 (LOMPO, 1993).

Le test est mené sur le sol de Kamboinsé dans l'horizon 0 – 20 cm. Un sol sous apports de déchets urbains solides en culture de sorgho et de mil.

La méthode utilisée est inspirée de LOMPO (1993). Les différents traitements sont humidifiés aux 2/3 de la capacité maximale de rétention en eau du sol de référence et introduit dans des bocaux hermétiquement clos. Deux béciers contenant respectivement 20ml d'eau pour maintenir l'humidité dans le bocal et de la soude à 0,1N sont placés dans chaque bocal. Cette méthode permet au cours d'une période d'incubation de mesurer quotidiennement la minéralisation de la matière organique incorporée dans le sol par le dosage du CO_2 dégagé.

Un dispositif factoriel 5 x 2, en trois (03) répétitions est utilisé.

Les traitements sont les suivants.

Facteur 1 :

- sol seul
- sol + fumier
- sol + déchets urbains

- sol + compost d'ordures ménagères du secteur 10
- sol + compost d'ordures ménagères du secteur 19

Facteur 2 : apport ou non de 50 ppm de N sous forme d'urée. Les substrats organiques sont apportés à des quantités constantes de 0,144 g / 100 g de sol.

Un blanc par répétition est fait dans les mêmes conditions pour tenir compte de la carbonisation initiale de la soude dans le bocal. La mise en place a eu lieu le 30 / 03 / 2000.

L'incubation a duré 21 jours à la température de 30°C. Les mesures de CO₂ dégagé se font quotidiennement pendant les 7 premiers jours, puis tous les deux jours jusqu'au 21^{ème} jour.

Expression des résultats

La quantité de CO₂ dégagé est donné par la formule suivante :

$$Q \text{ (mg)} = (V_1 - V_2) \times 0,6$$

V₁ = chute de burette moyenne de HCl pour le blanc

V₂ = chute de burette moyenne de HCl pour le traitement

L'aptitude à la minéralisation est estimée d'après les critères suivants :

- la quantité de CO₂ dégagé quotidiennement
- la quantité cumulée de CO₂ dégagé
- le taux de minéralisation complémentaire (TMC) qui permet d'apprécier le pourcentage de biodégradation imputable aux substrats organiques. Il s'obtient par :

$$\text{TMC} = \frac{\text{C dégagé (sol + substrat)} - \text{C dégagé (sol seul)}}{\text{C introduit}} \times 100$$

- le taux de minéralisation complémentaire cumulé
- le taux de minéralisation globale (TMG)

$$\text{TMG \%} = \frac{\text{C dégagé (sol + substrat)}}{\text{C total (sol + substrat)}} \times 100$$

- le taux de minéralisation globale cumulée

3.2.7 Analyses statistiques

Le logiciel Excel a été utilisé pour résumer les données de sols et le calcul des moyennes. Les données du test respirométrique ont été analysées avec le logiciel statistique SPSS version 9. Une analyse de variance a été effectuée avec les deux facteurs : Facteur azote (2 niveaux : sans azote, 0 ppm N ; avec 50 ppm N) et le facteur substrat qui a (05) cinq niveaux (sol seul ; sol + fumier ; sol + compost1 ; sol +compost2 ; sol + déchets urbains solides).

DEUXIEME PARTIE :
RESULTATS – DISCUSSIONS

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE PRODUCTION, IDENTIFICATION DES CONTRAINTES ET DES POTENTIALITES DE L'A.U.

Le diagnostic participatif (DP), méthode de recherche participative avec les acteurs d'un domaine concerné (ici les producteurs) a permis de caractériser les différents sites d'étude, d'identifier et d'analyser les systèmes de production, les systèmes de commercialisation, les relations interprofessionnelles avec l'extérieur. Le DP a également permis d'identifier les contraintes au développement de l'activité et aussi les possibilités qui s'offrent à elle.

1.1 Caractérisation des sites et de leurs systèmes de production

1.1.1 Caractérisation des sites

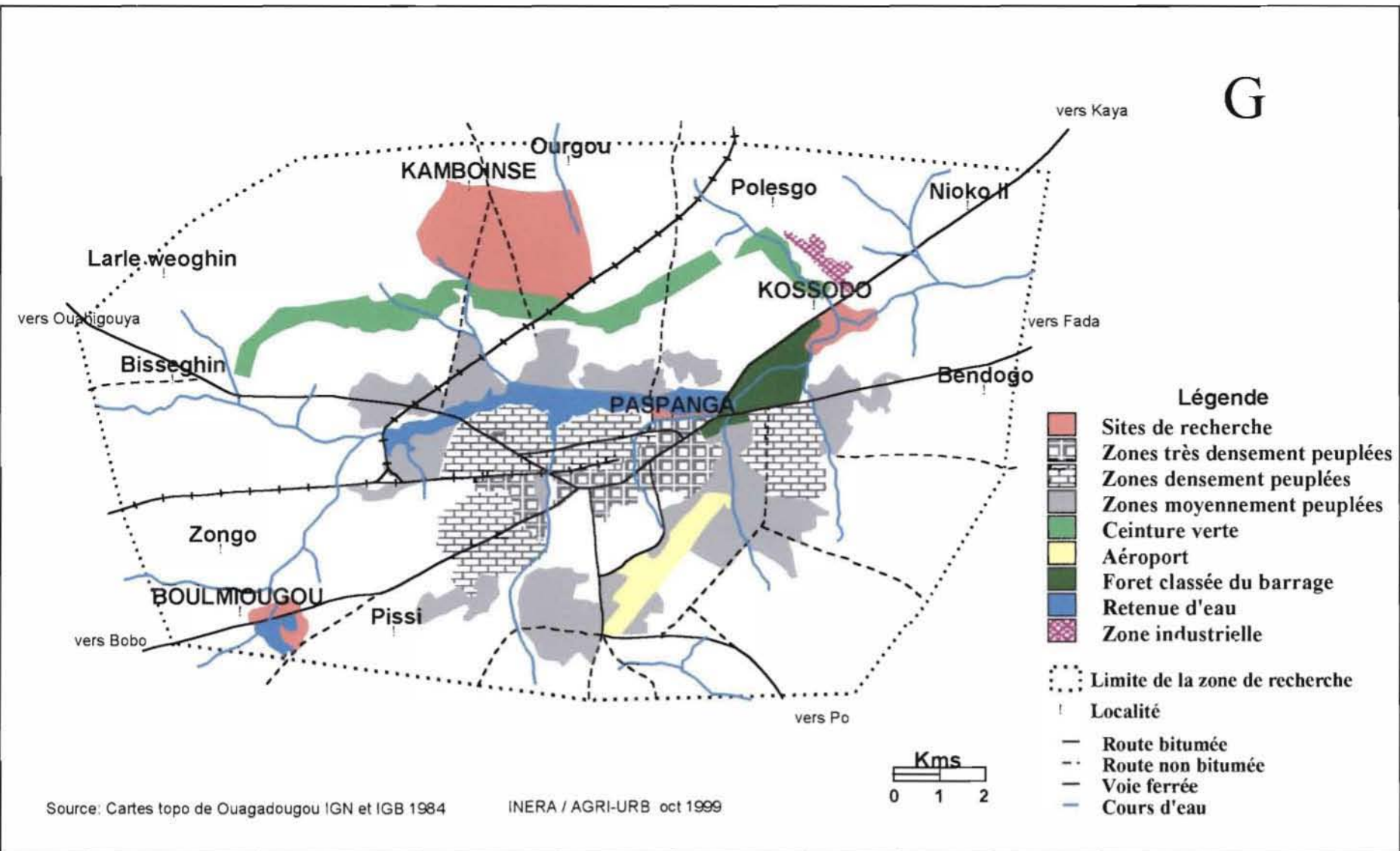
a) Présentation des sites (carte N°3)

- Site de Boulmiougou

Il est situé à l'Ouest de la ville de Ouagadougou dans l'arrondissement dont il porte le nom, à la sortie sur l'axe Ouaga – Bobo. Organisé en 4 blocs A, B, C, et D, il est divisé par la route nationale n° 1 en deux parties : le bloc A au Nord (à droite en allant à Bobo), les blocs B, C, D au sud (à gauche en allant à Bobo). Il est limité par le village de Zongo et le secteur 18 au nord, le secteur 17 au sud, par le secteur 17 et 18 à l'est et par la retenue d'eau à l'ouest, Il couvre une superficie de 78 Ha. Selon les informations reçues lors du DP il regroupe environ trois cents producteurs dont 80 adhèrent au groupement. Les activités de maraîchage y sont intenses depuis le bitumage de la route Ouaga – Bobo en 1977 -1978 avec la création de la retenue d'eau.

- Le site de Paaspanga.

Le site de Paaspanga, situé au cœur de la ville, est limité au nord par le barrage n° 3, au sud par les clôtures de l'hôpital et du Service des Grandes Endémies et par le canal central, à l'est par la route nationale n° 3 (Ouaga – Kaya) et à l'Ouest par la rue 12-85 qui relie les secteurs 23 et 24 (Tanghin) au centre ville. Ce site daterait du règne du Baloum Naba dans les années 1940 où la culture principale était le riz.



Carte n° 3: ZONE D'ETUDE ET SITES DE RECHERCHE

Depuis les années 1970, avec la réalisation du canal principal, l'horticulture y domine. Un canal de drainage le traverse d'Ouest en Est pour se jeter dans le canal central. Le site couvre une superficie de 23 Ha.

- Le site de Kossoodo

Le site de Kossoodo se trouve en bordure nord-est de la forêt classée du barrage. Il couvre un vaste bas-fond inondable d'une centaine d'hectares. Il est limité à l'est et au sud par le secteur 27 (quartier Ouahalgui), au nord par le secteur 26 (quartier Kossodo) et à l'ouest par le bois de Boulogne. Le site existe bien avant l'installation des industries dans la zone.

Auparavant le maraîchage était pratiqué à partir d'eau de puits, aujourd'hui il est fait recours aux eaux usées. Deux catégories d'exploitants occupent le site : les propriétaires terriens et les usagers, selon la période de l'année (saison pluvieuse ou saison sèche). Les femmes sont fortement représentées et exercent les activités de maraîchage dont les principales spéculations restent les légumes traditionnelles telles que l'oscille, le gombo, le niébé.

- Le site de Kamboinsé

Ce site se situe au nord de la ville de Ouagadougou. Il est traversé par l'axe routier Ouaga – Kongoussi qui le subdivise en deux parties. Il est limité au sud par les quartiers périphériques finissant les secteurs 22, 23, 24 de la ville, au nord par le prolongement nord du boulevard circulaire de la jeunesse, à l'est et à l'ouest des pistes servent de limites (limites désignées par les producteurs lors des travaux du DP).

Le site est occupé par les propriétaires de terres et les usagers, il regroupe les producteurs des deux sexes. Sa particularité est son caractère céréalier et l'utilisation des déchets urbains solides à l'état brut comme amendement organique. La superficie se situe autour de 880 Ha.

b) Les sols

Une étude morpho-pédologique récente de la province du Kadiogo (BUNASOLS, 1998) permet de caractériser trois des quatre sites de notre étude.

- site de Boulmiougou : les sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble dominant. On note des inclusions de sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes
- site de Kossodo : les sols ferrugineux tropicaux indurés peu profonds y dominant avec des inclusions de sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels à moyennement profonds
- site de Kamboinsé : on y trouve en association les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et à concrétion. On y rencontre également des inclusions de sols peu évolués d'apport colluvial ou alluvial modal sur cuirasse.

a) **Caractéristiques générales des sites**

Le tableau N° 3 résume l'essentiel des caractéristiques des sites de notre étude.

Tableau N° 3 : Caractéristiques générales des sites

Sites	Boulmiougou	Kossodo	Paaspanga	Kamboinsé
Caractéristiques				
Superficie (Ha)	78	105	23	884
Types de production	Maraîchage	Maraîchage	Maraîchage & floriculture	Céréaliculture
Producteurs (genres)	Masculin	Mixte à dominance féminine	Mixte à dominance masculine	Mixte à dominance masculine
Emplacement	Périurbain	Périurbain	Urbain	Périurbain
Degré d'intensification	XXX	X	XXX	X
Destination production	Vente	Vente	Vente	Autoconsommation
Nature de l'eau	bonne	Usée	Usée, polluée	Pluie
Type de déchets	Fumier des pares	Liquides : eaux usées des industries et de la ville	Liquides : eaux usées de la ville et de l'hôpital et déchets urbains solides traités	Urbains solides bruts
Résidence des producteurs par rapport aux sites	Secteurs 17, 18 et environnants	Secteurs 26,27 et 28	Dispersés dans la ville	Aux environs du site : secteurs 23, 24
Organisation des producteurs	Groupement reconnu et fonctionnel	Non, exploitant influant dirige les visiteurs	Non, mais vieux leader oriente les actions	Non
Mode d'acquisition des terres	Droit d'usage	Prêt à courte durée & propriétaires terriens	Droit d'usage	Droit d'usage & propriétaires terriens
Sécurité foncière	Non assurée	Non assurée	Non assurée	Non assurée
Sources d'eau	Barrage et puisards	SOBBRA, TAN ALIZ, Abattoir, IFS Savonnerie Ville de Ouagadougou	Canal central et puisards	Pluie

XXX : fort X : faible

1.1.2 Caractérisation et analyse des systèmes de production

a) Site de Boulmiougou

Les principales spéculations sont : la fraise, la laitue, le chou, la carotte. Il est fait cas d'autres légumes de moindre importance qui sont : la betterave, l'épinard, le poivron, le petit pois.

Les producteurs gèrent des exploitations de tailles très variables. L'activité dure toute l'année sur les parcelles en haut de pente avec une période plus intense allant d'octobre en mars.

- Techniques de production.

Les pratiques et techniques courantes sur le site sont :

Tous les travaux sont manuels. Les deux types de semis : pépinière et semis direct sont fonction de la culture envisagée. Les associations couramment pratiquées sont : fraise + betterave et fraise + salade avec pour principale culture la fraise. Les cultures de fraise et salade existent aussi en culture simple où la salade peut être reprise deux à trois fois avant la fin de la campagne. Pour la gestion de l'espace, toutes sortes de rotations existent, elles sont basées sur les besoins du marché plutôt que sur la gestion de l'eau ou de la fertilité du sol.

Le système de repiquage employé est celui en lignes sur planche. Le repiquage sur billon n'est pas pratiqué, cela est lié au système d'irrigation par aspersion utilisé. Pour réduire les coûts de production, les producteurs font la multiplication de semences de salade et de fraise. Quelques pieds de salade sont entretenus au-delà de leur stade de récolte, ils vont ainsi fructifier et les graines sont récoltées, traitées et conservées pour être vendues ou pour usage personnel. Pour la fraise, en fin de campagne, des plants sont également entretenus durant la saison des pluies où ils vont développer des stolons qui serviront de plantules la campagne suivante.

La fertilisation est basée sur l'utilisation de la fumure minérale et organique, en particulier le fumier.

L'entretien des cultures consiste à arroser, désherber, lutter contre les maladies et maintenir les produits dans la qualité commerciale désirée. Les producteurs ont chacun, réalisé des puits de manière dispersée dans les parcelles. Deux modes d'exhaure sont utilisés : le manuel et le pompage pour les plus nantis. Les parcelles sont régulièrement désherbées par sarclo-binage ce qui donne au périmètre son état de propreté acceptable. Au moment de la fructification des fraises, toutes les parcelles sont paillées pour protéger les fruits des pourritures dues au contact avec le sol humide.

- Moyens de production

La retenue d'eau est une infrastructure capitale pour l'ensemble des producteurs. Elle alimente la nappe phréatique qui alimente les puits. Les moyens de production restent assez modestes. L'équipement est individuel et se compose de matériel aratoire de fabrication locale, de brouette, de pioches, de pelle, de houe manga et de charrette, d'arrosiers, de cordage.

Les intrants utilisés sont : les semences, les engrais minéraux et organiques. Les insecticides sont utilisés par très peu de producteurs, pendant que tous utilisent les engrais minéraux. De la fumure organique et quelques semences sont produites par les producteurs eux-mêmes. Le reste est acquis individuellement sur la place du marché ou par l'intermédiaire du groupement qui fait crédit uniquement à ses membres dans le cas des engrais minéraux et des semences avec l'UCOBAM. Ces intrants sont d'origines, d'unités et de prix différents (tableau N° 4).

Tableau N° 4 : Prix et origine des intrants

Produits	Unités	Prix (FCFA)	Origine
Urée	Kg	250	Nankosem, SOPAGRI, autres boutiques
	sac de 50 Kg	12 500	
NPK	Kg	250	Nankosem, SOPAGRI, autres maisons de commerce
	sac de 50kg	12 500	
Fumier de bétail	Charrette	1 500	Zagtoulli
Fiente de volaille	Charrette	2 000	Zagtoulli
Carotte	100g	2 500	Commerce
Chou	10g	3 000	Commerce
Salade	Boîte	2600	Commerce
	Sachet	400	
Tomate	Boîte (50g - 100g)	1 200 - 4000	Commerce
Céleri	10 g	800	Commerce
Fraise	5 plantules	200	France par intermédiaire de UCOBAM

La main d'œuvre est essentiellement familiale, mais ne fait pas usage de toutes ses forces de travail. Il est rare de constater plus de deux à trois membres de la famille travaillant dans l'exploitation. L'utilisation de la main d'œuvre occasionnelle extérieure existe.

Le statut d'occupation de la terre est le droit d'usage à long terme pour les usufruitiers qui ont obtenu la terre avec les chefs de terre.

- Les calendriers culturaux

Le programme de la campagne maraîchère sur le site couvre toute l'année, mais la période de production intense s'étale d'octobre en mars. Le début des travaux est fonction de la durée de la campagne d'hivernage pendant laquelle les céréales occupent une partie du périmètre ; particulièrement le riz dans la partie inondable.

- Production et circuit de commercialisation

Les quantités produites sont destinées à la vente. Les clients potentiels sont les vendeuses de légumes qui s'approvisionnent directement sur le site, il n'existe pas une organisation structurée du marché. On rencontre quelques consommateurs individuels également sur le site. Les unités de vente diffèrent selon le produit concerné. Elles vont de la plante unitaire à la planche entière et au kilogramme. Selon l'organisation en place les prix sont sensiblement les mêmes sur le site. Les variations suivent la règle de la demande et de l'offre (tableau N° 5).

La fraise connaît deux types de clients. Les vendeuses et l'UCOBAM pour l'exportation.

Tableau N° 5: Prix des produits

Produit	Unité	Prix (FCFA)
Chou	Pied	100 -150
	Planche	6000
Céleri	Bouquet	1000 -- 2500
Pomme de terre	Kg	150 350
Betterave	Bouquet	3000 - 5000
Salade	Planche	1000 1500
Fraise	Kg	1000 -1250
Carotte	Planche	5000 7500

Les productions vendues par planche peuvent connaître des variations de prix d'un producteur à l'autre selon la taille de la planche.

- Organisation relations sociales et professionnelles

Les producteurs sont organisés en groupement où adhèrent librement 80 membres sur les 300 producteurs que compte le site. Le groupement est doté d'un bureau pour la gestion des activités courantes liées au maraîchage. Il fonctionne conformément aux textes en vigueur. Sur chaque bloc est nommé un chef de bloc pour faciliter la coordination.

- Les acteurs

Plusieurs acteurs interviennent directement ou indirectement dans les activités de maraîchage à Boulmiougou. Ceux identifiés lors du DP sont : les autorités locales, les structures de collaboration et d'encadrement, les fournisseurs et les clients.

- * Les autorités locales : mairie de Boulmiougou

Le groupement des producteurs est en contact permanent avec la mairie de Boulmiougou à qui les conflits sont exposés et les doléances ou propositions de solutions formulées.

- * Structures de collaboration et ONG.

Des contacts permanents existent entre les producteurs et des structures ou projets nationaux et privés. Il y a également des interventions spontanées par rapport à un problème donné ou par rapport à une étude spécifique donnée. Parmi ceux-ci le Projet EPIDEMIO-RU (Réutilisation des eaux usées) parrainé par l'Ecole Inter-états des Ingénieurs de l'Équipement Rural (EIÉR) qui a travaillé sur l'impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées dans le maraîchage. Il y a également des enquêtes menées par diverses structures.

La Direction Provinciale de l'Agriculture (DPA) sous tutelle du Ministère de l'Agriculture intervient à travers l'agent d'encadrement placé sur le site pour la vulgarisation des thèmes techniques, la sensibilisation et l'information des producteurs sur divers sujets.

* Les commerçants fournisseurs d'intrants

Le groupement traite avec l'UCOBAM qui livre les semences de pomme de terre, de fraise et en retour procède à l'enlèvement des productions à travers un contrat de collaboration.

La SOPAGRI et NANKOSEM sont des sources d'approvisionnement du groupement et des producteurs en divers intrants : semences, engrais, pesticides

* Les clients

Les plus importants clients restent l'UCOBAM et les vendeuses de légumes. La commercialisation est organisée entre le groupement et l'UCOBAM, qui place du matériel auprès du groupement et assure des formations aux membres. Par contre les vendeuses interviennent librement et individuellement. Ces clients diffusent les produits à l'intérieur de la ville à travers les marchés des quartiers, les supers marchés, les hôtels et à l'extérieur.

b) Site de Kossodo

Ce site proche de la zone industrielle reçoit les eaux usées des usines. C'est un site de productions très diversifiées. En fonction de la saison, le type de cultures ainsi que les occupants changent. En saison sèche, le terrain est occupé par les maraîchers qui sont pour la plus part des usufruitiers. En hivernage il est repris par les propriétaires terriens pour la culture céréalière. Nos travaux ont porté uniquement sur le maraîchage.

Les maraîchers sont majoritairement des femmes cultivant des légumes à cycle très court. Le site a plus ou moins été abandonné aux femmes suite aux multiples problèmes que connaît la production maraîchère due à la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation. Les producteurs gèrent de petites superficies de taille variable d'une campagne à l'autre du fait de leurs perpétuels mouvements à la recherche de bonnes terres. L'exploitant change de parcelle selon la qualité des sols et la confirmation ou non de la demande auprès du propriétaire terrien.

- Techniques de production

Les principales cultures sont : l'épinard, l'oseille, le gombo, le niébé. On y trouve également du chou, de la carotte, de l'aubergine des tomates dans les exploitations des hommes.

Les travaux de préparation du sol sont manuels. Ils consistent au nettoyage de la parcelle après les cultures de céréales de saison d'hivernage, à la confection de canaux d'irrigation puis au labour et préparation des lits de semis.

Le semis direct est adopté pour les principales cultures. Il s'effectue en poquet et en ligne ou en quinconce et à la volée pour l'oseille germée ou non. Les pépinières concernent les cultures d'aubergine, de tomate et de chou.

Plusieurs types de fumure sont utilisés pour la fertilisation des parcelles en association ou non. Il est fait usage de fumier de bétail et de petit ruminant, de fumier de porc, des fientes de volaille, du rumen des panses et aussi de la fumure minérale en faible quantité. Des techniques de conservation de l'eau à la parcelle sont employées. Elles consistent à la couverture des planches avec des glumes de mil ou des copeaux de bois.

Les travaux d'entretien pour l'oseille se limitent à l'irrigation, le semis étant très dense et le cycle très court. Pour les autres cultures, l'irrigation est suivie de un à deux sarco-binages selon les besoins. L'irrigation se réalise à l'arrosoir par aspersion et au seau par déversement direct à la planche.

Le cycle semis-récolte est variable, il est de deux (02) semaines à quelques mois, et dépend de la nature de la partie recherchée sur la plante : premières feuilles, feuilles adultes, fruits ou graines.

Les producteurs maîtrisent une technique dans la confection des canaux. Le réseau est réalisé avec une ingéniosité qui permet la distribution de l'eau à toutes les parcelles situées dans la zone desservie par les eaux usées de la ville.

- Moyens de production

Le matériel de travail utilisé se compose de : dabas, herminettes, machettes, arrosoirs, seaux, brouettes, pioche, pelles.

Il existe plusieurs sources d'approvisionnement en semences, engrais minéraux et organiques à des prix variés. Il y a la production personnelle, l'achat sur la place du marché, les dons et échanges inter-producteurs. Le tableau N° 6 illustre les prix, les origines des intrants utilisés.

Tableau N° 6 : Origine et prix des intrants

Produit	Origine	Unité	Prix Unitaire FCFA	Observation
Aubergine	UCOBAM	Boîte	6000	Souvent périmées
Oseilles	Provinces voisines	-	-	Prix variables
Haricot	Stock personnel	-	-	-
Fumier	Ménages, dons	Sac 50Kg et 100kg, brouette, charrette	150 à 750	Prix variables en fonction des relations et conditions de livraison
NPK	Commerçants	Sac de 50 kg	11 000	
Urée	Commerçants	Sac de 50 kg	11 000	
Rumen	Abattoir	Charrette	1000 1500	Sans transport Avec transport

Il n'y a pas d'apport de revenu extérieur aux producteurs pour les soutenir dans leurs activités, la force de travail est essentiellement familiale.

Les terres sont prêtées pour de courtes périodes à savoir une campagne. En hivernage elles sont occupées par leurs propriétaires qui en saison sèche les cèdent gracieusement aux maraîchers sur renouvellement de contrat. La terre selon les producteurs n'est ni louée ni vendue, mais il peut exister des accords privés entre les intéressés.

- Les calendriers culturaux

De manière générale, la durée de la campagne maraîchère est liée à trois facteurs essentiels à Kossodo : la récolte des cultures de saison de pluies, la disponibilité de l'eau d'irrigation et le début des premières pluies. En effet le maraîchage commence après la récolte des céréales (riz, sorgho) sur le site. Il prend fin dès les premières pluies qui vont inonder le site.

L'épinard, l'oscille, le gombo, le niébé se cultivent toute l'année en cas de disponibilité de terrain. La récolte des jeunes feuilles d'épinard, de niébé et d'oscille a lieu toutes les quinzaines en saison sèche et toutes les trois semaines en hivernage.

- Production et circuit de commercialisation

La production est destinée à la vente, une partie est orientée sur les marchés locaux l'autre vendue sur le site aux revendeuses. Les producteurs préfèrent la dernière forme qui limite les pertes. La première n'intervient que quand il y a problème d'écoulement il faut alors rechercher la clientèle. Les unités de vente dépendent du produit. Il y a la planche, le seau, le sac de 50 kg. Les prix sont fonction de l'unité et de sa taille le tableau N° 7 indique les unités et prix de vente de quelques produits.

Tableau N° 7 : Prix des produits

Produits	Unité	Prix unitaire FCFA	Observation
Epinard	Planche		peut atteindre 6000F
Gombo (fruit)	Seau	350 - 1250	Varie avec volume
Aubergine (fruit)	Sac de 50 kg	2500 - 4500	

- Organisation et relations sociales

Les producteurs ne sont pas officiellement organisés, mais les visiteurs sont orientés vers une personne influente. La même personne dirige l'équipe des femmes en phase d'organisation en association sous le nom de " Wend panga ».

Les mêmes acteurs qu'à Boulmiougou sont présents, la différence est que Kossodo ne négocie pas de contrat avec l'UCOBAM par manque de production intéressant l'union.

c) Site de Paspanga

En plein cœur de la ville, le site abrite des activités de maraîchage, de floriculture, d'arboriculture. Nous nous sommes intéressés spécifiquement aux maraîchers.

La densité d'occupation du terrain ici est assez forte. De par l'ancienneté du site, les producteurs maîtrisent suffisamment les techniques culturales, la situation du terrain et les plans de campagne.

- Techniques culturales

Le maraîchage est plus ou moins en continu sur le site, avec une baisse considérable des activités en hivernage où il existe sur le terrain quelques épinards, de la salade, du piment, du poivron. Pour les principales cultures : salade, chou, carotte et pomme de terre, les travaux intenses commencent avec l'arrêt des pluies en octobre, période à laquelle l'eau se retire progressivement du bas-fond. Aussi, progressivement les parties libérées sont récupérées et la première opération consiste à les désherber. Les pépinières de salade et de chou sont mises en place pendant que se poursuit la préparation des parcelles. Toutes les opérations sont manuelles et le matériel utilisé est très rudimentaire. Cela s'explique par la taille suffisamment réduite des parcelles.

Les semences et les engrais sont acquis individuellement avec la SOPAGRI, NAKOSEM ou sur la place du marché avec des particuliers.

Il est fait usage de fumure organique tel que le fumier de bovin et de petit ruminant, les crottes de porc, les fientes de volaille. Le fumier est incorporé au sol à la préparation.

Le repiquage est réalisé en lignes et sur planche. Après le repiquage l'irrigation par aspersion, pratiquée manuellement à l'arrosoir, est quotidienne. L'eau est prise directement dans le drain, canal ou dans les puits. Après la reprise des plantules l'accent est mis sur le désherbage et la lutte contre les ennemis des cultures. Le chou est la culture la plus sensible aux attaques. Le décis, le karaté et le cypercal sont les produits phytosanitaires utilisés sur le site pour les traitements. Les périodes de fortes attaques du chou sont bien connues des producteurs, elles correspondent à la période chaude, période à laquelle la culture de chou est suspendue.

- Moyens de productions

Sur de telles superficies, les producteurs n'ont pas beaucoup investi en matériel. Il se compose essentiellement de dabas, machettes, herminettes et de matériel d'exhaure (seau, corde, arrosoir).

Les intrants proviennent du commerce si bien que leur prix varie selon le fournisseur. Il arrive que des exploitants produisent eux-mêmes les semences de salade. Les prix recueillis sont présentés dans le tableau N° 8 suivant :

Tableau N° 8 : Prix et origine des intrants et fumure

Intrants	Unité	Prix (FCFA)	Origine
Salade	Sachet	-	Site (production personnelle)
Chou	Sachet (10 g)	3000	SOPAGRI/comm/UCOBAM
Carotte	50g	2500	SOPAGRI/commerce
Pomme de terre	Sac de 50 kg	45000 - 50000	UCOBAM
Cypercal	Boîte (11)	1 500	SOPAGRI/commerce
Fiente de poules	100 kg	1000	Centre Avicole
Fumier	Charrette	1000 - 1250	Ménage/abattoire

Toutes les formes de main d'œuvre sont utilisées : ouvriers agricoles pour la durée de la campagne, manœuvres journaliers ou à la tâche.

Les terres sont exploitées en droit d'usage.

- Calendrier cultural

La campagne commence pratiquement en octobre, mais est surtout liée à la durée de la campagne hivernale, elle se poursuivra jusqu'aux mois de mars et avril pour la grande production.

- Productions et circuit de commercialisation

Les plus importantes ventes concernent le chou et la salade. Les produits sont enlevés par les vendeuses au lieu de production. Les unités de vente sont les mêmes qu'ailleurs : la planche entière et le pieds unique de chou ou les trois pieds de salade pour les consommateurs. Dans les formes d'achat, le producteur procède lui-même à la récolte et au nettoyage des plants. Les prix fixés à l'achat sont consignés dans le tableau N° 9 ci-dessous.

Tableau N° 9 : Prix des produits

Produits	Unités	Prix (FCFA)
Salade	Planche	6000
	3 pieds	100
Chou	Planche	6000
	pieds	100 à 150
Pomme de terre	Kg	250

Il arrive des moments où les produits viennent des provinces voisines, il y a alors saturation du marché et des problèmes d'écoulement se posent, obligeant les producteurs à transporter leurs productions dans les marchés voisins : marché de Paspanga, rue marchande côté nord de la gendarmerie nationale, etc.

- Organisation et relations sociales et professionnelles

Les producteurs ne sont pas officiellement organisés, les visiteurs sont orientés vers un vieil exploitant habitant le site, autrement les activités et contacts sont individuels.

Ces derniers moments la DPA a affecté un agent d'encadrement pour l'appui conseil aux producteurs, ce qui facilite les contacts de travail des visiteurs.

d) Site de Kamboinsé

Site céréalier en périphérie, les superficies gérées sont relativement plus grandes en raison des cultures qui demandent plus d'espace et moins d'entretien par rapport aux cultures maraîchères.

- Techniques culturales

Les champs sont débarrassés de leurs résidus de récolte immédiatement après les récoltes. Ces résidus sont utilisés pour l'alimentation des animaux de cases ou de trait, comme combustible ou pour confectionner des clôtures.

Les champs ainsi libérés sont prêts à recevoir la fumure organique déchets urbains solides, fumier, ordures ménagères... Dès les mois de février ou mars, les conducteurs des camions font des dépôts dans les zones devenues accessibles. Les producteurs complètent par l'apport de fumier ou de lisier en provenance des concessions. Cette fumure organique est déposée en tas dispersés dans les champs pour être uniformément répandue à l'aide de brouettes, pelles, pioches et râtaux. Au cours de cette opération les objets encombrants des déchets urbains sont triés et mis à l'écart. La fumure minérale n'est pas utilisée, les producteurs trouvent assez chers le prix des engrais. Il n'est pas fait usage de déchets urbains liquides qui, semble-t-il brûlent les plants.

Les labours interviennent après les deux ou trois premières pluies. Ils sont soit manuels, soit à traction animale (asine) ou au tracteur selon l'équipement ou les moyens financiers dont dispose le producteur.

Le semis est manuel et en lignes ou en quinconce. Les semences utilisées sont des variétés locales sélectionnées par le producteur à partir de sa propre production. Elles sont traitées au thioral, à la thimine ou à l'apron plus.

Les sarclages sont manuels ou à la houe manga, suivis d'un buttage pour ceux qui disposent de charrue.

La récolte est également manuelle, elle s'effectue généralement en deux étapes pour les grandes céréales : abattage des tiges suivi de la récolte proprement dite. Les panicules de sorgho et les épis de mil sont transportés à l'état pour être conservés comme tel en attendant les besoins de consommation.

- Les moyens de production

L'équipement existant est constitué par l'animal de trait (l'âne), la charrue, la houe manga et la charrette. Le petit matériel local est indispensable.

La force de travail principale est la main d'œuvre familiale qui est aidée de manœuvres temporaires journaliers ou à la tâche pour l'épandage des déchets urbains, le semis, le sarclage et la récolte. La main d'œuvre coûte 1000 F pour épandre un chargement de déchets (travail à la tâche) et 500 à 600 Frs / jour pour les autres opérations. Le coût varie selon les conditions arrêtées : restauration comprise ou pas. A la récolte le paiement en nature existe. La location de tracteur pour le labour coûte 10 000 Frs /ha.

Les intrants utilisés proviennent soit de la production personnelle, soit du commerce. Les déchets urbains solides sont obtenus avec les chauffeurs de la mairie à des prix très variés car ce commerce n'est pas organisé officiellement. Les besoins sont estimés par les producteurs à environ 30 voyages de bennes (07 m³) de déchets urbains solides bruts pour bien fumer un ha. Ce qui correspond à 126 tonnes de déchets par hectare si nous retenons les ratios 0,60 kg/l (DIOP, 1993) cité par BAYILI et al. (1999). Le tableau N° 10 suivant indique les prix et les origines des différents intrants utilisés.

Tableau N° 10 : Prix et origine des intrants

Intrants	Unité	Prix FCFA	Origine
Semences	-	-	Production personnelle
Ordures ménagères	-	-	Production personnelle
Fumier	Charrette	750	Diverses origines
Fumier + transport	Charrette	1000	Diverses origines
Déchets urbains solides	Benne de 7 m ³	1000 – 2000	ville de Ouagadougou

Les terres sont une propriété des chefs de terre qui les prêtent sans aucune forme de redevance.

- Calendrier cultural

Les labours sont conditionnés par le début des pluies mais les travaux de préparation commencent depuis les mois de février et mars par les apports de fumures organiques et les récoltes ont lieu d'octobre à décembre.

- Production et circuit de commercialisation

Les producteurs affirment ne pas vendre leurs productions ; ils pratiquent une agriculture de subsistance. Les quelques cas de vente existant sont occasionnels, les unités et les prix recueillis sont présentés dans le tableau N° 11 suivant :

Tableau N° 11 : Prix de vente des produits agricoles

Produits	Unités	Prix (FCFA)
Sorgho	Assiette Yorouba	200 – 350
Mil	Assiette Yorouba	200 – 300
Arachide	Assiette Yorouba	175 – 250
Niébé	Assiette Yorouba	150 – 250 – 300

Les prix varient avec le temps : bas à la récolte et montent au fur et à mesure après la récolte.

- Organisation et relations sociales et professionnelles

Les producteurs ne sont pas organisés en groupement ou coopérative mais des démarches sont en cours pour la mise en place du groupement. Les produits ne sont pas destinés à la vente. Les rapports producteurs – clients sont privés.

Au niveau institutionnel il n'existe pas de structure officiellement responsabilisée pour le suivi de l'activité.

1.2 Caractéristiques chimiques des sols des sites

Le site de Kossodo pour les analyses de sol n'est pas pris en compte dans la présente étude. Aussi seuls sont considérés les résultats de l'horizon 0-20 cm dans la caractérisation chimique des sols. Les caractéristiques chimiques des sols des sites sont présentées dans le tableau N° 12 suivant :

Tableau N° 12 : Caractéristiques chimiques des sols (horizons 0-20 cm)

Paramètres	pH eau	pH KCl	C %	N %	C/N	M.O. %	P Total %	P assimilable %	K %
Sites									
Boulmiougou	6,34	5,83	0,99	0,07	14	1,71	0,05	0,01	0,03
Kamboinsé	6,99	6,28	0,67	0,03	22	1,16	0,01	0,001	0,02
Paspanga	7,07	6,45	1,8	0,1	18	3,10	0,11	0,08	0,04

1.2.1 Le pH (eau) des sols

Les sols présentent un pH (eau) compris entre 6,34 et 7,25. Ces valeurs selon les normes d'interprétation proposées par SOLTNER (1992) caractérisent ces sols de faiblement acides à neutres.

1.2.2 Teneur en Carbone total (C) (tableau 13)

Tableau N° 13 : Relation teneur en Carbone total et appréciation du sol

C %		< 2	2 à 3,2	3,4 à 6,2	5,2 à 8,6	> 8,6
		Sites				
Boulmiougou		0,99	-	-	-	-
Kamboinsé		0,67	-	-	-	-
Paspanga		1,8	-	-	-	-
Appréciation	Normes	Très	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche
ORSTOM (KABORE, 1995)		pauvre				

Ce tableau n° 13 nous permet de dire que les sols de nos sites d'études sont très pauvres en carbone.

1.2.3 Teneur en azote total (N) (tableau 14)

Des trois (03) éléments majeurs NPK, essentiels pour la croissance des plantes et qui permettent d'apprécier la fertilité d'un sol, l'azote (N) est l'élément capital pour l'augmentation des rendements.

Tableau N° 14 : Teneur en azote total et richesse du sol.

% N		< 0,05	0,05 à 0,1	0,1 à 0,15	0,5 à 0,25	> 0,25
Sites						
Boulmiougou			0,07	-	-	-
Kamboinsé		0,03	-	-	-	-
Paspanga			0,1	-	-	-
Appréciation selon	Normes	Très	Pauvre	Moyen	Riche	Très
(KABORE, 1995)		pauvre				riche

Il ressort du tableau ci-dessus que les sols des sites sont de manière générale pauvres en azote total. Ceux de Kamboinsé en sont très pauvres.

1.2.4 Le rapport C/N

La qualité de la matière organique est appréciée par le rapport C/N qui indique son degré d'évolution. Un rapport C/N autour de 10 – 12 exprime une bonne évolution de la matière organique tandis que un rapport C/N élevé (au-delà de 25) indique une accumulation de matières organiques peu évoluées. Ce stock organique fournit peu d'éléments minéraux, en particulier l'azote au sol.

Tableau N° 15 : Appréciation des sols selon le rapport C/N

Rapport C/N	< 8	8 à 12	12 à 25
Sites			
Boulmiougou			14
Kamboinsé			22
Paspanga			18
Appréciation C/N et classification des sols selon normes du mémento de l'agronome	Sol à faible réserve en matière organique	Matière organique bien décomposée	Matière organique mal décomposée

Sur la base des données du tableau N° 15, on peut affirmer que la matière organique des sols des différents sites est mal décomposée, particulièrement à Kamboinsé (C/N = 22) où les sols bénéficient de l'apport de déchets urbains solides bruts. Cet état dénote également une lente minéralisation de la matière organique de ces sols.

1.2.5 Teneur en matière organique des sols

La fraction organique joue un rôle très important dans le comportement d'un sol, dans l'alimentation minérale des plantes et le stockage de l'eau.

Tableau N° 16 : Matière organique totale et richesse du sol

% M.O	< 1	1 à 2	2 à 3	3 à 5	> 5
Sites					
Boulmiougou		1,71	-	-	-
Kamboinsé		1,16	-	-	-
Paspanga			-	3,10	-
Appréciation selon Normes ORSTOM (KABORE, 1995)	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche

Les sols ont des teneurs en matière organique totale allant de 1,16 % à 3,10%.

Le tableau N° 16 indique que les sols de Boulmiougou et de Kamboinsé sont pauvres en matière organique totale. Ceux de Paspanga en sont riches.

La valeur du C/N a montré que cette matière organique est mal décomposée.

1.2.6 Teneur en phosphore total (P)

Le phosphore stimule le développement racinaire. Il est nécessaire au développement des fruits et des graines, il stimule la floraison (FAO, 1987).

Tableau N° 17 : Teneur en phosphore total et richesse du sol

% P	< 0,05	0,05 à 0,1	0,1 à 0,15	0,15 à 0,30	> 0,30
Sites					
Boulmiougou		0,05	-	-	-
Kamboinsé	0,01	-	-	-	-
Paspanga			0,11	-	-
Appréciation selon Normes ORSTOM (KABORE, 1995)	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche

Les sols pour cet élément fertilisant (tableau N° 17) sont très pauvres (sols de Kamboinsé) à moyennement riches (site de Paspanga).

1.2.7 Teneur en phosphore assimilable

Tableau N° 18 : Teneur en phosphore assimilable et richesse du sol

% P assimilable	< 0,003	0,003 à 0,005	0,005 à 0,01	0,01 à 0,02	> 0,02
Sites					
Boulmiougou				0,01	
Kamboinsé	0,001				
Paspanga					0,08
Appréciation selon normes ORSTOM (KABORE, 1995)	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche

Les sols maraîchers de Boulmiougou et Paspanga sont respectivement riches et très riches en phosphore assimilable selon les normes ORSTOM. Cependant ceux du site céréalière de Kamboinsé présentent une pauvreté très remarquable.

1.2.8 Teneur en potassium total (K total)

Le potassium est l'élément favorisant la résistance des plantes aux maladies, il améliore la qualité des fruits et des légumes (FAO, 1987).

Les teneurs des sols étudiés en K total sont sensiblement identiques et très faibles (0,02% à 0,04%).

De manière générale les analyses chimiques révèlent que dans l'ensemble, les sols étudiés sont pauvres en éléments fertilisants majeurs N P K. Les récentes études du BUNASOLS (1998) confirment cette conclusion. Pour permettre l'utilisation durable et rentable de ces sols, il convient de gérer la fertilité en tenant compte des besoins des spéculations retenues.

1.3 Potentialités et contraintes pour le développement de l'AU dans la ville de Ouagadougou

1.3.1 Potentialités et contraintes du site de Boulmiougou

- **Potentialités**

Bien des potentialités existent sur le site maraîcher de Boulmiougou qui pourraient être judicieusement exploitées.

Il existe une importante gamme de cultures possibles, allant des exotiques aux traditionnelles. Boulmiougou est le seul site producteur de fraise dans la ville. Cette particularité permet de satisfaire tant soit peu les besoins de la ville en fraise, de susciter des habitudes alimentaires nouvelles.

La grande superficie du site offre des possibilités aux producteurs d'obtenir des superficies individuelles raisonnables et permettre une meilleure organisation de la gestion de l'espace.

Les techniques culturales sont suffisamment bien maîtrisées par l'ensemble des producteurs. Le site, interdit d'utilisation de déchets urbains, exclu l'hypothèse de pollution de ses produits végétaux.

L'organisation des producteurs en groupement constitue une force permettant d'aborder et de résoudre les problèmes de manière collective et de faire valoir le droit communautaire. Enfin le groupement est d'une maturité qui favorise le développement d'initiatives.

- **Contraintes**

Elles sont de plusieurs ordres.

L'**urbanisation** occupe progressivement le terrain, réduisant l'espace cultivable et menaçant l'activité maraîchère. Le site étant du domaine foncier de l'état, il est exploité sans sécurité foncière. En effet plusieurs fois inquiétés par des activités non maraîchères sur le site, le groupement a entrepris des démarches auprès de la mairie de Boulmiougou pour la délivrance d'une autorisation d'occupation des lieux afin de garantir leur activité de maraîchage.

Les contraintes liées à la production sont le fait :

- de l'inondation d'une partie du site en saison des pluies qui la convertit en champs de maïs et de riz ;
- des difficultés d'approvisionnement en intrants dues aux moyens financiers limités, au manque d'appuis financiers par l'octroi de crédit, à la cherté des intrants ;
- d'attaques de parasites surtout du chou ;
- de manque d'eau dû à l'assèchement du barrage avant la fin de la campagne. En effet d'autres usages sont faits de cette eau du barrage tels que les prélèvements par les entreprises de travaux publics pour la réfection des routes. Des négociations sont entreprises auprès des autorités locales pour trouver une solution.

Il existe également des contraintes d'ordre **commercial**. Il s'agit essentiellement :

- d'écoulement des produits liés à l'inorganisation de la production (possibilité limitée de programmation des productions) et à l'inorganisation du circuit de commercialisation
- le coût élevé des semences (pomme de terre) et des engrais minéraux.

Le manque de soutien institutionnel est un fait remarquable. C'est avec la décentralisation que la DPA chargée de la province s'est intéressée à l'AU mais sans soutien car l'agriculture en ville a été considérée comme une activité du secteur informel.

1.3.2 Potentialités et contraintes du Site de Kossodo

- Potentialités

Le site de Kossodo, site mixte présente les potentialités suivantes :

- les producteurs de kossodo sont à dominance féminin ce qui prend en compte l'intégration de la femme dans les activités de développement.
- le site reçoit en permanence cinq (05) sources d'eaux usées susceptibles de réduire les problèmes d'insuffisance d'eau d'irrigation si leur qualité venait à être sûre.
- l'étendue de la superficie fait que le site se prête à un aménagement

- la bonne maîtrise de la réalisation du réseau d'irrigation et de la conduite de l'eau prédisposent les producteurs à une meilleure gestion de l'eau d'irrigation après un éventuel aménagement.
- la bonne cohabitation des producteurs en l'absence de groupement favorise le bon fonctionnement d'un futur groupement et dénote de leur capacité à gérer leurs affaires sans intervention extérieure.

- Contraintes

La contrainte primordiale réside dans la mauvaise qualité de l'eau rejetée par les industries de la place. Cette eau ne serait pas traitée conformément aux règles. Elle reste impropre à l'usage agricole. Il semble que la situation se soit aggravée depuis l'installation de la tannerie : usine de traitement des cuirs et peaux. Des démarches ont été entreprises auprès des responsables de l'usine pour l'amélioration de la qualité de l'eau mais la situation reste inchangée. Les 5 sources d'eau pour le site présentent les qualités suivantes selon l'appréciation des producteurs (voir tableau N°19).

Tableau N° 19 : Qualité des eaux d'irrigation à Kossodo

Source d'eau	Qualité	Observations
Canal central	Bonne	En toute période
BRAKINA	Bonne	Mauvaise lundi & vendredi
Abattoir	Bonne	Mauvaise lundi & vendredi
TAN ALIZ	Très mauvaise	En toute période
ITS	Mauvaise	En toute période
Savonnerie	Mauvaise	En toute période

Il ressort des entretiens que les trois premières sources pourraient fournir de l'eau de qualité pour l'irrigation, malheureusement tous les canaux d'assainissement conduisent dans un même canal. Ce qui affecte en définitive la qualité de toutes ces eaux.

L'appréciation des producteurs de l'eau d'irrigation part de faits directs vécus : la mortalité et l'assèchement des plants suite à l'arrosage à l'eau des usines. Les autres aspects indirects ne sont pas perceptibles à court terme ce qui fait croire que l'eau du canal central est bonne. Il est même signalé l'impossibilité de réaliser des puits sur les sols du fait que la structure est détruite par les produits chimiques contenus dans les eaux usées.

La seconde contrainte est liée au foncier qui met les producteurs dans une situation instable les obligeant à aller à tout moment à la recherche de terre cultivable.

1.3.3 Potentialités et contraintes du site de Paspanga

- Potentialités

On retient de ce site les potentialités suivantes :

- la parfaite maîtrise des techniques de productions maraîchères par les exploitants ce qui réduit le travail de l'encadrement aux tâches d'évaluation des superficies, d'organisation des producteurs ;
- la bonne maîtrise de la dynamique des insectes ravageurs par les producteurs leur permet de jouer sur les calendriers culturaux ;
- la bonne connaissance du milieu de travail permet le choix des spéculations adaptées ;
- l'emplacement au cœur de la ville réduit considérablement les distances à parcourir des clients pour s'approvisionner et également celles des producteurs pour atteindre le lieu de travail.

- Contraintes

Les principales contraintes sont :

- la qualité douteuse des semences (souvent périmées) et leur coût élevé ;
- les maladies et attaques parasitaires ;
- les difficultés d'écoulement pendant la surproduction et l'arrivée de produits à bas prix des provinces voisines ;
- le coût élevé de la fumure organique ;
- l'insécurité due aux vols des produits sur le site ;
- l'insuffisance des terres.

En plus de ces contraintes diagnostiquées, on peut citer le problème de la qualité de l'eau d'irrigation et la position du site exposé aux fréquentes inondations par les eaux polluées de la ville pendant les premières pluies.

1.3.4 Potentialités et contraintes du site de Kamboinsé

L'activité contribue à la sécurité alimentaire des producteurs sur ce site. Ils estiment qu'elle réduit de manière considérable les charges monétaires liées à la satisfaction des besoins alimentaires de la famille. En outre la pratique de l'AU :

- permet la valorisation des terres et des déchets urbains ;
- occupe les producteurs en période d'hivernage.

La disponibilité en déchets urbains constitue également un atout.

Les principales contraintes relevées sont les nuisances des déchets urbains surtout dans leur état d'utilisation brut ; le développement excessif des mauvaises herbes avec l'utilisation de la matière organique ; l'inexistence de l'encadrement ce qui les prive de l'obtention de semences à haut rendement adaptées aux conditions climatiques ; l'apparition du charbon et du striga. L'urbanisation pose avec acuité le problème de terre déjà existant : une étendue de 3 km de long sur 2,5 km de large soit 750 Ha est lotie et est en voie d'expropriation aux producteurs. Le vol du maïs sur pied entrave sa culture. L'irrégularité et l'insuffisance de la pluviométrie constituent également une contrainte majeure.

1.4 Conclusion

Le développement de l'agriculture urbaine et périurbaine est confronté à nombre de contraintes dont le cadre institutionnel, le manque et la qualité de l'eau d'irrigation, l'insécurité foncière, les risques encourus dans l'utilisation des déchets urbains solides, etc. Cependant, des potentialités dégagées tel que l'intérêt que les producteurs portent à l'activité, les apports alimentaires assurés à la population, la valorisation des déchets urbains solides et partant la contribution à leur gestion et à l'assainissement de la ville, l'organisation des producteurs, l'implication des femmes, "l'ingéniosité" et le niveau de technicité acquis par les producteurs font que ce secteur mérite une attention particulière.

Ces éléments sont des facteurs favorables à un développement durable de l'activité agricole en milieu urbain et périurbain à condition que les contraintes majeures soient levées et que des mesures d'accompagnement soient envisagées en aval telle que l'organisation de la commercialisation, l'appui financier par l'instauration de l'octroi de crédit etc.

Ainsi les actions prioritaires auxquelles il conviendrait de s'atteler seraient la création du cadre institutionnel qui aurait en charge la tutelle de l'AU avec en son sein une équipe pluridisciplinaire compétente dans les domaines qui concernent l'amélioration des performances de l'activité.

CHAPITRE II : CARACTERISATION DES DECHETS URBAINS SOLIDES

2.1 Caractéristiques physiques des déchets solides

Les déchets urbains solides étudiés sont ceux provenant de la commune de Ouagadougou et entreposés en bordure des champs pour une utilisation comme amendements organiques.

L'étude ciblée sur ces déchets a l'avantage de permettre d'établir une relation entre la composition physique et chimique des déchets réellement utilisés dans l'agriculture et le niveau de fertilité des sols ainsi que leur niveau de toxicité.

Ces déchets provenant des lieux de collecte (bacs et tas au sol), offrent des possibilités de comparaisons des caractéristiques physiques et chimiques entre déchets des ménages (études antérieures) et déchets des bacs et des tas au sol.

Par contre cette étude restreinte présente l'inconvénient de ne pas permettre l'identification des producteurs potentiels de déchets urbains solides pertinents pour l'agriculture.

2.1.1 Composition physique des déchets urbains solides (DUS)

Les DUS représentent l'ensemble des ordures des ménages, des activités commerciales et artisanales, des activités industrielles, des services, etc. de taille et de nature variables dans le temps et dans l'espace.

Les investigations portées sur environ neuf (09) tonnes de déchets ont donné les résultats présentés dans le tableau N° 20 suivant :

Tableau N° 20 : Composition physique(pondérale et centésimale) des DUS

Composantes	Poids (Kg)	%
Déchets bruts	8 728,60	100,00
M.O. et terreaux	7 582,60	86,87
Déchets domestiques	200,00	2,29
Métal et verre	240,60	2,76
Papier et carton	87,00	0,99
Piles et batteries	16,60	0,19
Déchets biomédicaux	8,00	0,09
Déchets plastiques	321,90	3,69
Autres (objets non classés)	271,90	3,12
Total	8 728,60	100,00

Etant donné la difficulté de pouvoir établir la catégorisation la plus détaillée possible à cause de la très grande hétérogénéité des déchets de Ouagadougou, nous avons retenu les 8 catégories présentées dans le tableau N° 20. Elles renferment les éléments suivants :

- 1- terre, cendres, charbon, restes d'aliments, débris de végétaux, etc.
- 2- chiffons, restes de matelas, vieilles chaussures, vieux sacs, etc.
- 3- métal (fer, cuivre, aluminium, etc.) et verre (matière en verre)
- 4- emballages cartonnés, papier de bureau ou du commerce
- 5- piles et batteries
- 6- tout produit hospitalier, pharmaceutique et leur emballage, matériels de soins usagers (seringues, sachets de sérum, aiguille, coton, compresse, matériel de perfusion, reste de médicaments, etc.)
- 7- emballages plastiques, sachets plastiques
- 8- ruines, restes de poteries, reste de matériaux de démolition, etc.

Des études antérieures, (BILGO, 1992 ; SEREME, 1995 ; CLERC, 1996) ont traité du domaine mais il n'existe pas une catégorisation standard retenue pour classer les déchets. Les regroupements ou détails sont plus ou moins selon les besoins de l'étude. De manière générale on constate que dans le cas des déchets urbains solides pris globalement, le taux des "matériaux d'amendement" : m.o. + fines 86,87 % est légèrement plus faible que dans les ordures ménagères 90 % étudiées par DESCONETS et GUENE en 1998 (GUENE, 2000). Cela s'explique fort bien par la forte présence des déchets de cuisine, des débris alimentaires, de restes d'aliments que d'objets encombrants dans les poubelles par rapport aux déchets des bacs et des dépôts qui, en plus de ces ordures ménagères reçoivent les déchets de commerce, de l'artisanat abaissant le taux de matière organique.

2.1.2 Analyse de la composition physique des déchets urbains

Une grande partie des déchets urbains de la ville de Ouagadougou sont récupérables à des fins d'amendements agricoles. Le tableau N° 20 révèle 86,87% de terreau, de matière organique fraîche, de fines. Cette frange des déchets, issue d'un tri manuel, reste imparfait. Cependant on peut estimer à plus de 50 % la fraction pouvant être transformée en compost comme l'a signalé CORBIER (1985) cité par BILGO (1992). En effet cette fraction fermentescible est riche en terre. Cette observation a également été faite par SEREME (1995). Cette terre provient du ramassage des déchets, du balayage des rues. Elle est également riche en cendre des ménages. Les analyses de laboratoires sur les paramètres chimiques rendent compte de la valeur fertilisante des déchets.

La frange des déchets plastiques pour 3,69 % du poids total des déchets, occupe la deuxième position après les matières biodégradables. Elle est composée presque exclusivement de sachets plastiques. Ces sachets plastiques, de par leur nature imperméable, pourraient jouer un rôle néfaste à l'agriculture. En effet le nombre impressionnant de sachets plastiques contenus dans les déchets, fortement entremêlés aux autres objets font que leur tri s'avère pénible pour les producteurs.

Aussi sont-ils répandus comme tel dans un premier temps avec l'ensemble des déchets sur le sol et plus ou moins bien récupérés dans un second temps par ratissage pour être brûlés. Cette opération reste fastidieuse et n'est toujours pas exécutée. Ce qui explique l'importance des superficies de champs couvertes par les sachets plastiques. Cet état de fait favorise le développement d'un film plastique sur le sol, imperméable à la pénétration de l'eau indispensable à la levée des semis et au développement des plants. En outre, *YODA (1997)* fait observer que les sachets plastiques, à long terme gênent l'aération du sol, surchauffent les espaces cultivables en cas de manque de pluie et sont source de baisse de rendements des cultures. Ces sachets plastiques, jouent non seulement un rôle néfaste dans l'agriculture mais également constituent un sérieux problème environnemental par leur envol qui pollue tous les milieux. L'incinération des matières plastiques est une source majeure de pollution atmosphérique due au dégagement des composés chlorés (chlore, acide chlorhydrique) et autres polluants gazeux.

Les déchets biomédicaux bien qu'en pourcentage faible (0,09) constituent un problème de santé publique quand on sait que les déchets sont manipulés sans soins et sans matériels de protection. On estime que la source de production de ces déchets biomédicaux serait les cliniques privées répandues dans la ville de Ouagadougou et le fait des soins à domicile. Les formations sanitaires nationales : centres médicaux, hôpital Yalgado OUEDRAOGO seraient dotés de matériels pour la collecte et le traitement adéquat de leurs déchets. Les déchets non traités sur place sont transférés sur les décharges et non pas vendus pour les amendements nous ont laissé entendre les producteurs. Ce qui est confirmé par les résultats de nos recherches. En effet l'absence de certains déchets médicaux dans nos échantillons: poches de sang, plâtre en provenance uniquement de l'hôpital, retrouvés sur les décharges dans le cadre de l'étude de réhabilitation des décharges par le 3^{ème} projet urbain expliquerait que les déchets de l'hôpital sont évacués sur les décharges.

Les métaux et le verre pour les quantités retrouvées constituent un risque important du fait de leur non élimination mais plutôt de leur accumulation dans le sol avec le temps. Ils présentent deux dangers : risque de blessures directes en contact des objets tranchants et pointus et risque de toxicité du sol par la libération d'éléments oxydés ou réduits.

Les piles et les batteries sont présentes au taux de 0,19%. Cela ne signifie pas effectivement qu'elles existent en faible quantité dans les déchets. Leur état physique peut avoir été modifié. Aussi ce taux paraît faible, mais l'action de ces éléments s'avère très dangereux pour l'environnement et l'écologie compte tenu des éléments entrant dans la fabrication de ces matériels.

2.2 Caractéristiques chimiques de la fraction organique des déchets urbains solides et du compost

L'apport en matière organique est le principal effet recherché dans les déchets lors de l'épandage en amendements organiques. Aussi une des qualités importantes recherchée dans les déchets urbains pour leur valorisation agricole est la teneur en éléments fertilisants de la fraction organique. Ceci permet d'évaluer leur contribution dans l'amélioration de la fertilité des sols sous diverses formes d'utilisation (bruts ou compostés).

Les risques de toxicité et/ou de contamination liés à l'utilisation des déchets urbains comme amendements organiques ne sont pas à négliger. Il importe donc de rechercher la présence des pathogènes et de métaux lourds dans ces déchets.

2.2.1 Teneur en éléments fertilisants

Le tableau N° 21 présente les caractéristiques chimiques des déchets urbains solides et des composts étudiés.

Tableau N° 21 : Composition chimique des composts et DUS

Paramètres Substrats	PH (eau)	pH (KCl)	C %	N %	C/N	MO %	P total %	P %	K %
Compost Wogodogo*	Nd	Nd	13,12	0,99	13	22,80	0,33	Nd	0,90
Compost CREPA*	Nd	Nd	7,80	0,61	13	13,40	0,19	Nd	0,53
Compost secteur 10	7,87	7,55	15,64	0,64	24	26,96	0,23	0,02	1,29
Compost secteur 19	7,31	7,16	7,99	0,36	22	13,77	0,13	0,04	0,45
DUS (fraction MO)	7,51	7,22	4,86	0,34	14	8,39	0,13	0,01	0,27

* : Données obtenues sur des échantillons prélevés par le CREPA et analysés aux Pays Bas

Nd : Non déterminé

- Les déchets urbains solides (fraction matière organique)

Les déchets urbains solides étudiés, pour avoir séjourné quelques temps sous la pluie en hivernage trouvent certes, quelque peu leur composition chimique modifiée.

Mustin, (1987) définit les conditions physico-chimiques favorables pour le compostage des substrats comme suit :

- Le C/N optimal de départ situé entre 30 et 35 est favorable, il décroît constamment au cours du compostage pour se stabiliser vers 10 (entre 15 et 10) dans un compost fini ;
- le rapport N/P varie de 2 à 5 ;
- la teneur du phosphore se situe entre 0,2% et 0,3% ;
- la teneur optimale de K est comprise entre 0,2 % et 0,5 % ;
- la gamme optimale de pH est celle des conditions optimales de vie des micro organismes pH 6 à 8.

Au regard du tableau N° 22 synthétisant ces conditions, la fraction matière organique de nos déchets se prête bien au compostage. Les travaux de SEREME, (1995) ont confirmé l'aptitude au compostage des ordures ménagères de la ville de Ouagadougou.

Tableau N° 22 : Conditions physico-chimiques des substrats pour un bon compostage

Conditions	Zone optimale	DUS
C/N	30 - 70	14
N/P	2 - 5	2,6
% P	0,2 - 0,3	0,13
% K	0,2 - 0,5	0,27
pH	6 - 8	7,51

Les études antérieures BILGO, (1992) et CLERC, (1996) concluent que les déchets urbains solides présentent une pauvreté en éléments fertilisants majeurs NPK. En effet nos études confirment ces résultats. La teneur en chacun de ces éléments est inférieur à 1%. En dépit de cela, les déchets constituent un facteur d'accroissement de la production des sols amendés par rapport aux sols non amendés selon l'appréciation des producteurs. Ils joueraient alors un rôle important dans la résolution des problèmes de fertilité des sols.

- Les composts

Les composts issus des ordures ménagères des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou présentent les caractéristiques chimiques suivantes :

- le pH reste au-dessus du pH de la neutralité. Il est de 7,87 et 7,31 respectivement pour le compost du secteur 10 et celui du secteur 19 ;
- le rapport C/N est très variable sur les différents composts étudiés. Avec un rapport C/N supérieur à 19 ces composts sont considérés comme non mûrs si l'on se réfère aux critères de maturité d'un compost de Mustin (1987).
- les taux de phosphore et de potassium sont supérieurs à ceux des DUS.

2.2.2 Teneur en métaux lourds

Les risques liés à l'utilisation des déchets urbains sont estimés à partir des teneurs en métaux lourds dans leur fraction organique. Dans les déchets, les origines des métaux lourds sont les suivants (CLERC, 1996).

Métaux lourds	Objets d'origines
Cuivre (Cu)	Conducteurs électriques, encre d'imprimantes
Plomb (Pb)	Batteries, peintures, carburants
Cadmium (Cd)	Piles Cd – Ni, pigments, alliages, composants électriques
Nickel (Ni)	Piles Cd – Ni
Chrome (Cr)	Peinture, dichromate des piles, déchets des tanneries
Zinc (Zn)	Alliages, pigments.

Source : CLERC, 1996

Les résultats des analyses sur les métaux lourds des composts sont présentés dans le tableau N° 23 comparés aux normes de pays européens au tableau N° 24.

Tableau N° 23 : Teneur (mg/kg) en métaux lourds des composts et des DUS

Métaux lourds	Cu	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Zn
Compost Wogodogo	35	156	0,28	1,6	9,5	11	94	227
Compost CREPA	29	43	0,11	2,6	9.2	10	91	106

Tableau N° 24 : Limites maximales des teneurs en métaux lourds aux Pays - Bas

Pays	Cu	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Zn
Pays - Bas	60	100	0,3	1	15	20	50	200

Source : Atelier d'avancement du projet du 21 – 24 mars 2000

Seule la teneur en cadmium dans le compost du CREPA atteint un taux dangereux (2.6 mg/kg) soit deux fois les limites tolérées (1.0 mg/Kg) selon les normes néerlandaises (document du projet, atelier du 21-24 mars 2000).

Ces teneurs peuvent varier énormément dans le temps et dans l'espace mais aussi en fonction de beaucoup d'autres facteurs dont la nature des déchets, la qualité du tri, etc. Les normes sont également variables d'un pays à l'autre.

Les métaux lourds sont des éléments toxiques qui présentent des risques de santé humaine à de très faibles concentrations. Ils ne sont pas biodégradables et s'accumulent de manière irréversible dans le sol. Il convient alors de suivre attentivement leur évolution dans les substrats (déchets et composts) en matière de valorisation agricole des déchets urbains et également dans le sol comme dans les produits agricoles.

2.3 Aptitude à la biodégradation des déchets urbains solides et des composts

2.3.1 Test de respirométrie :dégagement journalier de CO₂ (tableau N°25)

L'examen du tableau N°25 laisse apparaître deux parties différentes. La première partie est caractérisée par un dégagement très important du CO₂. Sa durée est de un jour pour tous les traitements. Le niveau de production de gaz carbonique pendant cette période est de 3,96 mg/j pour le sol seul (sol sans apport de compost), 4,42 ; 4,14 ; 4,30 et 3,92 lorsque l'incubation est faite avec un sol contenant respectivement le fumier, le compost 1, le compost 2, et les déchets urbains solides.

La seconde partie se caractérise par une décroissance plus ou moins rapide et plus ou moins continue pour tous les traitements. Ainsi on constate une baisse plus rapide et continue pour tous les traitements jusqu'au 3^{ème} jour puis lente jusqu'au 7^{ème} jour et en fin de l'expérience les dégagements journaliers de CO₂ sont faibles. Les plus faibles dégagements sont obtenus avec le traitement sol + déchet et les plus élevés le traitement sol + fumier.

L'apport d'azote ne modifie pas l'évolution qui vient d'être décrite. Cependant on constate que cet apport augmente légèrement les quantités de CO₂ dégagées quotidiennement jusqu'au 6^{ème} et 7^{ème} jour pour les différents traitements par rapport aux traitements sans azote. Au-delà du 7^{ème} jour pratiquement c'est le contraire qui est observé. Les traitements avec azote dégagent moins que les traitements sans azote, ainsi à la fin de l'expérience les dégagements journaliers de CO₂ sont plus faibles sur les traitements avec azote que sur les traitements sans azote.

2.3.2 Test de respirométrie : productions cumulées de CO₂ (tableau N° 25, figure N° 4)

L'observation de ces courbes montre effectivement l'importance de la minéralisation intervenant en début d'incubation. Les courbes se caractérisent donc par une rapide croissance suivie d'une baisse de la pente se traduisant par la réduction de la minéralisation, elles permettent de dégager une hiérarchie de l'influence des substrats organiques sur l'activité minéralisatrice du sol.

Tableau N° 25 : Test respirométrie Dégagement journalier et cumulé de CO₂

jours	Sol seul				Sol + fumier				Sol + compost 1				Sol + compost 2				Sol + dechet			
	Q mg (CO2/j)		Cumul mg CO2		Q mg (CO2/j)		Cumul mg CO2		Q mg (CO2/j)		Cumul mg CO2		Q mg (CO2/j)		Cumul mg CO2		Q mg (CO2/j)		Cumul mg CO2	
	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N
1	3,96	4,38	3,96	4,38	4,42	4,58	4,42	4,58	4,14	3,98	4,14	3,98	4,30	4,20	4,30	4,20	3,92	4,12	3,92	4,12
2	2,88	3,26	6,84	7,64	3,20	3,56	7,62	8,14	2,96	3,04	7,10	7,02	2,86	3,26	7,16	7,46	2,68	2,98	6,60	7,10
3	2,58	2,44	9,42	10,08	2,88	3,20	10,50	11,34	2,20	2,78	9,30	9,80	2,26	2,46	9,42	9,92	2,02	2,26	8,62	9,36
4	2,32	3,06	11,74	13,14	2,82	3,10	13,32	14,44	2,08	2,70	11,38	12,50	2,16	2,78	11,58	12,70	2,02	2,72	10,64	12,08
5	2,10	2,76	13,84	15,90	2,78	3,12	16,10	17,56	1,86	2,70	13,24	15,20	1,88	2,48	13,46	15,18	1,82	2,38	12,46	14,46
6	1,76	1,86	15,60	17,76	2,32	2,24	18,42	19,80	1,56	2,00	14,80	17,20	1,52	1,88	14,98	17,06	1,40	1,88	13,86	16,34
7	1,44	1,38	17,04	19,14	2,06	1,90	20,48	21,70	1,50	1,70	16,30	18,90	1,38	1,46	16,36	18,52	1,26	1,38	15,12	17,72
9	2,36	2,36	19,40	21,50	3,20	3,04	23,68	24,74	2,18	2,46	18,48	21,36	2,44	2,14	18,80	20,66	2,30	2,10	17,42	19,82
11	2,68	2,34	22,08	23,84	3,34	2,92	27,02	27,66	2,46	2,34	20,94	23,70	2,42	2,22	21,22	22,88	2,36	2,14	19,78	21,96
13	2,24	2,10	24,32	25,94	3,00	2,66	30,02	30,32	2,14	2,10	23,08	25,80	2,22	2,10	23,44	24,98	2,02	2,10	21,80	24,06
15	2,20	2,04	26,52	27,98	2,94	2,58	32,96	32,90	2,06	2,30	25,14	28,10	2,20	2,06	25,64	27,04	1,98	1,92	23,78	25,98
17	2,06	1,94	28,58	29,92	2,78	2,32	35,74	35,22	1,92	2,04	27,06	30,14	2,02	1,94	27,66	28,98	1,82	1,82	25,60	27,80
19	1,84	1,68	30,42	31,60	2,46	2,20	38,20	37,42	1,68	1,76	28,74	31,90	1,78	1,68	29,44	30,66	1,70	1,50	27,30	29,30
21	1,70	1,62	32,12	33,22	2,26	2,00	40,46	39,42	1,86	1,64	30,60	33,54	1,74	1,68	31,18	32,34	1,66	1,50	28,96	30,80

Compost 1= compost à base d'ordures ménagères du secteur 10

Compost 2= compost à base d'ordures ménagères du secteur 19

Déchets = fraction organique des déchets urbains solides

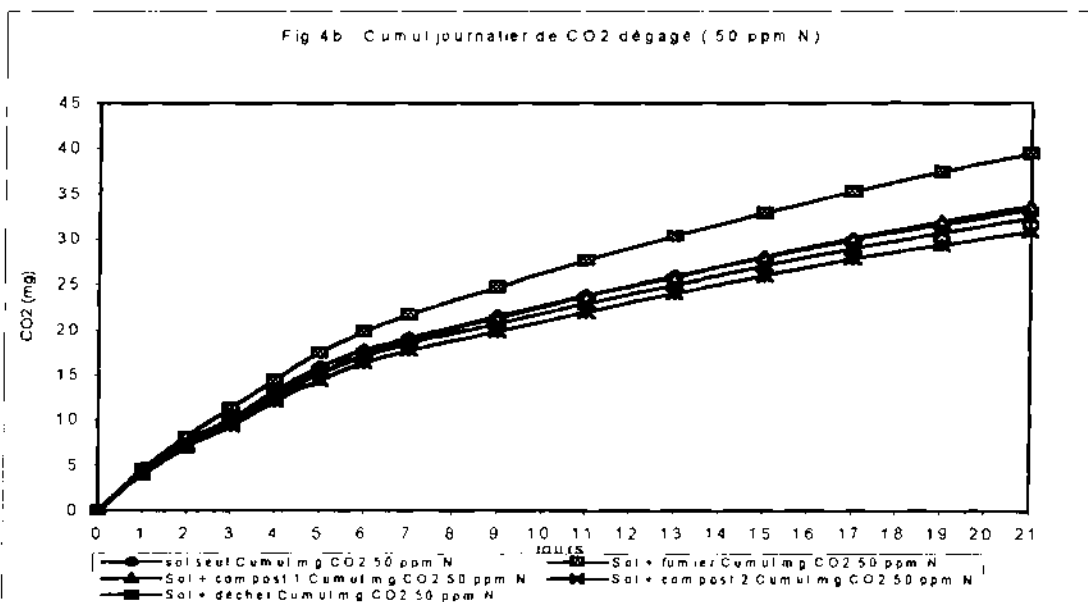
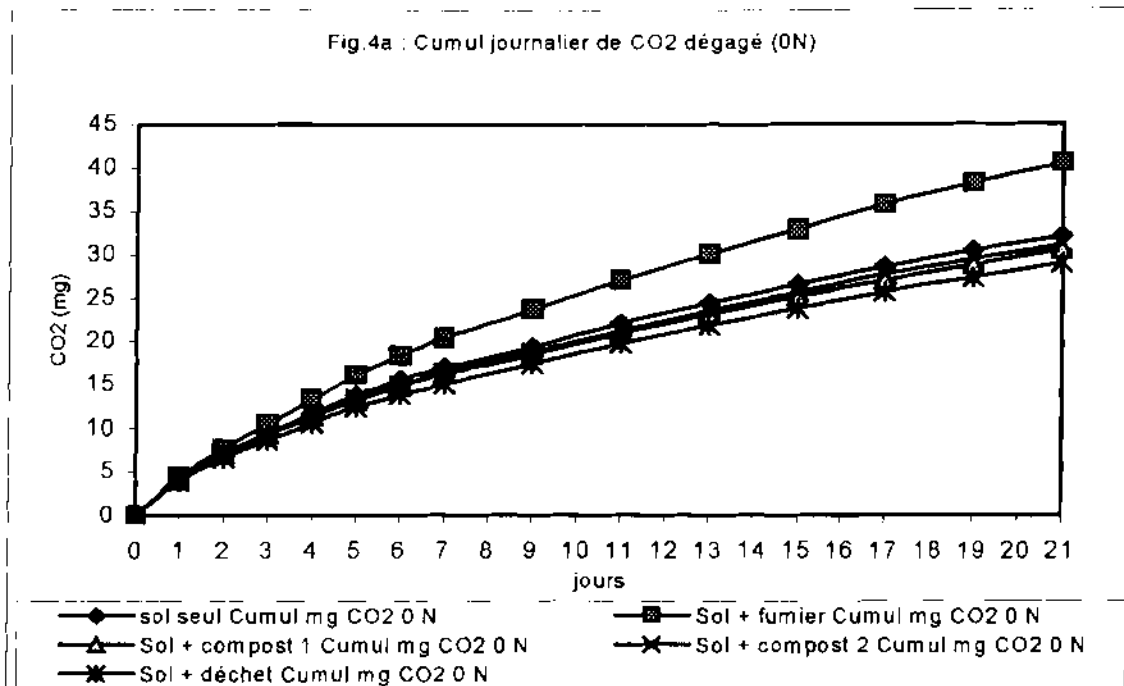


Figure N°4 : Test respirométrique ; dégagement cumulé de CO₂

L'analyse de variance (annexe N°2) indique une différence significative entre les traitements et non significative pour le facteur azote.

La minéralisation la plus importante a lieu avec le sol + fumier et la moins importante avec le sol + déchet

2.3.3. Test de respirométrie : évolution du taux de minéralisation complémentaire journalier et cumulé (tableau N°26)

Le taux de minéralisation complémentaire (TMC) ou taux de dégradation du compost est exprimé à partir de la différence entre les quantités de CO₂ dégagées par le sol enrichi et le sol seul (sol témoin). Cette différence permet de prévoir l'aptitude à la minéralisation dans le sol des divers substrats étudiés et l'importance de leur disparition dans le sol par la biodégradation (MOREL, 1977) cité par BILGO (1992).

a) Evolution du taux de minéralisation complémentaire journalier

L'examen du tableau N° 26 montre que la minéralisation du fumier est minimale en début d'expérience et remonte légèrement à partir du 4^{ème} jour. Le premier jour la minéralisation est relativement forte puis baisse lentement par la suite. Le 4^{ème} jour elle remontera pour fluctuer entre 0,90% et 1,50%. On constate que les TMC des composts sont positifs ; le premier jour pour le compost 2 et les deux premiers jours pour le compost 1. Par la suite ils deviennent pratiquement négatifs tout le long de l'expérience. Quant aux déchets, leurs TMC restent négatifs tout le long de l'expérience.

Les mêmes observations (TMC négatifs) sont faites par BILGO (1992) le premier jour de l'incubation avec les coques d'arachides, les balles de riz et le compost des broussailles et par MOREL (1977) cité par BILGO (1992) avec la boue de Nancy.

Tableau N° 26 Test de respirometrie TMC journalier et cumule

jours	Sol + fumier				Sol + compost 1				Sol + compost 2				Sol + déchet			
	TMC j		TMC Cumul		TMCj		TMC Cumul		TMC j		TMC Cumul		TMC j		TMC Cumul	
	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N	0 N	50 ppm N
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,76	0,33	0,76	0,33	0,80	-0,02	0,80	-0,02	2,95	-1,56	2,95	-1,56	-0,57	-3,71	-0,57	-3,71
2	0,53	0,50	1,29	0,83	0,36	-0,01	1,15	-0,03	-0,17	0,00	2,78	-1,56	-2,86	-4,00	-3,43	-7,71
3	0,50	1,26	1,03	1,76	-1,69	0,02	-1,33	0,01	-2,78	0,17	-2,95	0,17	-8,00	-2,57	-10,86	-6,57
4	0,83	0,07	1,33	1,33	-1,07	-0,02	-2,75	0,00	-1,39	-2,43	-4,17	-2,26	-4,29	-4,86	-12,29	-7,43
5	1,13	0,60	1,96	0,66	-1,07	0,00	-2,13	-0,02	-1,91	-2,43	-3,30	-4,87	-4,00	-5,43	-8,29	-10,29
6	0,93	0,63	2,06	1,23	-0,89	0,01	-1,95	0,00	-2,09	0,17	-4,00	-2,26	-5,14	0,29	-9,14	-5,14
7	1,03	0,86	1,96	1,49	0,27	0,01	-0,62	0,02	-0,52	0,70	-2,61	0,87	-2,57	0,00	-7,71	0,29
9	1,39	1,13	2,42	1,99	-0,80	0,00	-0,53	0,02	0,70	-1,91	0,17	-1,22	-0,86	-3,71	-3,43	-3,71
11	1,10	0,96	2,49	2,09	-0,98	0,00	-1,78	0,00	-2,26	-1,04	-1,56	-2,95	-4,57	-2,86	-5,43	-6,57
13	1,26	0,93	2,36	1,89	-0,44	0,00	-1,42	0,00	-0,17	0,00	-2,43	-1,04	-3,14	0,00	-7,71	-2,86
15	1,23	0,90	2,49	1,83	-0,62	0,01	-1,07	0,01	0,00	0,17	-0,17	0,17	-3,14	-1,71	-6,29	-1,71
17	1,19	0,63	2,42	1,53	-0,62	0,00	-1,24	0,02	-0,35	0,00	-0,35	0,17	-3,43	-1,71	-6,57	-3,43
19	1,03	0,86	2,22	1,49	-0,71	0,00	-1,33	0,01	-0,52	0,00	-0,87	0,00	-2,00	-2,57	-5,43	-4,29
21	0,93	0,63	1,96	1,49	0,71	0,00	0,00	0,00	0,35	0,52	-0,17	0,52	-0,57	-1,71	-2,57	-4,29

Compost 1= compost d'ordures menageres secteur 10

Compost 2= compost d'ordures menageres secteur 19

Dechet = fraction organique de dechets urbains solides de Ouagadougou

Ces faits peuvent s'expliquer par des difficultés de minéralisation due à une inhibition de l'activité microbienne. L'apport d'azote ne change pas la situation.

L'observation de valeurs négatives au niveau des TMC journaliers rend difficile une quelconque interprétation de la biodégradabilité et de la minéralisation des substrats.

2.4 Conclusion

La qualité des déchets urbains solides pour l'agriculture s'apprécie par leur composition physique (quantité de la fraction organique), la composition chimique de cette fraction organique (qualité physico-chimique et teneur en métaux lourds) et sa capacité de minéralisation.

Les déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou sont très hétérogènes, ils comportent une proportion importante de matériaux utilisables pour les amendements organiques ce qui explique les importants besoins exprimés par les producteurs. La présence de divers objets indésirables et à risque pose des difficultés pour leur utilisation dans l'agriculture. En effet dans la manipulation des déchets on est confronté à des nuisances de deux ordres :

- Les nuisances directes :
 - éparpillement des déchets légers dans la nature dû au transport par le vent ;
 - odeurs se dégageant de la décomposition des ordures, respirées lors de leur épandage ;
 - risques de blessures au contact avec les objets tranchants et pointus (tessons de bouteille, aiguilles, seringues, etc.), risque de contamination ;
 - contact avec les poussières dans les yeux et dans la gorge.

- Les nuisances indirectes :
 - pollution des eaux de surface ou souterraine ;
 - contamination des sols cultivés avec risques pour les cultures sur ces sols ;

Il existe un besoin réel en déchets urbains au niveau des agriculteurs pour les amendements organiques de leurs champs. Bien que les quantités d'éléments fertilisants apportées par ces déchets ne soient pas bien connues à cause de leur grande variabilité liée à la période de production et à la composition des déchets, les études antérieures ont montré l'existence effective d'azote (N), de phosphore (P), de potassium (K), de carbone (C) et d'autres oligo éléments dans les déchets de la ville de Ouagadougou. Ainsi compte tenu de l'importance de la matière organique contenue dans ces déchets urbains solides de Ouagadougou et des quantités annuelles produites, il apparaît important d'améliorer la production, de renforcer les performances du produit et de minimiser ses risques. D'où les opérations suivantes dans la gestion des déchets urbains solides : sélection des composantes des déchets selon les besoins depuis la source, collecte sélective, amélioration de la qualité des composts lors du compostage.

CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

L'agriculture (péri)urbaine est un secteur qui peut contribuer de manière significative à la sécurité alimentaire durable et à l'hygiène en milieu urbain. Sécurité alimentaire qui signifie accès pour tous et à tout moment à la nourriture nécessaire pour mener une vie saine (Gertel, 1997). La sécurité alimentaire durable vise à réaliser cet objectif sans compromettre la capacité productive des ressources naturelles, l'intégrité des systèmes biologiques et la qualité de l'environnement. Ce rôle capital de l'AU nous a amené à rechercher les contraintes qui handicapent son développement, à identifier les potentialités qui s'offrent à elle dans le cas de la ville de Ouagadougou. A l'issue de ce diagnostic, des propositions de solutions qui visent la levée de ces contraintes ont été faites pour permettre à l'agriculture urbaine d'occuper la place qu'il lui faut.

Le travail que nous avons effectué, a abordé la question dans le domaine de la production végétale et de celui de la gestion des déchets urbains solides pour une meilleure valorisation agricole.

Le diagnostic a permis de dégager des contraintes d'ordre politique, institutionnel, socioéconomique et physique au nombre desquels :

- l'absence de prise en compte du secteur dans les politiques de développement
- le non suivi des activités par les structures d'encadrement
- les difficultés d'accès à la terre ou sa précarité due à l'urbanisation
- les risques et difficultés d'utilisation des déchets urbains vue leur composition physique et chimique très hétérogène.

Aussi les potentialités, facteur de durabilité de la promotion de l'activité ont été identifiées suivant le même ordre. Il a ainsi été constaté :

- l'amorce d'une prise de conscience par les services techniques qui a amené le directeur provincial de l'agriculture du Kadiogo a affecté des agents d'encadrement sur les périmètres maraîchers en dépit des positions contraires au principe
- l'existence d'une bonne base de connaissance des pratiques maraîchères
- l'existence d'une gamme variée de productions
- l'existence de la ressource humaine disponible, etc.

La caractérisation et l'analyse des systèmes de production agricole, les analyses chimiques du sol et la caractérisation physique et chimique des déchets ont complété le diagnostic dans la recherche de contraintes et de potentialités. Ainsi les analyses de sols ont permis de révéler leur pauvreté en éléments nutritifs NPK avec cependant un pH neutre non limitatif pour leur mise en valeur agricole. L'aptitude au compostage des déchets urbains solides a été mise en évidence. Ce compostage pourrait améliorer leur qualité.

A l'issue des résultats obtenus, nous jugeons important la création d'un cadre institutionnel adapté aux conditions de l'AU. Vu son caractère complexe impliquant les compétences de plusieurs secteurs, une équipe pluridisciplinaire et pluri institutionnelle serait plus indiquée.

Dans le cadre de la recherche de solutions aux difficultés immédiates afin de maintenir l'activité en attendant, un certain nombre d'actions peuvent être entreprises en vue de sauver les productions souvent très aléatoires sur les sites de Boulmiougou et Kossodo.

Il s'agit pour Boulmiougou de trouver des acteurs de développement pour mobiliser la ressource eau qui s'épuise en pleine campagne compromettant surtout la plus importante culture qu'est la fraise. Une planification de la mise en cultures en tenant compte des réserves d'eaux disponibles aiderait également à mieux gérer la situation.

A Kossodo le problème crucial étant la qualité de l'eau d'irrigation, il est urgent que les industriels songent à améliorer, conformément aux textes en vigueur, cette qualité des eaux usées qu'ils rejettent.

Dans le long terme les actions pour la protection et la promotion de l'AU seraient :

- la diffusion des avantages mais aussi des risques dans les pratiques actuelles de l'AU pour sensibiliser toute la population et amener les décideurs à réserver la place qu'il faut à cette activité ;

- de décourager ou de suspendre l'urbanisation "sauvage" qui exproprie les producteurs de leurs parcelles quant on connaît les moyens insuffisants des autorités d'aménager les zones déjà loties pour offrir un cadre de vie acceptable aux populations, en faveur de l'organisation de l'occupation des espaces déjà lotis et de leur aménagement en vue d'améliorer le cadre de vie ;
- d'aider les politiques à sensibiliser la population sur le bien fondé de l'AU pour pouvoir prévoir en cas de lotissements, des zones d'agriculture sans opposition de la population car à Ouagadougou le foncier loti est plus lucratif que le foncier agricole
- d'introduire dans la collecte des déchets le non mélange à la base, méthode qui met à l'abri des risques : les collecteurs, les agriculteurs et même toute la population par le regroupement des déchets par nature. Ceci éviterait les blessures par contacts directs ou par toxicité dans la consommation des produits agricoles dans le cadre de la valorisation agricoles des déchets. Cette action particulière de non mélange à la base comporte tant bien des avantages que des inconvénients à tel point qu'il importe de l'examiner dans un autre cadre. Le non mélange constitue dans tous les cas, la meilleure forme de toute valorisation des déchets. Il importe seulement de prévoir en amont comme en aval des actions de sensibilisation, d'explication, d'encouragement en impliquant les personnes et les moyens qu'il faut et en ciblant la population qu'il faut également.

En somme dans les perspectives politiques et décideurs, il s'agira de mettre en place une stratégie nationale prenant en compte l'AU, d'élaborer des textes la rendant non informelle.

En perspectives de recherche il serait encore nécessaire :

- d'améliorer les techniques de valorisation des déchets urbains ;
- de pousser la recherche sur les métaux lourds dans les déchets, les sols sous apports de déchets urbains, les produits agricoles issus de ces champs, les eaux usées ;
- de mettre en place des normes de qualités adaptées à notre environnement.

Cette diversité et complexité des actions dans le secteur de l'AU nécessite la mise sur pied d'un réseau pour mieux les coordonner.

BIBLIOGRAPHIE

Assemblée des Députés du Peuple, 1996. Loi n°014/96/ADP portant réorganisation agraire et foncière au Burkina Faso, 44 p.

BAYILI P., TAPSOBA L.M.A., OUEDRAOGO M., 1999. Gestion et financement des déchets solides municipaux dans la ville de Ouagadougou, 73 p.

BILGO A., 1992. Contribution à la valorisation agricole des différentes sources de matière organique au Burkina Faso : évaluation des potentialités et des caractéristiques des déchets agricoles, agro-industriels et urbains. Mémoire de fin d'études IDR, Université de Ouagadougou, 87 p.

BUNASOLS, 1998. Etude morpho-pédologique de la province du Kadiogo. Echelle 1/50 000è. Rapport technique (III), 72p.

BURGEAP, 1998. Etude de réhabilitation des décharges de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Etudes Techniques pour la faisabilité de la réhabilitation (APS) Vol 1, p.

CISSE G., 1997. Impact sanitaire de l'utilisation d'eau polluée en agriculture urbaine. Cas du Maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso)-Thèse N° 1639 (1997) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 310 p.

CLERC A.,1996. Analyse critique du système de gestion par la division économique des déchets municipaux de Ouagadougou. Travail de diplôme en assainissement. Département de Génie de l'Environnement IGE/GS Génie Sanitaire. EPLF (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), 47 p.

Commune de Ouagadougou, 1998. Le guide de ma ville Ouagadougou renseignements pratiques édition (1998).

CREPA, 1999. Perception de l'eau, de l'hygiène et des maladies chez les maraîchers de Ouagadougou. Info CREPA (23) : 9-18.

CTA, 1999. Agriculture Urbaine et sécurité alimentaire. Installez vos champs à la ville ! Bulletin Bimensuel Spore (81) : 1-2

DESSAU – SOPRIN, 1999. Projet d'amélioration des conditions de vie urbaine (PACVU) Schémas directeur de gestion des déchets - villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso Avant – Projet Sommaire Rapport préliminaire 1999, 195 p.

DEYOKO A., NAMA R., NOMBRE A., SAWADOGO I., SANOU F., 1993. Stratégie d'aménagement du « grand Ouaga ». (Horizon 2000) , pp 127, 299-306.

FAO, 1987. Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Bulletin FAO et nutrition végétale. 190p.

Gertel J., 1997. Agriculture urbaine. Une production alimentaire en espace réduit : l'ensemble du Caire. Agriculture + développement rural. Revue d'information SUR LA COOPERATION INTERNATIONALE CTA , DES/ZEI., DL G. Volume 4. (2) : 53 –55.

GUENE O., 2000. Potentialités pour la promotion de l'agriculture urbaine à travers la valorisation des déchets en Afrique de l'Ouest. Cas de Ouagadougou Volets « ETB » Etat des lieux en gestion des déchets solides et liquides, 36 p.

IAGU, 1998. Programme de recherche-action pour le développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique de l'ouest, 25 p.

LOMPO F., 1993. Contribution à la valorisation des phosphates du Burkina Faso : Etude des effets de l'interaction phosphates naturels - matières organiques. Thèse de Docteur ingénieur, FAST/Université Nationale de la Cote d'Ivoire, 246 p.

LOMPO F., **YOUL S.**, 2000. Rapport d'activités : Projet Agriculture Urbaine Contrat : ERB IC 18 CT 98 – 0288 INCO.

Maystre Y. L., DIESERENS T., DUFFON V., LEROY D., SIMOS. L. J., VIRET F., 1994. Déchets urbains . Nature et caractérisation. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 220 p.

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 1997. Code de l'Environnement au Burkina Faso, 37 p.

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, IEPF, la Région Wallonne de Belgique et le C.W.B.J. 1997. Cahier technique " La problématique des déchets solides dans les villes africaines". Atelier du 26 au 28 mai 1997 à Ouagadougou (Burkina Faso).

MOREZ R., 1987. Du déchet au maraîchage Mission d'évaluation d'une opération pilote à Ouagadougou Burkina Faso, 45 p.

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

NOMBRE A., TRAORE S. A., BONKOUNGOU S. R., NAMA R., OUEDRAOGO M., 1997. Schéma Directeur d'aménagement du « Grand Ouaga » (horizon 2010). Projet Village-Centre Banlicue de Ouagadougou (PVCBO). Document final, 330p.

OLANREWAJU B.S., 1999. Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest : une contribution à la sécurité alimentaire et à l'assainissement des villes CRDI/CTA, 210 p.

Organismes de Recherche et de Développement du Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal, 1996. Recherche collaborative sur l'agriculture urbaine. Projet de recherche soumis au Centre de Recherche pour le Développement International, 65 p.

SEREME A., 1995. Gestion des ordures ménagères : cas de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). Thème de recherche. Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU) Recherche appliquée sur la gestion Urbaine en milieu Africain (RAGUMA), 40 p.

ANNEXES

ANNEXE 1

PRÉPARATION DE LA SÉLECTION DES SITES : AGRICULTURE URBAINE

1. MÉTHODE DE TRAVAIL

- visite de terrain
- échange informels avec les personnes sur place
- prise de contact avec ces personnes
- renseignements sur l'organisation, fonctionnement, relation et caractéristiques des sites

2. VISITES DE TERRAIN POUR LA SÉLECTION DES CRITÈRES À RETENIR POUR LE CHOIX DES SITES

2.1. Les sites céréaliers

Kamboinsé (Antenne)

- production céréalière (sorgho) .
- utilisation de déchets urbains (tas d'ordures) ,
- accessibilité du site en toute période ,
- nombre important de producteurs (~10) ,
- origine des producteurs (Tanghin) ,
- diversité des activités (commerce, cultures) ,
- superficies relativement importantes ,
- achat des ordures ,
- propriétaires des terres cultivées ,
- production destinée à l'alimentation ,
- dans un rayon de 10 km de Ouagadougou

Village de Owugou (entre Kamboinsé et la zone industrielle)

- système céréalier + association mil/sorgho
- présence de légumineuse (niébé, anal)
- ordures ménagères
- déchets urbains
- achats des ordures
- présence d'un bas-fond

Village de Palagré (proche du précédent)

- céréalier
- système de culture + association
- ordures (cendre,)
- déchets de la ville
- origine diverse des producteurs

organisation des pépiniéristes (Encadrement, Association des Pépiniéristes de Ouaga)

Président pépiniériste : GU IRI Benjamin

Terre héritée

origine des producteurs (secteurs : 23, 24 - Bendogo)

Plus de terres libres

Boulmigou (côté droit en sortant de Ouaga vers Bobo)

- environ 100 producteurs (300 du côté Barrage)
- groupement de maraîchers uniques pour les 2 sites
- Président du groupement : DEME Paul
- interdiction d'utiliser les déchets urbains pour les plantes
- situé dans la zone de collecte des eaux pour les barrage 1, 2, 3
- utilisation du fumier de parcs
- origine du fumier : Zagtoui
- origine des exploitants : Zagtoui + Ouaga, secteur 28, 17
- Encadrement : une Dame (voir DPA)
- pas de groupement de pépiniériste
- vente sur place
- vente en ville ou grossiste
- Problème de paiement des foies
- Problème d'eau : le problème est crucial
- prix charrette de fumier = 1 500 FCFA = 6 brouettes
- utilisation d'urée pour choux

Sites encore à visiter

- Boulbi
- Boulmigou côté barrage
- Sites familiaux (à l'intérieur de la ville)

3. QUELQUES CRITERES A EXAMINER POUR LE CHOIX DES SITES :

- Origine des exploitants
- Résidence des exploitants
- Statut de la terre
- Accessibilité du site
- Diversité des produits utilisés
- Diversité des productions
- Nombre de producteurs
- Mode d'acquisition des terres
- Mode d'acquisition des ordures, déchets
- Types de déchets, d'ordure
- Relation entre les producteurs et le marché
- Les marchés d'écoulement
- L'implication des femmes
- Disponibilité de l'eau
- Les sources d'eau

sols plus dégradés (encroûtement, gravillon)

Village de Tourmeogo (dans le même alignement)

cérealier
sols sablonneux
vaste étendue cultivables

Tanghin (quartier périphérique)

- A la lisière des parcelles d'habitation
- système céréalière à la périphérie de la ville
- occupation de la ceinture verte pour production de céréales
- occupation des terrains en réserves
- apparition de fumiers d'étables

BISSIGIN

- céréalières
- proximité d'une carrière industrielle
- disponibilité des déchets mis en tas au bord de la route située origine (Kilwin : périphérique de Ouaga, sur place)
- disponibilité en terres cultivables

2.2. Les sites en maraîcher-cultures

Sambi-Barrage : proche de l'hôtel Silmandé)

- groupement de maraîchers « TAB YINGA »
- président du groupement : BONDE Madi
- encadrement technique : DPA (Françoise)
- AG périodique tous les 1ers mercredis de chaque mois à 10 heures
- suivi/encadrement tous les mercredi
- beaucoup de jeunes dans le groupement
- origine diverse des producteurs (secteurs : 23, 24, 25)
- culture de riz en hivernage
- terre prêtée (louée), héritée
- Collaborateurs (université, DPA)
- diversité production (pépinière, maraîchage)

Paspanga (derrière l'hôpital YALGADO)

maraîchage 50 %
pépiniéristes, fleuristes = 50 %
pas de groupement maraîcher

- Disponibilité des intrants (ordures, engrais, déchets...)
 - Superficies disponibles
 - Organisation des producteurs
- Receptivité

ANNEXE 2

Quantité de Carbone dégagé : Tableau d'analyse de variance

Sources de Variation	Somme des Carrés	Degré de liberté (DDL)	Moyenne des Carrés	Valeur de F	Signification de F	Appréciation
<i>Principaux effets</i>	26,51	5	5,302	11,735	0,000	HS
Facteur Azote	0,771	1	0,771	1,707	0,192	NS
Facteur Substrat	25,740	4	6,435	14,242	0,000	HS
<i>Interactions</i>	0,907	4	0,227	0,502	0,734	NS
<i>Variations expliquées</i>	27,419	9	3,047	6,743	0,000	HS
<i>Variations résiduelles</i>	185,250	410	0,452			
TOTAL	212,669	419	0,508			

ANNEXE 3

ANNEXE I: NORMES D'INTERPRETATION DES RESULTATS D'ANALYSE DE SOL

Estimation de la susceptibilité des sols à la battance: normes de SOLTNER, (1992)

sols à pH inférieur ou égal à 7	$I.B. = (1.5LF + 0.75LG)/(a + 10MO)$
sols à pH supérieur à 7	$I.B. = (1.5LF + 0.75LG)/(A + 10MO) - 0.2(pH)$

Tableau XVII: formules de calcul de l'indice de battance selon Soltner

- I.B. supérieur à 2: sols très battants
- I.B. compris entre 1.8 et 2: sols battants
- I.B. compris entre 1.6 et 1.8: sols assez battants
- I.B. compris entre 1.4 et 1.6: sols peu battants
- I.B. inférieur à 1.4: sols non battants
- I.B. = indice de battance.

Facteurs de conversion des teneurs en %, ‰, ppm, g/kg, kg/t.

%	=		=	10‰	=	10000ppm	=	10g/kg	=	10kg/t
‰	=	0.1%	=		=	1000ppm	=	1g/kg	=	1kg/t
ppm	=	0.0001%	=	0.001‰	=		=	1mg/kg	=	1g/t

NORMES DE GAUCHER (cité par SOLTNER, 1992)

pH	Désignation des sols
4.5	sols extrêmement acides
5 à 5.5	sols très fortement acides
5.5	sols très acides
5 à 6	sols acides
6 à 7.5	sols faiblement acides
6.5 à 7.25	sols neutres
7.5 à 8.5	sols alcalins
au-dessus de 8.5	sols très alcalins

Tableau XVIII: Normes d'interprétation du pH.

NORMES DU MEMENTO DE L'AGRONOME C/N = rapport carbone/azote

rapport C/N	Désignations
12 à 25	élevé: matière organique mal décomposée
8 à 12	moyen: matière organique bien décomposée
faible à 8	faible: sols minéralisés à faible réserve en matière organique

Tableau XIX: Normes d'interprétation du rapport C/N

Normes de l'ORSTOM pour l'appréciation qualitative de quelques caractéristiques chimiques des sols tropicaux (d'après KABORE V., 1995)

En % ₀ de la terre tamisée à 2 mm	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche
phosphore assimilable	< 0.03	0.03 à 0.05	0.05 à 0.1	0.1 à 0.2	> 0.2
phosphore total	< 0.5	0.5 à 1.0	1.0 à 1.5	1.5 à 3.0	> 3.0
Azote total	< 0.5	0.5 à 1.0	1.0 à 1.5	1.0 à 2.5	> 2.5
Matière organique totale	< 10	10 à 20	20 à 30	30 à 50	> 50

Tableau XX: Normes d'interprétation de quelques caractéristiques chimiques

En meq/100g de terre tamisée à 2 mm	très pauvre ou très faible	pauvre ou faible	moyen	riche ou forte	très riche ou très forte
Ca ⁺⁺	< 1.0	1.0 à 2.3	2.3 à 3.5	3.5 à 7.0	> 7.0
Mg ⁺⁺	< 0.4	0.4 à 1	1.0 à 1.5	1.5 à 3.0	> 3.0
K ⁺	< 0.1	0.1 à 0.2	0.2 à 1.4	0.4 à 0.8	> 0.8
Na ⁺	< 0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 0.7	0.7 à 2.0	> 2.0
(S) somme des bases échangeables	< 2	2 à 5	5 à 10	10 à 15	> 15
C.E.C capacité d'échange cationique	< 5	5 à 10	10 à 25	25 à 40	> 40
(V) Taux de saturation en %	< 15	15 à 40	40 à 60	60 à 90	> 90

Tableau XXI: Suite des normes d'interprétation des caractéristiques chimiques