

BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

**Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et
de la Recherche Scientifique**

UNIVERSITÉ 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.)
STATION DE RECHERCHES DE
FARAKO-BA

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : **AGRONOMIE**

**Étude de l'efficacité agronomique des
composts d'ordures ménagères
au Burkina Faso:
cas de la ville de Ouagadougou**

MBOUAKA MAKELET Emmanuel

Juin 2000

Directeur de Mémoire
Dr. Prosper N. ZOMBRE

Maître de stage
Dr. B. Vincent BADO

SOMMAIRE.

Pages.

REMERCIEMENTS	<i>i</i>
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	<i>iii</i>
LISTE DES TABLEAUX	<i>iv</i>
LISTE DES FIGURES	<i>v</i>
RÉSUMÉ	<i>vi</i>
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE COMPOST ET LA GESTION DES DÉCHETS URBAINS

INTRODUCTION.....	2
1.1. LA MATIÈRE ORGANIQUE	2
1.1.1. DÉFINITION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE	2
1.1.2. DIVERSES FORMES DE MATIÈRES ORGANIQUES	3
1.2. LES DÉCHETS URBAINS COMME SOURCE DE MATIÈRES ORGANIQUES	4
1.2.1. CONCEPTS ET CLASSIFICATIONS.....	4
1.2.2. COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES DÉCHETS URBAINS	5
1.2.2.1. Les déchets industriels	5
1.2.2.1.1. Les déchets solides industriels	5
1.2.2.1.2. Les déchets liquides industriels	6
1.2.2.2. Les déchets municipaux.....	6
1.2.2.2.1. Les déchets solides municipaux	6
1.2.2.2.2. Les déchets liquides urbains.....	7
1.2.3. SUBSTRATS ORGANIQUES DES DÉCHETS URBAINS	7
1.2.3.1. Déchets industriels.....	8
1.2.3.2. Les déchets municipaux	8
1.2.3.3. Potentialités et caractéristiques agronomiques.....	8
1.2.4. ASPECTS SANITAIRES ET GESTION DES DÉCHETS URBAINS	9
1.2.4.1. Risques sanitaires et pollution de l'environnement Urbain.....	10
1.2.4.2. Gestion des déchets urbains	10
1.3. LES ORDURES MÉNAGÈRES	11
1.3.1. DÉFINITION.....	11
1.3.2. CARACTÉRISTIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES	11
1.3.2.1. La production spécifique des ordures ménagères.....	11
1.3.2.2. La densité des déchets	11
1.3.2.3. Composition des ordures ménagères.....	12
1.3.3. FRACTION COMPOSTABLE DES ORDURES MÉNAGÈRES.....	13
1.3.3.1. Composition et proportion des matériaux	13
1.3.3.2. Valeur Agronomique de matériaux	14
1.4. LES COMPOSTS D'ORDURES MÉNAGÈRES (URBAINES)	14
1.4.1. TERMINOLOGIE.....	14
1.4.2. LE COMPOSTAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES	15
1.4.2.1. Les principales techniques	15
1.4.2.2. Les Principaux Facteurs de Contrôle du processus.....	16
1.4.2.3. Normes de classification des produits du compostage	17
1.4.3. PRINCIPAUX TYPES DE COMPOSTS	17
1.4.4. VALEUR AGRONOMIQUE DES COMPOSTS URBAINS.....	18
1.4.4.1. Caractéristiques chimiques du Compost d'Ordures Ménagères	18

1.4.4.2. Qualité des composts urbains	19
1.4.5. EFFETS AGRONOMIQUES DES COMPOSTS URBAINS.....	21
1.4.5.1. Rôle de fumure ou d'amendement.....	21
1.4.5.2. effets du compost sur le sol	21
1.4.5.3. - Effets du compost sur les rendements des cultures	22
1.5 LES EAUX USÉES URBAINES ET LES BOUES RÉSIDUAIRES	24
1.5.1. LES VERTUS AGRONOMIQUES DES EAUX USÉES	24
1.5.1.1. Effets sur la fertilité du sol	24
1.5.1.2. Effets de l'utilisation des eaux usées sur les rendements culturaux	25
1.5.2. IMPACTS AGRONOMIQUES DES BOUES RÉSIDUAIRES	25
1.5.2.1. Impact sur la fertilité du sol	25
1.5.2.2. Impact sur les rendements culturaux	26
1.5.2.3. Impact sur la qualité du produit agricole	26

CHAPITRE II : CHOIX DU SITE ET PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

2.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET CHOIX DU SITE.....	28
2.1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	28
2.1.2. CHOIX DES SITES D'ETUDE	28
2.2. - PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE.....	29
2.2.1. - LOCALISATION.....	29
2.2.2. - LE CLIMAT DE OUAGADOUGOU.....	31
2.2.2.1. Les précipitations dans la ville de Ouagadougou.....	31
2.2.2.2. Température et évapotranspiration potentielle	32
2.2.3. LES SOLS	33
2.2.4. LA VÉGÉTATION.....	34

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

3.1. MATÉRIELS D'ÉTUDES.....	36
3.1.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL.....	36
3.1.1.1. Les espèces cultivées.....	36
3.1.1.2. Les besoins écologiques et nutritionnels.....	37
3.1.1.3. Les rendements.....	37
3.1.2. LES FERTILISANTS.....	38
3.2. MÉTHODES D'ÉTUDE	38
3.2.1. CONDUITE DE L'EXPÉRIMENTATION AU CHAMP	38
3.2.1.1. Mise en place des essais.....	38
3.2.1.1.1. Préparation des parcelles.....	38
3.2.1.1.2. Le semis.....	39
3.2.1.1.3. épandage de la fumure	39
3.2.1.1.4. Entretien des cultures en parcelle.....	39
3.2.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	40
3.2.2.1. Le facteur fertilisation (compost).....	40
3.2.2.2. Les traitements supplémentaires.....	41
3.2.3. COLLECTE DES DONNÉES.....	41
3.2.3.1. Prélèvements des sols et des substrats organiques.....	41
3.2.3.2. La récolte au champ.....	42
3.2.4. ANALYSES DES SOLS AU LABORATOIRE	43
3.2.4.1. Le pH des Sols	43
3.2.4.2. Le Carbone organique.....	43
3.2.4.3. L'Azote et le Phosphore totaux (NP).....	44
3.2.4.4. Le Phosphore assimilable (P-assimilable).....	44
3.2.4.5. Le Potassium total (K-total)	44

3.2.4.6. Le potassium disponible	44
3.2.5. TRAITEMENT DES DONNÉES	45

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. CARACTÉRISATION DES SOLS DANS LES SITES : LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES SOLS.....	46
4.1.1. RÉSULTATS.....	46
4.1.1.1. Le pH des sols.....	48
4.1.1.2. La Matière Organique des sols.....	50
4.1.1.3. L'azote des sols.....	51
4.1.1.4. Le rapport C/N des Sols.....	52
4.1.1.5. Le Phosphore des sols	53
4.1.1.6. Le Potassium des sols.....	54
4.2. ANALYSE COMPARATIVE DE LA QUALITÉ DU COMPOST URBAIN AVEC LA FUMURE PAYSANNE.....	57
4.2.1. RÉSULTATS.....	57
4.2.2. LA MATIÈRE ORGANIQUE.....	58
4.2.4. LE RAPPORT C/N DES MATIÈRES ORGANIQUES	59
4.2.5. LE PHOSPHORE.....	60
4.2.6. LE POTASSIUM	60
4.2.7. DISCUSSION	61
4.3. ANALYSE DES RENDEMENTS DES CULTURES.....	65
4.3.1. RÉSULTATS.....	65
4.3.2. LA SALADE - LAITUE.....	65
4.3.3. LA FRAISE.....	66
4.3.4. LA CAROTTE.....	67
4.3.6. LE FACTEUR EAUX USÉES.....	68
4.3.7. DISCUSSION.....	69
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	75
ANNEXES.....	80

REMERCIEMENTS

Notre stage de fin d'études à l'IDR s'est effectué dans le cadre du projet "agriculture urbaine", financé par le CRDI (Canada). Ce projet est composé de deux volets : le volet agronomie coordonné par l'INERA et le volet pollution (eaux usées) coordonné par l'IRSAT. Notre étude a concerné le volet agronomique dont l'objectif est la valorisation des déchets solides urbains par la méthode de compostage. Le travail de terrain s'est effectué sur les sites maraîchers de Ouagadougou. Ce travail que nous présentons sous la forme de ce document, n'est qu'une modeste contribution qui est la notre, et qui a bénéficiée des apports de plusieurs personnalités dont nous ne sauront comment les remercier. Nous adressons particulièrement nos remerciements à :

- **L'Institut de Recherche pour le Développement International (C.R.D.I.)**, qui a bien voulu financer le projet « agriculture urbaine » sans lequel ce travail n'aurait pu s'effectuer.
- **Monsieur ZOMBRE N. Prosper**, Enseignant Chercheur à l'IDR, notre directeur de mémoire qui, malgré ses lourdes responsabilités n'a ménagé aucun effort pour le succès de notre travail, pour la disponibilité de son matériel quant à notre travail de terrain, et ses sages et infaillibles orientations tout au long de notre stage. Les mots appropriés manquent pour l'en remercier;
- **Monsieur TRAORÉ N. Seydou**, Délégué Régional du CRREA de l'ouest qui a bien voulu nous recevoir comme stagiaire dans sa structure;
- **Monsieur BADO B. Vincent**, chef de programme GRN/SP- ouest, notre maître de stage, pour la proposition du thème d'étude, ses orientations, sa volonté et sa sagesse dans la communication de son expérience, son attention et ses visites sur le terrain, le matériel mis à notre disposition pour l'exécution de nos tâches. Nous n'oublions pas le soutien financier, sans lequel notre travail n'aurait pu s'exécuter. Nous avons appris et reçu de lui comme un fils apprend et reçoit de son père. Que Dieu lui rende au centuple tous ces biens faits;

Monsieur YAMÉOGO Rigobert, Directeur de l'IRSAT, pour l'accueil qu'il nous a réservé, son assistance sur le plan matériel et moral, son esprit d'ouverture et sa loyauté dans la réponse à mes demandes. Nous remercions également tous les chercheurs et les techniciens de l'IRSAT pour l'importance qu'ils ont accordée et leurs contributions au déroulement de notre travail.

- **Monsieur LOMPO François**, chef du département GRN/SP de l'INERA, pour ses conseils et l'intérêt qu'il a porté pour notre travail, et sa disponibilité.
- **Monsieur BILGO Ablassé**, Coordonnateur adjoint du Projet Jachère au Burkina et chercheur à l'INERA, pour ses multiples soutiens, conseils et sa franche collaboration et la place qu'il m'accorde depuis mon stage de première année.

Nous adressons aussi nos remerciements à tout le personnel et les chercheurs du Programme GRN/SP de l'INERA Farakô-ba pour leur soutien, leur mobilisation pour le bon déroulement et la réussite de notre travail : à **Monsieur TRAORE Ouola**, pour ses conseils et ses interventions dans la résolution de nos problèmes d'ordre technique et les corrections lors de la rédaction de notre mémoire ; **Messieurs KAMBIRE Hyacinthe, TRAORE Karim, OUATTARA Sibiri**, tous Chercheurs au Programme GRN/SP.

À tous nos collègues stagiaires du Programme GRN/SP de l'INERA Farakô-ba pour le soutien mutuel, et à tous les amis et collègues de la promotion 2000, particulièrement les Agronomes, ainsi qu'à tous mes anciens et collègues compatriotes de l'IDR.

Que tous ceux dont les noms ne sont pas cités, par oubli ou non, trouvent ici l'expression de nos excuses et qu'ils soient sûrs que leurs contributions ne seront jamais oubliées, nous en serons toujours reconnaissant à cet effet.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BL : Boulmiougou.

BUNASOLS : Bureau National des Sols.

C : Carotte

CART : Cartons.

CRDI : Centre de Recherche pour le Développement International.

CREPA : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût.

CRREA : Centre Régional de Recherche Environnementale et Agricole.

E : Epinard

EAB : Eaux usées de l'abattoir et de la tannerie

ECC : Eaux usées du canal central

ESO : Eaux usées de la SOBBRA

F : Fraises

FAO : United Nations for Food and Agriculture Organisation

FNRS : Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique.

GRN/SP : Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production.

IDR : Institut du Développement Rural.

INERA : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole.

IRD : Institut de Recherche pour le Développement.

IRSAT : Institut de Recherche en Sciences Appliquées et technologies.

ITCF : Institut Technique des Céréales et des Fourrages

Koss1 : Bloc de Kossodo1, utilisant les eaux du canal central.

Koss2 : Bloc de Kossodo2, utilisant les eaux usées de la brasserie (SOBBRA).

Koss3 : Bloc de Kossodo3, utilisant les eaux de l'abattoir.

M.A.E. : Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage.

MET : Métaux.

MOB : Matière Organique facilement Biodégradable.

N P K : Azote Phosphore Potassium

PCU : Production de la parcelle compostée

PFP : Production de la parcelle à fertilisation paysanne

PSAB : Plan Stratégique d'Assainissement de la ville de Bobo-dioulasso.

RCU : Rendement de la parcelle compostée

RES : Résidus non triables

RFP : Rendement de parcelle à fertilisation paysanne

S : Salade

SOBBRA : Société Burkinabé des Brasseries.

STD : Standing.

T0 : Traitement témoin ou parcelle témoin

TE : Traitement test de compost ou parcelle recevant comme fumure le compost

TG : Tanghin.

TIS : Tissus.

VER : Verrerie

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : composition des déchets solides de la ville de Ouagadougou.....	7
Tableau 2 : Caractéristiques chimiques des divers substrats organiques	9
Tableau 3 : caractéristiques des ordures ménagères de la ville de Ouagadougou	12
Tableau 4 : caractéristiques chimiques du compost d'ordures ménagères de Ouagadougou	18
Tableau 5 : Comparaison de divers amendements organiques (valeurs en % de matières sèches).	19
Tableau 6 : teneurs en micro-polluants et demi-vie dans les sols et les eaux	20
Tableau 7 : Sites de maraîchage et nature des eaux d'irrigation.....	29
Tableau 8 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Ouagadougou 1981 – 1997 (en mm)	31
Tableau 9 : Températures maximales, minimales et moyennes (en °C) de Ouagadougou (1981-1993),	33
Tableau 10 : Espèces, familles et cycles végétatifs moyens des cultures.	36
Tableau 11 : caractéristiques écologiques et besoins nutritifs	37
Tableau 12 : type et densité de semis par spéculation.	39
Tableau 13a : Caractéristiques chimiques des sols de Boulmiougou (Horizon 0-15cm).	47
Tableau 13b : Caractéristiques chimiques des sols de Tanghin (Horizon 0-15 cm).	47
Tableau 13c : Caractéristiques chimiques des sols de Kossodo (l'horizon 0–15 cm).....	48
Tableau 14 : Caractéristiques chimiques des Fumures organiques utilisées sur les essais ..	57
Tableau 15 : Rendements (et production) moyens des cultures par traitement et par site ...	65

LISTE DES FIGURES

	Pages.
Figure 1 : Carte des sites de maraîchage de la ville de Ouagadougou.....	30
Figure 1' : Diagramme du bilan hydrique de Ouagadougou (1981-1997).....	32
Figure 2 : Températures maximales, minimales et moyennes de Ouagadougou (1981-1993).....	33
Figure 3 : pHeau des sols.....	50
Figure 4 : pHKcl des Sols.....	50
Figure 5 : Teneurs en matière organique des sols.....	51
Figure 6 : Teneurs en azote des sols.....	52
Figure 7 : Rapport C/N des sols.....	53
Figure 8a : Teneurs en phosphore total des sols.....	54
Figure 8b : Teneurs en potassium total des sols.....	55
Figure 9 : Teneurs en azote des substrats organiques.....	59
Figure 10 : Rapport C/N des substrats organiques.....	59
Figure 11 : Teneurs en phosphore des substrats organiques.....	60
Figure 12 : Teneur en potassium total des substrats organiques.....	61
Figure 12 : Rendements moyens de la salade.....	66
Figure 13 : Moyennes des rendements de la fraise.....	66
Figure 14 : Rendements moyens de la carotte.....	67
Figure 15 : Rendements moyens de l'épinard, Kossodo1.....	67
Figure 16 : Rendements moyens de l'épinard, Kossodo2.....	67
Figure 17 : Rendements de l'épinard dans des parcelles à fumures paysannes.....	68

RÉSUMÉ

Les essais ont consisté à mettre en évidence l'efficacité du compost d'ordures ménagères pour convaincre les producteurs maraîchers de Ouagadougou et les inciter à l'utiliser sur leurs parcelles. Les analyses statistiques ont été effectuées par la méthode de comparaison des moyennes (test de Student). Des analyses de laboratoire ont été préalablement effectuées sur les sols pour les caractériser, le compost et la fumure organique employée par les paysans comparer leur valeur agronomique.

L'étude sur les caractéristiques des sols a montré que :

- les sols de Kossodo ont des teneurs très élevées en éléments fertilisants (N, P, K), et en matière organique que ceux de Tanghin et de Boulmiougou,
- ils ont un pH alcalin tandis que ceux de Tanghin ont une tendance neutre et ceux de Boulmiougou ont une tendance acide

Cette composition ou cette richesse en élément est sans doute due au fait que ce site constitue un déversoir des eaux usées des industries situées dans la zone. Ces eaux provenant surtout de l'abattoir et de la brasserie sont très chargées en matière organique et en éléments fertilisants.

Les analyses sur le compost indiquent que la fumure organique utilisée par les maraîchers est en générale plus riche en éléments fertilisants que le compost d'ordures ménagères. Le compost est le plus pauvre en azote et en matière organique. Ce compost est particulièrement riche en potassium. Le rapport C/N indique que le compost est presque stabilisé.

Les analyses des rendements montrent que du point de vue efficacité n'y a pas de différence entre fumures. Cependant l'objectif de l'étude était d'amener les producteurs à adopter le compost dans leur système de gestion de la fertilité de leurs sols. Des résultats d'une enquête (semi-structurée) ont montré que les paysans apprécient mieux le compost que le fumier.

Les paysans sont prêts à acheter du compost car ils l'apprécient bien. Cependant le prix d'achat du compost et les constitue le facteur limitant. Des initiatives doivent donc être prises par les autorités pour faciliter la production et l'achat du compost.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La dégradation des sols et le concept de développement durable de l'agriculture ont eu pour conséquence une grande attention sur le concept de qualité des sols (ANGERS, 1992). En agriculture, la qualité des sols relève de trois concepts fondamentaux : la productivité, la durabilité de la productivité et de la ressource, et la capacité filtrante du sol.

Le problème de la dégradation des sols au Burkina Faso est lié à de nombreux facteurs tels que l'insuffisance de pluies, les vents, etc. mais aussi et surtout à la mauvaise gestion de la fertilité de ces sols. L'exploitation continue des sols sans restitution minérale et organique est le principal facteur de la baisse de la fertilité des sols Burkinabé.

En milieu urbain la pression sur les sols est devenue de plus en plus grande grâce à la croissance démographique. Le problème d'espace cultivable se pose avec acuité et les petites portions de terres cultivées sont surexploitées. La dégradation de ces sols s'accroît de plus en plus avec pour conséquence la dégradation de la fertilité.

Or dans ces villes la production des déchets solides s'accroît de jour en jour. Ces déchets contiennent pourtant de proportions énormes de matières compostables (WAAS, 1996 ; SEREME, 1995 ; SEREME et al 1998). Le traitement de ses déchets par compostage constituerait un gain notable aussi bien pour les autorités municipales que pour les agriculteurs.

Notre étude dont le thème s'intitule, l'étude de l'efficacité agronomique des composts d'ordures ménagères s'inscrit dans le cadre de la valorisation agricole des déchets urbains. L'objectif est de faire connaître le compost aux producteurs maraîchers de Ouagadougou. La démarche choisie est celle de recherche/action.

Le présent document est organisé en trois parties dont :

- une revue bibliographique sur le compost et la gestion des déchets urbains ;
- une méthodologie décrivant le cadre de l'étude et la méthode d'étude ;
- les résultats et discussions.

CHAPITRE I :

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES COMPOSTS ET LA GESTION DES DÉCHETS URBAINS

INTRODUCTION.

Dans les pays en développement, la gestion des déchets urbains constitue l'un des problèmes majeurs des services municipaux. En effet, les villes, grandissant de façon incontrôlée produisent de plus en plus des ordures dont les rues, les espaces non habités et les canaux deviennent des déversoirs. Face à cet épineux problème, des initiatives doivent être développées pour mettre la population à l'abri des risques qu'elle court. Parmi ces initiatives la récupération agricole des déchets par compostage serait une perspective entreprenante. Pour ce faire il est convenable d'avoir un aperçu sur :

- la matière organique,
- les déchets urbains comme source de matières organiques,
- les ordures ménagères,
- les composts d'ordures ménagères ou composts urbains, et
- les eaux usées.

Cette recherche documentaire sera essentiellement axée sur la ville de Ouagadougou et dans une moindre mesure sur Bobo-Dioulasso et les autres villes du Burkina Faso.

I.I. LA MATIÈRE ORGANIQUE

I.I.1. DÉFINITION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

La matière organique peut se définir comme la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (MUSTIN, 1987). Elle est un constituant normal des sols où elle subit une série

de transformations qui la font se décomposer, se transformer en humus, puis se minéraliser, sous l'action des micro-organismes et sous l'influence du milieu (FALISSE et LAMBERT, 1994). Il s'agit de l'ensemble des substances carbonées provenant des débris végétaux, des déjections et des cadavres animaux (SOLTNER, 1992). Ces substances peuvent être considérées comme un ensemble en perpétuel recyclage associant diverses étapes, du sol à la matière vivante et de la matière vivante au sol. En terme agronomique la matière organique renferme deux notions (BADO, 1999) :

- les produits organiques d'intérêt agronomique : Il s'agit de la matière organique non encore incorporée dans le sol. On peut citer, les résidus de récolte, les composts, les fumiers, les lisiers, etc.
- La matière organique agropédologique : Il s'agit de la fraction organique adhérente au sol, dont la distinction n'est pas évidente.

II.2. DIVERSES FORMES DE MATIÈRES ORGANIQUES.

Pour maintenir le statut organique et humique du sol on peut disposer de diverses ressources dont : les effluents d'élevage (fumiers, purins et lisiers), les résidus des cultures (pailles et résidus non paillés), les engrais verts, les prairies, les composts et les nombreux résidus de l'activité industrielle ou humaine (les gadoues de ville et les boues résiduaires de stations d'épuration des eaux usées) (FALISSE et LAMBERT, 1994).

Tous ces éléments peuvent être regroupés en quatre classes (MUSTIN, 1987 ; SOLTNER, 1992) suivant leur degré d'évolution :

- 1) la matière organique vivante, qui constitue l'ensemble de la biomasse en activité au niveau du sol ;
- 2) les débris végétaux et les cadavres et excréta animaux qu'on regroupe sous le terme de matière organique fraîche ;
- 3) les composés organiques intermédiaires ou produits (matières) organiques transitoires. Il s'agit des produits en cours d'évolution entre la matière organique fraîche et l'humus stabilisé ;
- 4) les composés organiques stabilisés : l'humus, les matières humiques et composés apparentés.

1.2. LES DÉCHETS URBAINS COMME SOURCE DE MATIÈRES ORGANIQUES

De par leur composition et leurs caractéristiques les déchets urbains sont variables. Cette variabilité est la conséquence des niveaux de revenu de vie des populations, du niveau d'industrialisation des villes et de développement des pays. Du point de vue conceptuel, diverses définitions leurs sont attribuées par les auteurs.

1.2.1. CONCEPTS ET CLASSIFICATIONS

Le terme "déchets urbains" est souvent défini comme l'ensemble de rejets provenant de diverses activités des ménages. Selon BILGO (1992) les déchets urbains sont les ordures ménagères appelées déchets solides, les vidanges des fosses septiques, les eaux usées et les déchets des abattoirs. Cependant la production des déchets d'une ville inclut aussi bien les déchets municipaux que les déchets des industries qui s'y trouvent.

Les déchets urbains (compostables) peuvent être caractérisés suivant trois types de classifications (MUSTIN, 1987) :

- suivant la nature chimique : on distingue les déchets organiques classés suivant leur richesse en carbone ou en azote, et les déchets minéraux classés en déchets basiques (calcaires, cendres,...) et en sels résiduaux (carbonates de calcium, sulfates, phosphates,...).
- suivant l'état physique : il s'agit des déchets solides (ordures ménagères, bois, pailles, boues déshydratées...), semi-solides (boues des stations d'épuration...) et liquides (lisiers agricoles, effluents agroalimentaires, boues fraîches fluides...).
- suivant leur origine : il y a les ordures ménagères, les déchets provenant des services et des hôpitaux et, les déchets commerciaux et industriels. Dans la suite nous les classerons en deux catégories : les déchets industriels et les déchets municipaux. Car dans les deux villes étudiées (Bobo et Ouagadougou) la gestion des déchets industriels est séparée de celle des autres déchets, qui sont entièrement sous le contrôle des services techniques municipaux.

Dans le cadre de notre travail (à Ouagadougou et à Bobo), nous retiendrons les deux derniers critères de classification (l'état physique et l'origine des déchets). Cependant les stations d'épuration étant encore sur projet, l'étude des déchets semi-liquides et des boues résiduaires ne peut se faire. Toutefois il est possible de faire un aperçu sur leur valorisation en agriculture dans certains pays du Sahel.

1.2.2. COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES DÉCHETS URBAINS

Le critère de classification est celui de l'origine des déchets. Ils peuvent être classés en deux grandes catégories dont les déchets industriels et les déchets municipaux (déchets ménagers et les déchets des services, hôpitaux, marchés...). Au sein de chacune des catégories la caractérisation se fait selon l'état physique des déchets.

1.2. 2.1. Les déchets industriels

Les déchets industriels sont ceux produits par diverses industries (ou usines) et entreprises situées dans la ville. Ce type de déchets est caractéristique du niveau et du type d'industrie installée dans la ville. Leur quantité et leur composition sont déterminées par la nature et l'importance des matières premières et de la technique de production (TONON, 1987). Il s'agit des industries alimentaires, textiles, mécaniques et métalliques, et les industries chimiques et dérivées (PSAB, 1999).

1.2.2.1.1. Les déchets solides industriels

Ces déchets sont divers par leur origine, leur nature, leurs caractéristiques et leur composition. Les principales industries productrices des déchets solides sont : la SN-CITEC, la SAP, la SOFITEX, la MABUCIG, la SOFIB, etc., et les PME répandues dans les villes. Ces industries pour la plupart à vocation agroalimentaires produisent de grandes quantités de déchets, dont la gestion échappe aux services techniques municipaux.

1.2.2.1.2. Les déchets liquides industriels.

Il s'agit essentiellement des eaux usées industrielles. La production totale journalière s'élève à environ 1000 m³ pour la ville de Bobo (PSAB, 1999) ; soient 365.000 m³/an qui est déversées sans traitement dans la nature.

On estime à 600.000 m³/an la quantité d'eaux usées provenant des abattoirs, des hôpitaux, des brasseries, etc. de Ouagadougou (KANDO, 1995). Ses eaux sont déversées sans traitement dans la nature, polluant ainsi l'environnement urbain, de surcroît ces eaux sont utilisées par de nombreux producteurs maraîchers.

1.2.2.2. Les déchets municipaux

Cette appellation est adoptée par rapport au système de gestion existant. En effet dans nos deux villes (Ouagadougou et Bobo) le système est celui que WAAS (1996) qualifie de collecte centralisée par conteneurs. Les déchets contenus dans les conteneurs (ou bacs) proviennent des ménages, des services, des hôpitaux et centres médicaux, des marchés etc. Tous ces déchets sont déversés dans des décharges communes ou sauvages incontrôlées.

1.2.2.2.1. Les déchets solides municipaux.

Il s'agit des déchets qui sont gérés par services municipaux. Les ménages et les marchés produisent des déchets dont les caractéristiques et la composition sont approximativement identiques. Ces ordures qualifiées de déchets solides par BILGO (1992) peuvent être classées suivant leur origine :

- les déchets provenant des activités des ménages et des marchés : il s'agit des rejets de cuisines et des balayures des ménages (éventuellement des bureaux), les débris végétaux et animaux, de verres ou de vaisselles, les plastiques, les cendres, les feuilles, des résidus divers décomposés, etc. Leur composition varie selon le standing des ménages. Ils se caractérisent par une forte proportion de terre et de matière organique brute facilement biodégradable (SÉRÉMÉ et al, 1998).
- les déchets provenant des écoles, des casernes, prisons, bâtiments publics etc.

Les déchets provenant des infirmeries et des hôpitaux : Ces déchets contiennent des germes pathogènes de proportions variables dans le temps et dans l'espace. Ces hôpitaux produisent des quantités énormes de déchets solides. A Bobo par exemple l'hôpital SANOU SOURO produit en moyenne 125 m³ d'ordures par mois (PSAB, 1999).

La composition des déchets solides de Ouagadougou est présentée dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Composition des déchets solides de la ville de Ouagadougou

Composition (%)	Haut standing	Moyen standing	Bas standing	moy. pondérées
Organiques	60.0	37.0	21.0	39.33
Inertes	27.0	52.0	76.0	51.70
Plastiques	4.7	2.6	0.8	2.7
Verre	-	-	-	-
Papier	4.9	4.0	1.3	3.36
Métal	4.0	3.0	-	2.3
Textiles	4.0	1.0	-	1.6
Reste	0.3	0.4	0.9	0.53

Source: WAAS (1996).

Les déchets solides des villes proviennent en grande partie des ménages. A Bobo les ménages produisent en moyenne 70% de déchets fermentescibles, 26% des déchets combustibles et 4% de matières inertes (PSAB, 1999). Les rejets des ménages de la ville de Ouagadougou contiennent une forte proportion (90% environ) de terre et matière organique biodégradable (SÉRÉMÉ et al, 1998).

1.2.2.2. Les déchets liquides urbains.

Il s'agit des eaux usées des ménages, des marchés, des services, des écoles, des hôpitaux, etc. Ces eaux présentent des caractéristiques qui sont fonction de l'origine. Le plus possible de détail sera apporté dans le chapitre consacré aux eaux usées.

1.2.3. SUBSTRATS ORGANIQUES DES DÉCHETS URBAINS

Ce volet concernera essentiellement les déchets solides. Les substrats organiques constituent l'essentielle de déchets valorisables en agriculture. Les caractéristiques et la composition de

ces déchets varient en fonction du type d'activité menée (par les industries) et du niveau de standing (ménages).

1.2.3.1. Déchets industriels

Les industries Burkinabé sont essentiellement agroalimentaires. BILGO (1992) a inventorié les déchets valorisables en agriculture au Burkina Faso. Ces déchets sont constitués des drêches et son de malt provenant des brasseries, les tourteaux de coton et d'amandes de karité, les coques de graines de coton, des cendres issues de la combustion des coques de graines de coton, le "linter" (fibres entourant les graines de coton), les déchets du coton (les débris des fibres, des graines, les poussières, les feuilles et le coton immature), "le lint cleaner" (issu du nettoyage des fibres), les coques d'arachides, les sciures de bois, les peaux de fruits (produits par la SAVANA), etc.

Tous ces déchets peuvent être valorisés de diverses manières en agriculture. Le compostage serait par excellence le procédé le plus avantageux. Il donne un produit directement utilisable en agriculture comme engrais. Cependant ces déchets sont soit détruits (brûlés), soit évacués dans les décharges sauvages incontrôlées.

1.2.3.2. Les déchets municipaux

Dans la plupart des pays en développement les déchets des services, des hôpitaux, des écoles etc., sont gérés communément avec les ordures ménagères. Nous traiterons ce volet dans le chapitre des ordures ménagères.

1.2.3.3. Potentialités et caractéristiques agronomiques

Les potentialités agronomiques des substrats organiques résident dans leur richesse en oligo-éléments, en éléments majeurs (NPK) et en matières organiques facilement décomposables. Le rapport C/N est un indice caractéristique des substrats organiques. Lorsque le C/N est élevé, la matière organique apporte du carbone essentiellement énergétique, qui stimule l'activité microbienne du sol. Les caractéristiques agronomiques peuvent être assimilées aux caractéristiques chimiques. Les travaux de BILGO (1992) ont conduit aux résultats que nous résumons dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques des divers substrats organiques

Origine des substrats organiques	Teneurs en carbone total	Teneurs en azote total	Rapport C/N des substrats	Teneurs en phosphore total	Teneurs en potassium total	pH eau des substrats
Déchets industriels	30 à plus de 50%	10 (ou <10) à 70 ‰	17 à 100	0,1 à 2,3%	< 1 à 5,8%	5,9 à 7,6
Déchets municipaux	8 à 24%	2,5 à 13‰	26 à 35	0,25 à 0,50%	< 1%	7,7 à 8,4
Déchets des zones rurales	20 à 50%	1,8 à 25‰	< 25 à > 50	< 0,1 à 0,6%	< 0,2 à 1,5%	6,5 à 9

Source : adapté de BILGO (1992).

Comparativement aux autres substrats organiques, les déchets agro-industriels présentent des potentialités plus élevées : rapport C/N faible (entre 10 et 40 pour la plupart, exception faite pour les balles de riz avec C/N=100), pH eau avoisinant la neutralité, richesse en matières organiques et en N,P et K. Les déchets municipaux, grâce aux rapport C/N (26-35) devrait permettre d'obtenir un compost mûr, d'après le G.R.E.T. (1979), cité par BILGO (1992). Selon cet auteur, un substrat organique à rapport C/N compris entre 20 et 30 donnerait un compost mur. Ce rapport C/N au-dessus de 25 peut ralentir la minéralisation des substrats organiques et induire un blocage temporaire de l'azote dans le sol (SÉDOGO, 1981). Leur pauvreté en éléments majeurs peut être comblée par un enrichissement (adjonction d'autres substrats riches en NPK) au cours du processus de compostage.

1.2.4. ASPECTS SANITAIRES ET GESTION DES DÉCHETS URBAINS

Les déchets urbains lorsqu'ils sont mal gérés, présentent des risques sanitaires et polluent l'environnement urbain. En effet, les décharges sauvages incontrôlées répandues dans les rues de Ouagadougou et de Bobo-dioulasso constituent un danger pour les populations riveraines. Par contre les filières de recyclage constituent des alternatives de gestion municipale des déchets. En effet, la récupération et le recyclage des déchets réduisent énormément la quantité des ordures ménagères, allégeant ainsi les charges d'évacuation à la voirie.

1.2.4.1. Risques sanitaires et pollution de l'environnement Urbain

Les risques sanitaires des déchets urbains se caractérisent par la probabilité de prolifération des maladies, de naissance des épidémies et d'endémies. Les décharges sauvages incontrôlées répandues dans la ville peuvent constituer des foyers de maladies, et entraîner la pollution des sols, des eaux et de l'air. En effet ces déchets sont soit brûlés, soit décomposés sur place, soit transportés par les eaux de ruissellement (eaux de pluies). Dans tous les cas, les quartiers sont remplis de fumée, des odeurs désagréables, des mouches etc., la nappe souterraine peut être affectée par les produits de décomposition.

1.2.4.2. Gestion des déchets urbains

La notion de gestion des déchets solides englobe l'ensemble des opérations de pré collecte, de collecte, d'évacuation ou transport, de valorisation et d'élimination de ceux-ci (WAAS, 1996). Le recyclage de la fraction organique des ordures fait donc partie intégrante de la gestion des déchets solides. A Ouagadougou, le taux de collecte des déchets est estimé à 30% (DIOP, 1995). Estimé à 20% en 1990 par le deuxième projet urbain ce taux a connu une amélioration remarquable. Le système de gestion actuel est celui que WAAS (1996) qualifie de pré collecte par moyens légers articulés avec une évacuation par camion. La collecte porte à porte est assurée par les services privés, mais les quartiers bénéficiaires sont ceux à haut standing et dans une moindre mesure ceux à moyen standing. Les ordures sont transportées vers une décharge de transfert avant d'être évacuées à la décharge définitive. A Bobo-dioulasso la gestion des déchets est presque intégralement assurée par les services techniques municipaux. Le système est celui de la collecte centralisée par conteneurs. 113 bacs de 7 m³ chacune sont placés dans la ville en 11 circuits (PSAB, 1999 ; LOKO, 1997). Ces bacs sont vidés 2 à 3 fois par semaine à l'exception de ceux du grand marché (maintenant en reconstruction) qui sont évacués tous les jours. Ce service couvre près de 70% de la superficie de la ville (LOKO, 1997). La gestion des déchets solides industriels de Bobo échappent au contrôle des services techniques municipaux. Ces déchets sont soit directement réutilisés pour des raisons économiques soit vendus ou mis à disposition de la population gratuitement. Une grande partie de ces déchets est directement brûlée en plein air, l'autre est

envoyée dans l'une des 3 décharges non contrôlées de la ville qui sont d'anciennes carrières (PSAB, 1999).

1.3. LES ORDURES MÉNAGÈRES

1.3.1. DÉFINITION

Parfois appelés déchets solides, les ordures ménagères peuvent se définir comme l'ensemble des déchets issus de diverses activités des ménages. Ces déchets sont de nature et de taille variable dans l'espace et dans le temps et généralement rassemblés en tas dans des endroits communément choisis représentant les poubelles.

1.3.2. CARACTÉRISTIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES

Les ordures ménagères peuvent être caractérisées par leur production spécifique, leur densité et leur composition (WAAS, 1996). Du point de vue constitution on distingue la fraction organique (compostable) de celle qui est inorganique (non compostable).

1.3.2.1 La production spécifique des ordures ménagères

La production spécifique des ordures ménagères peut être définie comme la quantité moyenne de déchets produits par habitant en un jour. Connaissant cette production, il est possible de déterminer le nombre de tonnes de déchets produites par jour dans une ville (WAAS, 1996). La production spécifique (taux de génération) des déchets de la ville de Ouagadougou a été estimée par DIOP (1995) en fonction du standing des ménages. Celle-ci s'élève à : 0.85 kg/hab./j pour les quartiers de haut et de moyen standing et 0.54 kg/hab./j pour les quartiers de bas standing.

1.3.2.2 La densité des déchets

Cette grandeur exprime la quantité de déchets (en kg) contenue dans un volume (litre ou m³) d'ordures. Le travail de DIOP (1995) montre que la densité des déchets de la ville de Ouagadougou est plus élevée (0.85 kg/l) dans les quartiers de bas standing que dans les

quartiers de moyen (0.47 kg/l) et de haut (0.37 kg/l) standing. Cette différence peut être due à la constitution de ces déchets qui est fonction de leur origine. En effet les déchets venant des ménages de bas standing sont très riches en terre (sables) provenant du balayage des cours intérieures (WAAS, 1996). Cependant les résultats de SÉRÉMÉ et al (1998) montrent que cette densité (masse volumique) varie peu (211 kg/m³) soit 0.211 kg/l.

1.3.2.3. Composition des ordures ménagères

La composition des ordures ménagères varie en fonction du niveau de vie des ménages ou des quartiers, des habitudes alimentaires, du niveau de revenu de la population et du niveau de développement du pays. Dans les pays en développement les déchets produits par les ménages contiennent plus de 50% de la fraction compostable. Cette fraction est essentiellement constituée de matière organique, poussières et de terre. Le tableau 3 ci-dessous présente la composition centésimale des ordures ménagères de la ville Ouagadougou.

Tableau 3 : Caractéristiques des ordures ménagères de la ville de Ouagadougou.

MÉNAGES	Composition pondérale centésimale des ordures ménagères (%)						
	MOB	TIS	MET	PLAST	VER	CART.	RES
BAS STD.	89,88	0,94	0,40	3,60	0,20	4,90	0,80
MOYEN STD.	90,32	1,54	0,90	3,60	0,40	3,20	0,04
HAUT STD.	89,52	1,02	0,20	5,60	0,22	3,40	0,04

STD: standing ; MOB: matière organique (riche en terre) facilement biodégradable ; TIS: morceaux de tissus ; MET: métaux ; PLAST: plastique ; VER: verrerie ; CART: cartons ; RES: résidus non triables

source: SÉRÉMÉ et al (1998).

Contrairement aux résultats des enquêtes FNRS (fonds national suisse de la recherche scientifique) (WAAS, 1996) on n'observe pas de variations importantes de la fraction organique fermentescible entre les standings (90,32 ; 89,88 et 89,52). Cependant on observe que les ménages de moyen standing produisent plus de MOB, de TIS, de MET et de VER que les autres standings (90,32%, 1,54%, 0,90% et 0,40% respectivement). Les quantités les plus importantes de plastiques (5,60%) proviennent des ménages de haut standing tandis que

les ménages de bas standing sont supérieurs dans la production des cartons et des résidus non triables (4,90% et 0,08%).

1.3.3. FRACTION COMPOSTABLE DES ORDURES MÉNAGÈRES

Dans les pays en voie de développement, les ordures ménagères contiennent des quantités importantes de matières putrescibles (pelures, restes végétaux et animaux, restes d'aliments, etc.) pouvant atteindre en proportion 60 à 85% (WAAS, 1996). On trouve des petites quantités de déchets inorganiques (plastiques, verre, métaux etc.).

1.3.3.1. Composition et proportion des matériaux

La fraction compostable des ordures ménagères comporte deux types de matériaux : les matières putrescibles ou fermentescibles (matières organiques biodégradables) et la partie minérale utile telle que les sables, poussières, etc. SÉRÉMÉ et al (1998) estiment à 90% l'ensemble de ces matières valorisables en agriculture (urbaine).

La fraction organique comprend une grande variété de matières qui peuvent être classées selon leur biodégradabilité (WAAS, 1996) :

- la matière organique à décomposition rapide : aliments frais (feuilles de salade,...), herbe coupée, écorces (peaux ou péricarpe) de fruits, etc.
- la matière organique à décomposition lente : feuilles et branches d'arbres verts, paille, sciures de bois, etc.
- les matériaux organiques à décomposition difficile : morceaux de bois dur, textiles, cuir, cornes, etc.

Selon WAAS (1996), ces matières peuvent atteindre 60 à 85% de la production totale des déchets. CORBIER (1985) estime à plus de 50% cette fraction organique des déchets ménagers dans les pays en développement.

Dans les villes Burkinabé, les déchets solides municipaux contiennent des fractions importantes de sables et de poussières. Ces matériaux peuvent être utiles quant à la fabrication du compost urbain. Cependant d'importantes quantités de ces matières peuvent affecter la qualité du compost.

1.3.3.2. Valeur Agronomique de matériaux.

Les qualités agronomiques d'un compost peuvent être appréciées à l'aide des paramètres physico-chimiques tels que le contenu en matière organique, en macro éléments (NPK), en oligo-éléments (Soufre, Magnésium, Manganèse, Calcium, Fer, etc.) et en métaux lourds ou micro polluants (Zinc, Chrome, Plomb, Nickel, Bore, Cuivre, etc.). Tous ces paramètres dépendent de la nature des matériaux de départ. Les rapports entre les éléments fertilisants (N, P, K, et S) de la matière organique initiale permettent d'apprécier la valeur agronomique du substrat et par conséquent la qualité du compost qui peut en découler. Le rapport Carbone-Azote (C/N) est un indice caractéristique du substrat organique et de son produit de compostage. Un rapport C/N élevé (30 à 50) donnerait un rendement optimal en compost (humus stable), avec une valeur de C/N d'environ 10 à 15.

1.4. LES COMPOSTS D'ORDURES MÉNAGÈRES (URBAINES)

1.4.1. TERMINOLOGIE

Le Compostage : c'est le processus de fabrication du compost. Les définitions sont multiples selon qu'on est agronome, physiologiste, microbiologiste, du domaine de l'assainissement urbain etc. Le compostage selon WAAS (1996) est une réaction microbienne des substances organiques qui, sous des conditions optimales, se déroule en l'espace d'au moins deux mois. Il s'agit de la décomposition aérobie (en présence de l'air) des déchets organiques par les populations de micro-organismes indigènes dans les conditions contrôlées. La décomposition biologique de la matière organique consiste en une série de procédés de dégradation microbologique (WAAS, 1996). La qualité du substrat, la présence et la constitution génétique des micro-organismes et les conditions environnementales sont les facteurs de ces procédés (réactions). Selon PESCOT (1993), cité par WAAS (1996), le compostage est un procédé de décomposition biologique aérobie qui biodégrade les matières organiques fermentescibles en dioxyde de carbone (CO₂), en eau (H₂O), en méthane et en un résidu stabilisé appelé compost.

Composter: est une expression qui peut du point de vue agronomique être définie sur deux volets (Larousse Agricole, 1981) :

- composter c'est amender un sol avec du compost.

- C'est aussi transformer ou décomposer la matière organique (pailles, feuilles, ordures ménagères, etc.) en compost (humus stable ou en décomposition lente). Composter c'est donc essentiellement produire des humus stables dans les composts (MUSTIN, 1987).

Composter c'est aussi recycler la matière organique et boucler des cycles naturels qui avaient interrompu par abandon de techniques appropriées.

Le Compost : le compost est le produit final issu du processus de compostage. Sa composition et ses caractéristiques dépendent de la composition et de la nature du substrat original. Le compost peut se définir comme un mélange de résidus divers d'origine végétale ou animale, mis en fermentation lente afin d'assurer la décomposition des matières organiques, et utilisé comme engrais ou amendement (Larousse d'agronomie, 1981). L'intérêt de l'emploi du compost réside dans l'apport varié de nombreux oligo-éléments, et revient à une fumure complète pour les éléments majeurs N, P, et K. Un compost urbain est considéré comme mûr lorsque sa respiration est inférieure à 40 mg d'oxygène consommé/kg M.S (matières sèche) de compost/heure (MUSTIN, 1987).

1.4.2. LE COMPOSTAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES

Le compostage n'est pas une nouvelle pratique dans le cadre du recyclage de la matière organique. Depuis longtemps cette pratique a été utilisée de manière traditionnelle. La valorisation réfléchie des déchets sous forme d'amendement organique a commencé au XVIII^e siècle, au profit des cultures de rente (ou d'exportation) dans les colonies d'outre mer (HOWARD, 1943 cité par WAAS, 1996). Dès lors, les techniques vont être améliorées et la production du compost trouve un intérêt économique dans les sociétés.

1.4.2.1. Les principales techniques

Les niveaux de technologie de compostage utilisés par une unité sont liés aux objectifs de la production, aux moyens matériels et financiers mis en œuvre, à la disponibilité en main d'œuvre, etc... Dans les pays en développement les objectifs agronomiques guident essentiellement la production du compost. Au Burkina Faso les différentes opérations qui

sous tendent la production du compost des ordures ménagères visent à réduire les coûts et sont :

- la collecte ou la précollecte des déchets, généralement assurée par les services privés. Cette collecte peut se faire de manière séparée ou mélangée (WAAS, 1996) ;
- la préparation des substrats : tri (à la source, lors de la collecte ou sur le site de compostage), broyage (pour faciliter la décomposition de la matière organique), l'homogénéisation, ...
- la fermentation ou la décomposition des tas à composter ;
- la finition des composts : la maturation, le tamisage et le tri du compost (Waas, 1996), le stockage, et le conditionnement (emballage).

Toutes ces opérations sont regroupées par Waas (1996) en opérations de prétraitement, de conditionnement et de post-traitement. Les différentes techniques de compostage ont été classées par le même auteur de la manière suivante :

- la récupération de compost décomposé naturellement (terreau) ;
- le compostage en tas ou en andains ;
- le compostage en andains recouverts et retournés ;
- le compostage en lits ;
- le compostage par tas ventilés ;
- le co-compostage d'ordures ;
- le lombri-/vermi-compostage.

Les techniques de compostages pratiquées à Ouagadougou sont celles en tas ou en andains recouverts (WAAS, 1996), le vermi-compostage (SÉRÉMÉ, 1995 ; SÉRÉMÉ et al, (1998) et dans une moindre mesure la récupération de compost décomposé naturellement (terreau).

1.4.2.2. Les Principaux Facteurs de Contrôle du processus

Ces facteurs sont ceux qui influencent la vie microbienne du processus de décomposition des substrats organiques (PESCOT, 1993 ; GOTAAS, 1956). La combinaison de ces facteurs dans les proportions raisonnables permet de contrôler (plus ou moins) le processus de compostage. Il s'agit des valeurs susceptibles d'optimiser la production quantitative et qualitative du compost. Ces paramètres de contrôle de ce processus sont essentiellement (MUSTIN, 1987) :

- le taux d'oxygène lacunaire ou ventilation : ce paramètre est souvent contrôlé par le retournement périodique des andains ou tas d'ordures dans le cas du compost de Ouagadougou (WAAS, 1996) ;
- la température : la ventilation et l'humidification sont des moyens de contrôle de la température durant le processus de compostage. Les températures (maximales) pour le compost de Ouagadougou fluctuent entre 60 et 70°C, pendant les deux premières semaines dans les conditions optimales ;
- l'humidité, contrôlée par un arrosage périodique des tas ou andains. La teneur en eau des ordures de Ouagadougou est en moyenne de 7% (WAAS, 1996), alors que les valeurs optimales se situent entre 40 et 60% d'humidité (PESCOT, 1993 ; DALZELL, 1987 cités par WAAS, 1996).
- les caractères physico-chimiques des substrats organiques : Selon MUSTIN (1987), les facteurs majeurs sont, les rapports entre éléments majeurs (C, N, P, K et S), le pH et le taux de matière sèche et matière organique. D'une manière générale les déchets des villes burkinabé sont pauvres en éléments majeurs (NPK) et ont un rapport C/N faible (35 pour Bobo et en dessous de 26 pour Ouagadougou) exceptées les vidanges avec des valeurs supérieures à 42 (BILGO, 1992).

1.4.2.3. Normes de classification des produits du compostage

Les critères sont ceux liés aux paramètres physiques, chimiques et biologiques. Les normes de qualifications couramment utilisées sont celles de l'union européenne, de la France (AFNOR) et de la Suisse (ZUCCONI et al, 1987 ; L'HERMITE, 1989 ; GYSI et al, 1988 ; ANON, 1992 ; BRUNT et al, 1985). Les composts sont souvent classés en fonction de leur granulométrie et leur richesse en éléments nutritifs. Le compost de Ouagadougou (Waas, 1996) est tamisé à 8.0 mm. Ce compost très fin, peut être utilisé comme un amendement organique et un engrais complet pour les cultures maraîchères.

1.4.3. PRINCIPAUX TYPES DE COMPOSTS

Les degrés de dégradation ou de maturation est le critère de classification généralement utilisé pour les composts (ZUCCONI & DE BERTOLDI, 1987). Suivant ce critère WAAS (1996) classe les types suivants :

- le compost brut (mélange d'ordures fraîches, prêtes à être décomposées). C'est le type de compost utilisé par les agriculteurs périurbains de Ouagadougou et de Bobo-dioulasso, et les maraîchers de Bobo-Dioulasso ;
- le compost frais, composé de déchets ayant subi une décomposition thermophile et une hygénisation, mais la matière est encore non stabilisée ;
- le compost mûr qui est un compost en cours d'humification. C'est le type de compost produit par les associations féminines de Ouagadougou et de Bobo-dioulasso ;
- le compost stabilisé, le terreau et le faillis sont les autres types de composts.

1.4.4. VALEUR AGRONOMIQUE DES COMPOSTS URBAINS

1.4.4.1. Caractéristiques chimiques du Compost d'Ordures Ménagères

Les composts peuvent être caractérisés en fonction de leur richesse en éléments (composition) et leur acidité. Les analyses sur les composts d'ordures ménagères de Ouagadougou ont été effectuées par SÉRÉMÉ et al (1998). Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques chimiques de ce compost en fonction du standing.

Tableau 4 : Caractéristiques chimiques du compost d'ordures ménagères de Ouagadougou

Compost	Niveau de standing des ménages		
	BAS	MOYEN	HAUT
Composés analysés			
Matière organique totale %	14,17	14,43	17,25
Carbone total %	8,56	8,37	10,00
Azote total %	0,37	0,52	0,49
Rapport C/N	23	16	20
K total (% K ₂ O)	1,37	0,92	1,09
K disponible (ppm K)	5,057	4,353	5,251
Phosphore assimilable (ppm P)	103,21	104,61	98,71
Phosphore total (% P ₂ O ₅)	0,45	0,45	0,38
pH eau	9	8,9	8,9
pH kcl	8,2	7,6	7,9

% = pour cent de la matière sèche ; ppm = partie par million

Source : SÉRÉMÉ et al (1998).

1.4.4.2. Qualité des composts urbains

La qualité d'un compost peut être appréciée à partir de ses caractéristiques agronomiques, sanitaires et ses propriétés polluantes. Elle est liée à son contenu en éléments fertilisants (NPK) et en matière organique (WAAS, 1996) ; ce qui lui confère une valeur fertilisante et un pouvoir amendant du sol. Des analyses réalisées sur divers échantillons du compost andain de Ouagadougou par WAAS (1996) révèlent :

- *Sur le plan agronomique* : les qualités physico-chimiques qui lui confèrent une qualité incontestable. Le tableau 8 présente les caractéristiques des divers amendements organiques expérimentés par WAAS (1996).

Tableau 5 : Comparaison de divers amendements organiques (valeurs en % de matières sèches).

Paramètre	Compost Waas (a)	Compost valeurs courantes (b)	Terreau valeurs courantes (b)	fumier valeurs courantes (b)
Matières minérales	73,00		85,00	59,00
Matières organiques	27,00		15,00	41,00
Teneurs en carbone	16,00		9,00	25,00
Teneurs en azote	1,00	0,4-15	1,00	1,50
C/N	16,00		9,00	17,00
Phosphore (P)	0,11	0,05-0,13	0,11	0,10
Potassium (K)	1,10	0,13-0,4	0,90	1,60

(a) Analyse EIER- Ouagadougou ; (b) KEHREN et al (1963)

Source : WAAS (1996).

Le compost de WAAS est de très bonne qualité, en le comparant au lombricompost de SÉRÉMÉ (1995) dit de bonne qualité. De plus il répond bien aux normes de compost valeurs courantes de KEHREN et VAILLANT (1963). A 42% d'humidité, le compost de Ouagadougou, tamisé à 10 mm présente une masse volumique de 0.51 t/m³. Le compost de Ouagadougou présente des qualités agronomiques appréciables. Il possède un pouvoir fertilisant plus élevé que les ordures brutes et le terreau, et ne présente pas de risques sanitaires (WAAS, 1996).

- *Sur le plan sanitaire* : on note la présence permanente des streptocoques (prédominants) et des coliformes fécaux, qui sont d'origine animale. Sur le plan parasitaire la contamination est bien marquée, avec la présence des parasites d'origine :

- animale : œufs d'ascaris et opisthochis felinus de l'helminthe du chien ;
- humaine : larves d'anguillules (vivantes et mortes), kystes d'amibes E.coli, levures et anguillules vivantes.

Selon le même auteur, cette contamination serait superficielle, et due au vent, aux objets souillés et/ou aux mouches. Cependant aucune étude n'a été effectuée pour le confirmer.

- *Sur le plan de la pollution* : la présence des métaux lourds dans le compost, mais à des proportions faibles, confirmant ainsi sa qualité (bonne). Le tableau 9 présente les teneurs moyennes (en ppm) en micro-polluants du compost, les normes, et les périodes de demi-vie de ces même micro-polluants.

Tableau 6 : Teneurs en micro-polluants et demi-vie dans les sols et les eaux

Compost en andains de Ouaga.		Normes suisses	Temps de demi-vie (1)	
Éléments	En ppm	En ppm	Eaux (en jours)	sols (en années)
Zinc (Zn)	78	400	550	2100
Chrome (Cr)	54	100	Nd	6300
Plomb (Pb)	88	120	25	1700
Nickel (Ni)	10	30	Nd	2300
Cadmium (Cd)	0.1	1	Nd	280
Cuivre (Cu)	12	100	560	860

Nd = non déterminé

Source: WAAS (1996) ; (1) : BOWEN & KIMBALL (1984) cités par RAMADE (1992).

Le compost d'ordures ménagères de Ouagadougou est de bonne qualité, car il respecte les normes suisses (OSUBST) comme l'affirme l'auteur. Cependant son utilisation régulière et continue peut conduire à une accumulation de ces éléments (micro-polluants) dans le sol, du fait de leurs temps de demi-vie. Les précautions doivent donc être prises dans les opérations de tri (à la source).

La littérature sur les composts de Ouagadougou (SÉRÉMÉ, 1995 ; WAAS, 1996 ; SÉRÉMÉ et al, 1998) indique que son utilisation présente des avantages bien évidents. Ces composts peuvent être conseillés aux producteurs maraîchers. Cependant un certain nombre de précautions sont nécessaires pour les opérations de compostage : le tri strict des déchets avant de les composter (pour éviter les micro-polluants en grande quantité), les mesures préventives de protection sanitaire, etc. Le tri doit se faire de façon à se débarrasser des objets tels que les matières synthétiques (tissus, plastiques etc.), les objets métalliques (piles, les ferrailles, objets en aluminium, en cuivre, en zinc, etc.), la verrerie, etc.

1.4.5. EFFETS AGRONOMIQUES DES COMPOSTS URBAINS

1.4.5.1 Rôle de fumure ou d'amendement.

Il s'agit généralement du mode d'épandage de l'engrais compost dans ses diverses formes (amendement, fertilisant, etc.). Si le compost a été bien édifié, s'il a bien évolué avec des bons retournements, il peut être utilisé au bout de 60 jours. Un compost bien mûr peut être épandu en surface, en sillon ou en poquet, comme fumure de couverture, d'entretien ou de fond. En surface, il est généralement conseillé d'épandre avant le labour d'enfouissement pour éviter l'agression des agents atmosphériques (vent, pluies, soleil), à la dose de 20 tonnes à l'hectare ; dans les sillons, il se fait à 6 tonnes (épandage localisé) et en poquet de 200 à 300 grammes de compost par poquet (soit 10 à 15 tonnes à l'hectare). Toutes ces doses ont été appliquées sur le compost paysan par KABORE, (1976). Pour ce qui est du compost urbain les doses expérimentées varient entre 2 et 3 voire 4 kg au m², soient 20, 30 ou 40 tonnes de compost à l'hectare (SÉRÉMÉ, 1995 ; NGNIKAM et al, 1993). Malgré toutes les recommandations faites par la recherche, les maraîchers de Ouagadougou préfèrent appliquer la fumure organique en surface pour des raisons qui leur sont propres.

1.4.5.2. effets du compost sur le sol

Le comportement du compost dans le sol se résume à son incidence sur les diverses propriétés du sol. En effet l'incorporation du compost dans le sol a un impact qui peut se

situer à différents niveaux sur la fertilité de celui-ci. Des tests réalisés sur la maturité des composts urbains ont permis à MOREL et al, (1979) de conclure que :

- le compost stimule l'activité minéralisatrice du sol. Cependant l'importance de cette minéralisation dépend étroitement de l'âge et du type de compost.
- l'apport du compost fait augmenter non seulement le taux de matières organiques du sol mais aussi leurs compartiments tels que les humines, le rapport AF/AH etc. L'augmentation des humines est due aux substances carbonées très résistantes ou pratiquement inertes, alors que celle de AF/AH décroît avec l'âge du compost ajouté au sol.
- le compost améliore la stabilité structurale du sol. OUATTARA et al (1994) ont montré que la porosité structurale induite croît avec l'évolution du substrat organique. C'est dire que plus le compost est mûr, plus la porosité structurale induite est grande.
- la fermentescibilité du compost dans le sol dépend de l'origine (standing du ménage) des matériaux compostés et de l'âge du compost. Cette propriété peut être lente ou rapide en fonction de l'origine, et décroît avec l'âge du compost.

Le compost améliore donc le statut organique, les propriétés chimiques (AF/AH, les humines,...), les propriétés physiques (porosité et stabilité structurale) et l'activité biologique (la fermentescibilité en dépend) du sol. Cependant, les effets du compost sur la minéralisation de la matière organique native du sol restent à étudier pour estimer le taux de minéralisation ou de l'évolution de la décomposition du compost en question.

Rappelons que ces composts ont été obtenus à partir des déchets des villes françaises. Or la composition et les caractéristiques des déchets varient avec le niveau développement du pays, d'industrialisation de la ville productrice, du niveau de revenu et des habitudes de consommation des populations. Ainsi, le compost produit à Ouagadougou n'aura pas les mêmes caractéristiques et la même qualité que celui des villes françaises.

1.4.5.3. - Effets du compost sur les rendements des cultures :

Comparativement aux engrais minéraux, la fumure organique donne des effets nettement supérieurs. A apport égal, la productivité moyenne (rendements moyens) est supérieure dans

le système fumure organique que dans le système intensif fumure minérale (MUSTIN, 1987).

Au Burkina Faso, les études sur les effets du compost urbain sur la fertilité du sol et sur les rendements des cultures sont encore à entreprendre. Cependant le compost de Ouagadougou a déjà fait l'objet de beaucoup de tests, qui lui permettent d'avoir une bonne appréciation de la part de plusieurs producteurs maraîchers de la ville (WAAS, et al, 1996 ; MOREZ, 1987). Des tests réalisés (par apport de 2,5 kg/m² soit 25t/ha) par SÉRÉMÉ (1995) révèlent :

- un pourcentage moyen de levée de 95,5% pour toutes les espèces cultivées (expérimentées). Ce taux de levée, compris entre 84 et 100% permet d'obtenir des rendements meilleurs à la récolte. Le compost a aussi une action positive sur la germination et la croissance des plantes mises en culture ; mais cela dépend bien entendu de son âge ;
- une amélioration des rendements culturaux. Le compost permet de doubler le rendement : de la carotte (de 8 t/ha à 17 t/ha), du chou (de 10 à 20 t/ha) et de la tomate (de 8 t/ha à 15 t/ha).

Dans certaines villes africaines comme Yaoundé (au Cameroun) l'apport de 2.8 kg/m² (28t/ha) de compost d'ordures ménagères à 40% d'humidité a permis de doubler la production des salades (NGNIKAM et al, 1993). Cependant plusieurs facteurs peuvent agir sur le rendement d'une culture. Les maladies causées par les parasites de toutes sortes peuvent être à l'origine de la baisse du rendement. Le compost peut par amélioration de la fertilité du sol, créer des conditions défavorables au développement de ces parasites (surtout telluriques), et de ce fait accroître le rendement. La plantation de plants en mottes compost (par exemple) a permis à N'DIAYE et al (1997) d'obtenir un gain de rendement de tomate de plus de 30%, un pourcentage de reprise très élevé des plants repiqués et une physiologie des plantes plus vigoureuse avec une floraison précoce et plus abondante. Selon les mêmes auteurs le compost favorise le développement racinaire (biomasse importante) et permet de réduire le peuplement des parasites (nématodes) des plantes dans le sol.

1.5 LES EAUX USÉES URBAINES ET LES BOUES RÉSIDUAIRES

Les eaux usées peuvent se définir comme l'ensemble des eaux venant des diverses satisfactions des besoins et des multiples activités des habitants d'une localité. La quantité et la qualité de ses eaux dépendent : de la nature des activités et des besoins à satisfaire, du niveau de vie des populations, du type et du niveau d'industrialisation de la ville (localité). Au sens le plus large les eaux constituent l'ensemble de toutes les eaux évacuées des zones bâties (CISSÉ, 1997). Il s'agit donc des eaux provenant des ménages, de l'artisanat et de l'industrie, y compris les eaux de refroidissement ainsi que les eaux de ruissellement collectées par les rigoles, canaux et canalisations. Dans certains cas, ces eaux sont évacuées par un réseau d'égouts et traitées dans une station, soit par lagunage. Bien que réputées pour leur nature polluante, les eaux usées peuvent, en fonction de leurs caractéristiques avoir des vertus agronomiques incontestables, ainsi que les boues résiduares, produits de leur traitement.

1.5.1. LES VERTUS AGRONOMIQUES DES EAUX USÉES

En fonction de leur origine, nature et leurs caractéristiques, les eaux usées peuvent être valorisées à des fins agricoles.

1.5.1.1. Effets sur la fertilité du sol

Les eaux usées brutes contiennent quelquefois d'énormes quantités de matières en suspension (NIANG, 1997). Cette suspension à forte charge peut entraîner un compactage de la couche superficielle du sol, et aboutir à long terme à une imperméabilisation de ce sol puis à une asphyxie des plantes. Les eaux provenant de l'abattoir et les vidanges des fosses septiques, directement épandues dans les champs peuvent entraîner la formation d'une croûte à la surface du sol. Selon leur composition et leurs caractéristiques ces eaux peuvent avoir des propriétés acides ou basiques et par conséquent affecter le pH du sol cultivé et sa disponibilité en éléments nutritifs.

La demande biologique en oxygène (DBO) indique la teneur de l'eau en matière organique biodégradable (NIANG, 1997). La dégradation de celle-ci produit à terme des fertilisants tels que l'ammoniaque, les nitrates et les phosphates. L'azote et le phosphore étant les éléments essentiels de la nutrition des plantes, cela peut conduire à l'amélioration des rendements des cultures. L'ion ammonium (NH_4^+) est la forme la plus réduite de l'azote minéral. Sous cette forme, il est assimilable par les bactéries et les végétaux supérieurs. Les phosphates (PO_4^{3-}) sont assimilés par les plantes supérieures. Leur présence dans les eaux peut être avantageuse pour les cultures maraîchères.

1.5.1.2. Effets de l'utilisation des eaux usées sur les rendements cultureux

Les eaux usées, riches en éléments fertilisants et en matières organiques biodégradables, permettent de satisfaire aux conditions écologiques des plantes (cultures). Ces conditions peuvent contribuer à l'amélioration des rendements des cultures maraîchères. En outre l'utilisation des eaux usées diminue la consommation en eau (d'arrosage) et aussi la dépense en intrants (NIANG, 1997).

1.5.2. IMPACTS AGRONOMIQUES DES BOUES RÉSIDUAIRES

1.5.2.1. Impact sur la fertilité du sol

Les boues chaulées permettent l'élévation du pH du sol (MOREL et JAQUIN, 1978). Ces boues peuvent être utilisées pour un amendement calcique des sols plus ou moins acides. Par contre d'autres études (CHAWLA et al, 1974 ; et KING et al, 1972 cités par BENMOUFFOK, 1994) ont montré que le pH du sol diminue suite à l'épandage des boues résiduares. Les résultats obtenus par BENMOUFFOK (1994) montrent une légère modification de la garniture ionique du complexe absorbant (12.7%) et de la capacité d'échange cationique (6%). L'épandage des boues contribue donc à l'humification du sol. Les mêmes résultats révèlent l'augmentation du taux de matières organiques et, de la teneur d'azote total et du phosphore dans le sol. En définitive, les boues résiduares peuvent contribuer à l'amélioration de la fertilité du sol agricole, et par conséquent accroître les rendements cultureux.

1.5.2.2. Impact sur les rendements culturaux

Des tests réalisés sur la pomme de terre (BENMOUFFOK, 1994) ont montré un accroissement des rendements (proportionnellement aux doses appliquées). L'utilisation des boues résiduaires peut donc avoir un impact positif sur les rendements des cultures.

1.5.2.3. Impact sur la qualité du produit agricole

Le test réalisé par BENMOUFFOK (1994) sur les boues résiduaires a montré l'augmentation du calibre de la pomme de terre par rapport aux engrais minéraux. Cependant les boues résiduaires peuvent contenir des polluants tels que les métaux lourds, lorsque les rendements d'épuration sont faibles. Ces métaux lorsqu'ils sont absorbés par les cultures à une certaine quantité peuvent nuire à la santé humaine.

CONCLUSION.

Au vu de tout ce qui précède nous pouvons tirer des conclusions suivantes :

- le compostage permet une bonne gestion des déchets solides des villes. Cependant un contrôle du processus s'impose. En effet lors du processus de compostage, il peut se manifester des phénomènes de nuisance pour les populations riveraines. Un site de compostage mal entretenu et le processus mal suivi peut constituer un foyer de maladie (épidémie).
- Les déchets urbains du fait de leur proportion importante en matières compostables (90% d'après SEREME, 1995), peuvent avoir des avantages agronomiques importants.
- Le compost de Ouagadougou de par sa composition, constitue un engrais complet, prêt à être utilisé dans les champs (WAAS, 1996 ; SEREME, 1995). Car il est jugé selon ces auteurs de bonne qualité.

En fin de compte le compost trouve sa raison d'être inclus dans la gestion de la fertilité des sols, comme un engrais organique au même titre que le fumier et les autres engrais. Il est donc important sinon nécessaire de convaincre les producteurs urbains et périurbains, de la qualité du compost. Ceci pour les inciter à adopter dans le système de gestion de la fertilité de leurs parcelles. Cependant pour atteindre ces objectifs une méthodologie s'impose. Pour ce faire, il est important de connaître le système de gestion paysanne de la fertilité des sols avant de proposer une technique prétendue nouvelle.

CHAPITRE II :

CHOIX DU SITE ET PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE.

2.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET CHOIX DU SITE.

2.1.1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE.

L'objectif global est la valorisation des déchets solides et liquides dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou. L'étude a consisté à évaluer la qualité du compost et à tester son efficacité agronomique. Le compost préparé par l'association des femmes du secteur 10 de Ouagadougou a été utilisé à cet effet. On évaluera les rendements sur chaque périmètre maraîcher considéré. Ceci pour mesurer le potentiel de production que l'on peut atteindre en améliorant la fertilisation par les composts d'ordures ménagères.

2.1.2. CHOIX DES SITES D'ÉTUDE.

Les travaux ont été effectués au niveau de trois périmètres maraîchers de Ouagadougou. Les critères qui ont guidé le choix de ces sites sont :

- la nature des eaux d'arrosage (d'irrigation), permettant ainsi d'évaluer l'impact des eaux sur la fertilité des sols et les rendements des cultures ;
- l'importance du site au point de vue superficie ;
- L'accessibilité des sites.

Ainsi nous avons retenu les sites de Boulmiougou (secteur 17), Tanghin (secteurs 23 et 24) et Kossodo-Wayalgin (secteur 26 et 27). Dans la littérature le site que nous appelons Kossogo-Wayalgin est divisé en trois sites, en fonction des eaux d'irrigation (cf. Tableau 7) : le Canal central, la Brasserie et la Tannerie-Abattoir. Le regroupement de ces trois sites en un seul a été fait pour la simple raison qu'ils appartiennent tous à un même bas-fond reliant

le secteur 26 au secteur 27. Le Tableau 7 donne la situation du site et la nature des eaux utilisées pour l'arrosage.

Tableau 7 : Sites de maraîchage et nature des eaux d'irrigation.

Nom du site	Emplacement du site	Nature des eaux d'arrosage
Boulmiougou	Barrage de Boulmiougou au secteur 17 (Pissy)	Eaux du barrage de Boulmiougou. C'est en principe de l'eau de ruissellement non ou peu polluée. Les producteurs font aussi des puisards.
Tanghin	Site du barrage de Tanghin aux secteurs 23 et 24	Eau du barrage. Les producteurs font des puisards. C'est en principe de l'eau non ou peu polluée
Kossodo-Wayalgin	Lieu de déversement des eaux usées, venant du canal central (en passant par la forêt classée), de la tannerie et l'abattoir, et de la ^e brasserie (BRAKINA). Les producteurs sont organisés en trois blocs suivant l'origine des eaux.	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux du canal central qui traverse la ville en collectant les eaux usées de l'hôpital. - Mélange des eaux venant de la tannerie et de l'abattoir. - Eaux usées de la brasserie BRAKINA, ancienne SOBBRA.

2.2. - PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE.

2.2.1. - LOCALISATION.

L'étude a été effectuée dans les sites maraîchers de la ville de Ouagadougou. Ouagadougou, capitale (politique) du Burkina Faso, située au centre du pays, est une ville qui s'étend sur environ 20 000 ha (CISSE, 1997), avec une topographie plate. La ville est divisée en 30 secteurs répartis sur 5 arrondissements ou communes. Sa situation géographique présente les coordonnées suivantes :

- Longitude : 1°31' Ouest ;
- Latitude : 12°21' nord ;
- Altitude moyenne : 300 m

Les secteurs concernés par l'étude sont : le 23, 24, 26 (au Nord de la ville), 27 (à l'Est de la ville), et le secteur 17 (à l'Ouest).

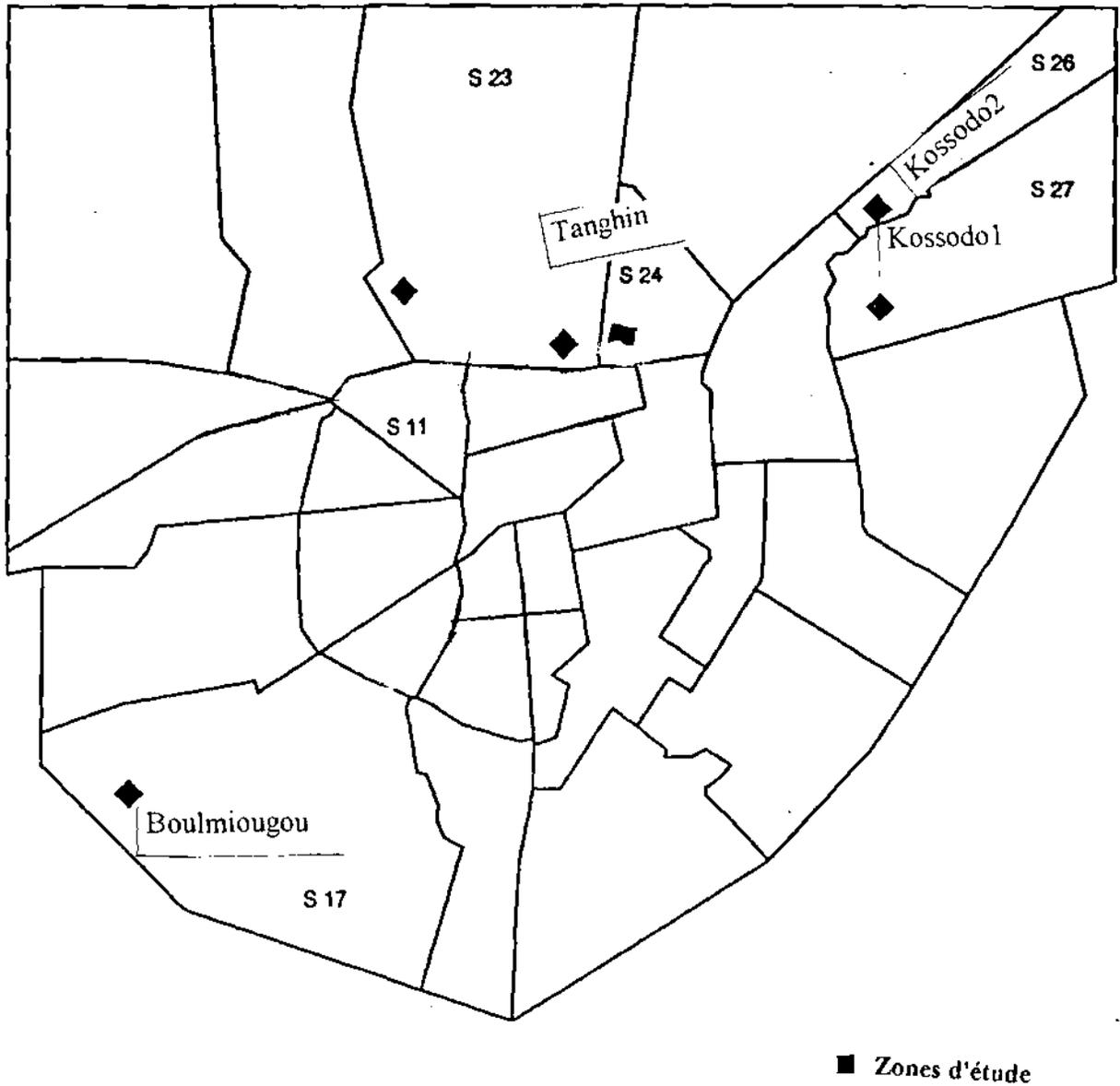


Figure 1 : Carte des sites de maraîchage de la ville de Ouagadougou

2.2.2. - LE CLIMAT DE OUAGADOUGOU

D'après la répartition faite par GUINKO (1984) Ouagadougou appartient au secteur soudanien septentrional. Le climat est caractérisé par deux saisons :

- une longue saison sèche de 7 mois étalée de Novembre à Mai, période pendant laquelle souffle dans la direction Nord-est/sud-ouest un vent sec (l'harmattan) chargé de poussière, rendant très mauvaise la visibilité dans la ville ; .
- une saison pluvieuse de cinq mois (Juin à Octobre) marquée par un vent humide qu'est la mousson.

2.2.2.1. Les précipitations dans la ville de Ouagadougou

Les précipitations sont mal réparties dans l'espace et dans le temps. Il est tombé en moyenne 708 mm d'eau sur une période de 17 ans (1981-1997) (BUNASOLS, 1998), avec un pic de 900 mm en 1991. L'année 1997 a connu la plus mauvaise pluviométrie avec 532 mm. En année normale cette pluviométrie varie entre 850 et 900 mm (CISSE, 1997). Les moyennes pluviométriques mensuelles de la ville de Ouagadougou sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 8 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Ouagadougou 1981 – 1997 (en mm)

MOIS	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Pluviométrie			8	25,7	69,7	91	166,3	211,5	110	26,7	0,6	
ETP					178,6	153	135,9	128,8	135,	161,4		
ETP/2					89,3	76,5	67,9	64,4	67,64	80,7		

Source : BUNASOLS (1998).

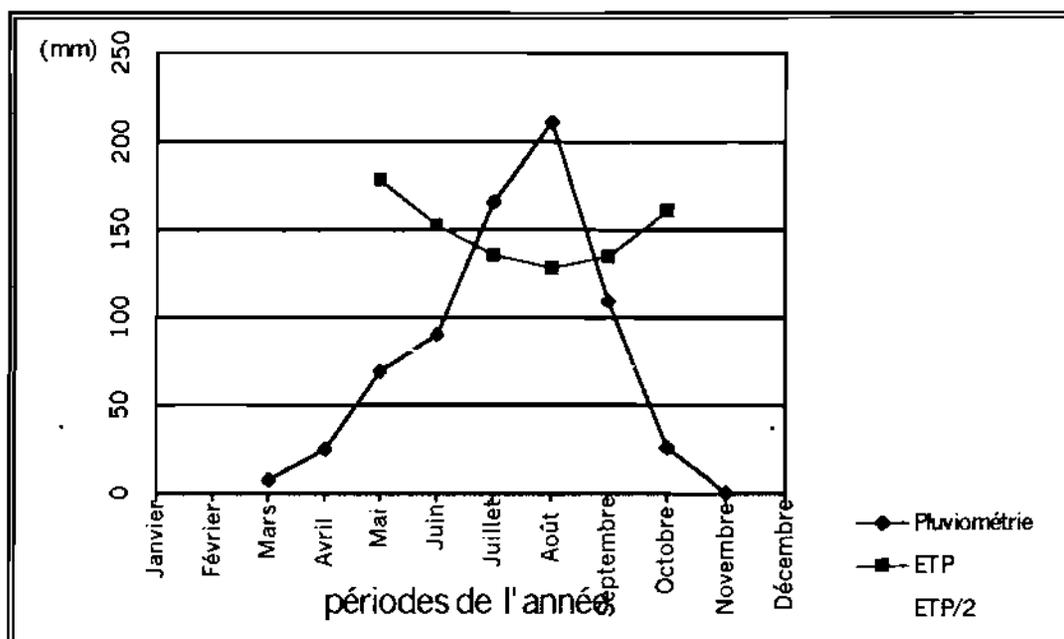


Figure 1' : Diagramme du bilan hydrique de Ouagadougou (1981-1997).

2.2.2.2. Température et évapotranspiration potentielle

Le régime thermique est variable avec des températures moyennes de 24 à 33°C. L'année est marquée par deux périodes de basses températures (16 à 19°C entre novembre et février, et 22 à 24°C en saison fraîche humide dominée par la mousson), intercalées entre deux saisons chaudes : la grande saison sèche et chaude (à partir de février) avec des températures de 37 à 42°C, et la petite saison chaude d'Octobre à novembre avec des températures d'environ 35°C.

L'ETP enregistrée entre les mois de mai et de novembre, sur une période de 14 ans (1981 à 1995), est largement supérieure à la pluviométrie annuelle, avec une moyenne de 893 mm. La période active de végétation se situe entre mi-mai et mi-septembre. Elle comporte une période humide allant de la deuxième décade de juin à la dernière décade de septembre. Le tableau 8 et la Figure 2 montrent l'évolution des températures maximales et moyennes.

Tableau 9 : Températures maximales, minimales et moyennes (en °C) de Ouagadougou (1981-1993),

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temp. Maxi	32,2	35,7	38,1	39,6	37,9	34,7	32,1	31,2	32,7	35,8	35,9	33
Temp. Mini.	16,1	19,3	23,5	26,5	26,3	24,2	22,8	22,2	22,5	22,9	19,7	16,7
Temp. Moy.	24,15	27,5	30,8	33,05	32,1	29,45	27,45	26,7	27,6	29,35	27,8	24,85

Source : BUNASOLS (1998).

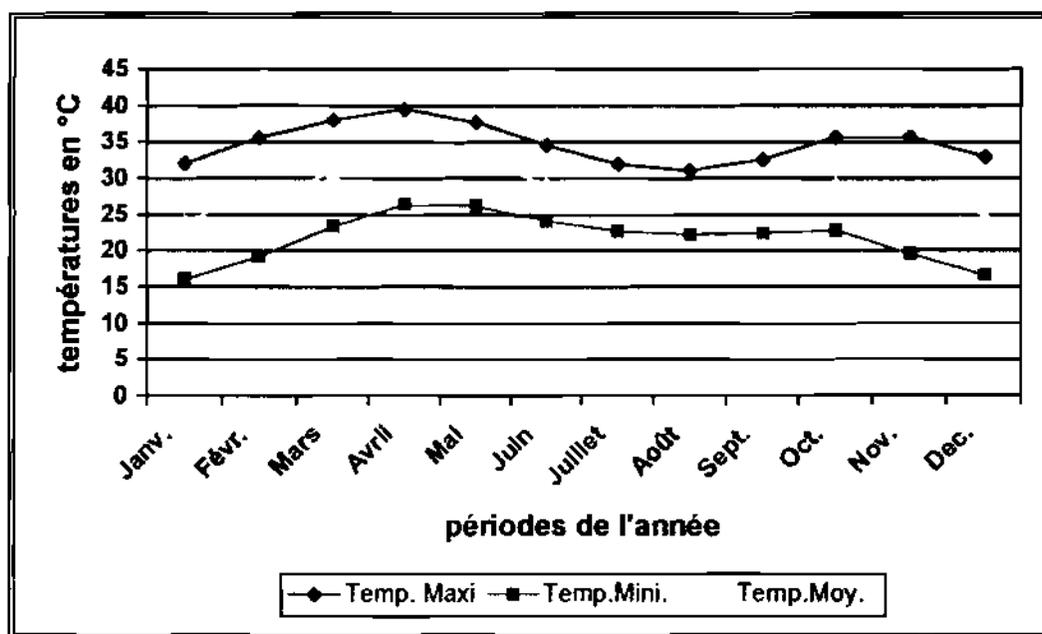


Figure 2 : Températures maximales, minimales et moyennes de Ouagadougou (1981-1993)

2.2.3. LES SOLS

Dans l'ensemble de la province du kadiogo les sols appartiennent à quatre classes (BANASOLS, 1998) :

- les sols minéraux bruts
- les sols peu évolués
- les sols à sesquioxydes de Fer et/ou de Manganèse
- les sols hydromorphes.

La présente étude a été effectuée au niveau de trois bas fonds ou bas glacis de la ville de Ouagadougou (Boulmiougou, Tanghin secteurs 23 et 24, et kossodo-wayalghin) les sols susceptibles d'être trouvés sont :

- les sols peu évolués d'apport alluvial colluvial modaux (PEACM),
- les sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes (PEAAH),
- les sols peu évolués d'apport colluvial alluvial hydromorphes (PEAACH ou PEACAH),
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et à concrétions (FTLTC), et
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes (FTLH).

Du point de vue morphologique ces sols sont généralement bruns, de structure massive à peu développée. La texture est, en général, limono (ou argilo)-sableuse, sablo-limoneuse (argileuse) en surface et argilo-limono-sableuse ou limono-argilo-sableuse en profondeur. Leurs caractéristiques physico-chimiques ou analytiques ont été étudiées par le BUNASOLS (1998). Ces sols sont caractérisés par des faibles teneurs en matières organiques très basses, basses à moyennes (0,36 à 1.25 %). Les teneurs en azote sont très basses à basses (0,02 à 0,4 %). Les teneurs en phosphore total sont basses (50 à 91 ppm) et très basses à moyennes en phosphore assimilable (0,06 à 1,21 ppm). Quant au potassium total et disponible les teneurs vont des valeurs très basses à moyennes (<596 à 1370 ppm et 30 à 92 ppm). Ces sols présentent donc une pauvreté en ces éléments, qui est une caractéristique des sols burkinabé dans leur ensemble, signe d'une pauvreté du point de vue de la fertilité (SEDOGO, 1981).

2.2.4. LA VÉGÉTATION

Selon GUINKO (1984), Ouagadougou, chef lieu de la province du Kadiogo, appartient au domaine phytogéographique soudanien, immédiatement situé au sud du 13^{ème} parallèle. Il s'agit du secteur soudanien Nord situé entre le 12^{ème} et le 13^{ème} parallèle (FONTÈS et GUINKO, 1995). On note des îlots de forêts claires très faiblement étendues (GUINKO, 1984). Selon ces auteurs, ce secteur est très peuplé et la savane présente un paysage agreste, de type parc, dominé par de gros arbres appartenant aux espèces agro-forestières protégées comme : *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Butyrospermum parkii*, *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*. Dans cette savane, les espèces ligneuses les plus régulières sont : *Acacia*

dudgeoni, *A. gourmaensis*, *A. seyal*, *Bombax costatum*, *Combretum micranthum*, *C. glutinosum*, *C. nigricans*, *Grewia bicolor*, *Guiera senegalensis*, *Lannea acida*, etc.

À cette strate ligneuse s'ajoute la strate herbacée constituée des espèces pérennes telles que *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon proximus*, *C. giganteus*, *Diheteropogon amplexans*, *Heteropogon contortus*, etc., et les espèces annuelles dont *Andropogon pseudapricus*, *Elionorus elegans*, *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Schizachyrium exile*.

Cette description faite par FONTÈS et GUINKO (1995) et GUINKO (1984) est loin d'être exhaustive du fait de la diversité des écosystèmes.

CHAPITRE III :

MATÉRIELS ET MÉTHODES D'ÉTUDE

3.1. MATÉRIELS D'ÉTUDES.

3.1.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL.

3.1.1.1. Les espèces cultivées.

Sur chaque site, nous avons procédé par une identification et un choix de la spéculation la plus pratiquée. C'est ainsi qu'à Boulmiougou le choix a été porté sur le fraisier et la laitue. Le choix de ces deux espèces se justifie par le fait que les essais ont été placés en retard (selon les producteurs), et que la période correspondait à la phase de transition entre les deux spéculations. À Tanghin le choix a été porté sur la carotte, et à Kossodo sur l'épinard. Le tableau 10 ci-dessous présente les spéculations pratiquées, leur nom botaniques, leurs familles et la durée moyenne de leur cycle végétatif.

Tableau 10 : Espèces, familles et cycles végétatifs moyens des cultures.

Périmètres	Espèces cultivées	Noms botaniques	Familles	Durée du cycle
Boulmiougou	Fraisier	<i>Fragaria vesca</i>	<i>Rosacées</i>	240 jours
	Laitue	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Composacées</i>	80 à 100 jours
Tanghin	Carotte	<i>Daucus carota</i>	<i>Ombellifères</i>	90 à 120 jours
Kossodo	Épinard	<i>Baselia alba</i>	<i>Baselacées</i>	indéterminée

Source : FAO (1988).

3.1.1.2. Les besoins écologiques et nutritionnels.

Du point de vue écologique et nutritionnelle, les espèces utilisées peuvent présenter les caractéristiques que nous réunissons sous la forme du tableau 11 (valeurs optimales).

Tableau 11 : Caractéristiques écologiques et besoins nutritifs.

Caractéristiques	Fraisier	Laitue	Carotte	Epinard
T°c optimales	18-27 °C	18-27°C	18-27°C	13-21°C
Tolérance à l'acidité pH		6,8 - 6,0	6,8 - 5,5	6,8 - 6,0
Besoins en eau (m3/ha)	16000-17000	5400-7100	7000-10000	
Besoins en nutriments (en kg/ha/t de produits récoltés)	N	8,2	2,2	3,5
	P2O5	3,7	1	1,4
	K2O	13,5	4,8	6,1
	CaO	--	1,1	5,9
	MgO	--	0,2	1

Source : FAO (1988).

N.B. : Toutes ces valeurs ont été estimées par la FAO pour des variétés expérimentées au Sénégal sur les cultures légumières tropicales.

3.1.1.3. Les rendements.

Dans la littérature (LAROUSSE AGRONOMIQUE, 1981) le rendement se définit comme étant ce que rapporte une chose ou une opération dans des conditions déterminées. En agriculture, le rendement d'une terre ou d'une culture est égal au poids, au volume ou, même au nombre d'organes végétaux par unité de surface (en hectare ou en are). Il s'agit donc d'un rapport entre la production et la superficie dont elle est issue. Pour les cultures maraîchères, le rendement s'obtient généralement en pesant toute la production d'une surface cultivée (planches).

Au Burkina Faso, pour les espèces concernées par notre étude, les rendements estimés, pendant la campagne 1991/1992 à (M.A.E., 1992) :

la fraise : 12,78 tonnes à l'hectare pour la zone centrale (Ouagadougou) du pays ;

la carotte : 18,3 tonnes /hectare ;
la laitue : 17.29 tonnes/hectare ;

3.1.2. LES FERTILISANTS.

Les deux types de fumures appliquées sont la fumure organique (fumier et compost) et la fumure minérale (NPK de formule 14-23-14 et Urée à 46% N). Les doses ont été fonction de l'espèce cultivée. Dans certains cas les paysans appliquent l'engrais en fonction de leur disponibilité financière. Pour la même raison, les paysans utilisent plusieurs types de fumier. Les doses d'application varient selon l'individu ou la culture pratiquée.

3.2. MÉTHODES D'ÉTUDE

La démarche utilisée est celle de la recherche/action qui consiste à mettre en place des tests démonstratifs en champ paysan (périmètres maraîchers). Les parcelles sont sous la gestion des paysans ; ce qui permet de vérifier et de leur convaincre de l'efficacité de ce compost. Le test se déroule dans les conditions de cultures paysannes.

3.2.1. CONDUITE DE L'EXPÉRIMENTATION AU CHAMP

De la mise en place des essais à la récolte, diverses opérations ont été effectuées.

3.2.1.1. Mise en place des essais

3.2.1.1.1. Préparation des parcelles

Toutes les opérations de préparation ont été effectuées par les producteurs maraîchers, et elles consistent à :

- un labour manuel à l'aide d'une houe traditionnelle (daba)
- une homogénéisation par cassure des mottes et planage (ou nivellement) des parcelles ou planches

3.2.1.1.2. Le semis

La date de semis a été laissée au choix du producteur. Cependant nous nous sommes efforcés à conserver les intervalles des apports et des diverses opérations pour chaque spéculation. Les types et densité de semis sont consignés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Type et densité de semis par spéculation.

Spéculation	Type de semis		Écartements		Doses de semis
			Entre lignes	Sur lignes	
Laitue	Pépinière	ligne	30 cm	20 à 30 cm	9-15 plants/m ²
Carotte	Direct graines	Volet	10 cm	10 cm	100 plants/m ²
Fraisier	Pépinière	Ligne	30 cm	30 cm	9 plants/m ²
Épinard	Direct	poquet	10 cm	10 cm	100 plants/m ²

3.2.1.1.3. Épandage de la fumure

Cette opération a consistée en des apports de la fumure organique et des engrais minéraux.

La fumure organique :

- la fumure traditionnelle : il s'agit des déjections animales (bouse de bovins, fientes de la basse cours, de petits ruminants ...), des sciures de bois, de balle de riz, de glumes de céréales, des cendres, etc.;
- le compost d'ordures ménagères, produit par l'association des femmes du secteur 10, sous l'encadrement technique du CREPA.

La fumure minérale : il s'agit de :

- le NPK de formule 14-23-14.
- l'urée dosée à 46%.

Tout apport de la fumure s'est effectué sous forme de couverture.

3.2.1.1.4. Entretien des cultures en parcelle.

Ce travail a consisté à : - désherber les parcelles expérimentales à la daba (houe)

- pratiquer le binage ou sarclobinage. La plupart des producteurs pratiquent le sarclobinage. En effet les planches (parcelles) n'étant pas vite envahies par les adventices, les producteurs attendent la période d'épandage de la fumure pour effectuer leur binage.
- Le démariage n'est pratiquement possible que pour les spéculations à semis direct; le cas du fraisier est particulier, et cela se fait en coupant simplement les stolons "reproductifs" indésirables sur la parcelle.

3.2.2.. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'étude a été effectuée en milieu réel où tous les paramètres ne sont pas contrôlés. Le contrôle de l'hétérogénéité des sols s'est fait en constituant un échantillon composite pour chaque répétition (chaque producteur étant considéré comme une répétition).

Le dispositif expérimental est simple avec deux traitements : un témoin et un traitement test. Sur chacun des trois périmètres maraîchers on a choisi des producteurs qui ont mis à la disposition de l'expérience deux planches (parcelles) de 10 m² minimum, qui abritent les deux traitements expérimentaux. Pour chaque périmètre un producteur constitue une répétition. Dans les périmètres de Boulmiougou et de Tanghin 10 producteurs ont été retenus, alors qu'à Kossodo le facteur des eaux usées a permis de diviser le site en trois blocs de cinq producteurs chacun. En effet le site trouve son existence par les eaux usées de la ville et de la zone industrielle. Les eaux d'arrosage constituent en fonction de leur provenance trois traitements.

3.2. 2.1. Le facteur fertilisation (compost)

Il s'agit des deux traitements suivants :

TO : les pratiques paysannes de fertilisation en maraîchage à Ouagadougou. Généralement les producteurs maraîchers de Ouagadougou utilisent du fumier de diverses sortes et de l'engrais pour fertiliser leurs sols.

TE : le compost produit par l'association féminine du secteur 10 de Ouagadougou, encadrée par le CREPA. Ce compost est fourni par le projet Agriculture urbaine, sous la coordination

de l'INERA. À ce compost on a ajouté de l'engrais minéral (NPK et/ou de l'urée) acheté par les paysans eux-même.

3.2. 2.2. Les traitements supplémentaires

En fonction de la provenance des eaux usées utilisées par les maraîchers trois situations ont été considérées :

ECC : les eaux provenant de la ville (centre ville, Hôpital et Hôtel SILMANDE), drainées par le canal central. Ces eaux traversent la forêt classée du barrage et subissent quelque peu une épuration par les végétaux aquatiques, tels la jacinthe d'eaux douces et les algues. Elles sont utilisées par les producteurs de Kossodol.

ESO : les eaux provenant de la SOBBRA. Ces eaux sont chargées de particules de matières organiques (drêches et des résidus de malt,...). Elles ont une charge polluante assez élevée, due aux divers produits de nettoyage des bouteilles et des machines.

EAB : les eaux de l'abattoir et de la tannerie. Les eaux de l'abattoir ont une charge en matière organique qui constitue une potentialité, pour la fertilisation des sols maraîchers. Cependant leur mélange avec les eaux de la tannerie (très toxiques) réduit ou annule leur efficacité. Ces eaux (de la tannerie) chargées des polluants cancérigènes (métaux lourds et autres) très nocifs pour l'homme et les animaux sont fortement déconseillées.

3.2.3. COLLECTE DES DONNÉES.

Cette phase a consisté aux différents prélèvements des échantillons de sols et des substrats organiques. Les données sur la récolte ont été obtenues par simple pesée sur les parcelles.

3.2.3.1. Prélèvements des sols et des substrats organiques.

Les échantillons ont été constitués de la manière suivante :

- *sols* : sur chaque parcelle (T0 et TE) 5 prélèvements ont été effectués, sur l'horizon 0-15 cm, de façon à couvrir l'ensemble de la parcelle et à constituer un échantillon. Les deux échantillons (des deux parcelles) sont mélangés pour constituer un échantillon composite qui a servi pour des analyses.
- *La compost* : les échantillons ont été prélevés sur des tas de compost tamisé à la maille 8 mm. Le nombre d'échantillons correspond au nombre d'achats effectués.
- *La fumure paysanne* : pour chaque type nous avons effectué des prélèvements à divers endroits du tas déposé sur la parcelle du paysan pour constituer un échantillon qui a servi pour des analyses de laboratoire.

3.2.3.2. La récolte au champ.

Toute la production (fruits, tubercules ou feuilles) de la parcelle est pesée. Le poids total est porté sur une fiche (cf. Annexe) conçue à cet effet. La procédure est la suivante, par spéculation :

- *La Fraise* : la récolte étant étalée sur trois mois, nous nous sommes limités à dix récoltes. Sur les fiches sont portés : les poids (pour chaque pesé), le nombre de fruits, la date de récolte et les observations supplémentaires, faites par les paysans eux-mêmes. Ces observations supplémentaires nous permettront d'avoir une idée sur l'appréciation du compost par les paysans.
- *La Salade (batavia) et la carotte* : la variété de laitue utilisée est la batavia beaujolaise. La carotte utilisée est de la variété New kurada, adaptée aux pays chauds, à racine longue et conique et d'un cycle de 3 à 4 mois. Pour ces deux spéculations, nous avons procédé à une pesé directe de la plante entière (partie aérienne et racine).
- *L'Épinard* : nous avons procédé à des mesures à l'aide d'un seau dans chaque site (canal central et SOBBRA). A la dernière récolte nous avons effectué 3 pesés du seau remplie de l'épinard pour nous permettre d'obtenir le poids moyen qui nous a servi pour le calcul du rendement. Ainsi pour le site du canal central le poids moyen est de 4,33 kg. A Kossodo2 les poids obtenus sont de 4,03 kg et de 3 kg. Ces poids sont obtenus en soustrayant du poids total (seaux + tare) la tare (respectivement 1 kg et 0,8 kg). L'instrument utilisé pour les pesés est un peson de capacité 25 kg.

3.2.4. ANALYSES DES SOLS AU LABORATOIRE

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de l'INERA, à la station de kamboinsé. Elles ont concerné le pH-eau, le pH-kcl, le carbone (C), l'Azote (N) total, le Phosphore (P) total et assimilable, le potassium (K) total et disponible. Ces analyses ont concerné les sols, le compost et les différents types d'engrais organiques (fumiers) utilisés par les paysans sur leurs champs.

3.2.4.1. Le pH des Sols.

Les pH (eau et KCl) des sols ont été mesurés par lecture directe sur un pH-mètre Tac Ussel (pH-mètre microprocesseur) à électrodes en verre. Cette méthode est qualifiée d'électrométrie. La solution utilisée pour la lecture a été préparée dans un rapport terre/eau ou terre/KCl de 1/2,5, soit 2/5. Une solution de KCl 1N a été utilisée pour la mesure du pH-KCl.

3.2.4.2. Le Carbone organique

La méthode de WALKLEY-BLACK a été utilisée. Le carbone est oxydé (en gaz carbonique) par du bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique. La quantité réduite de bichromate est proportionnelle à la teneur en carbone. L'excès de bichromate est dosé en solution normale par une solution de sel de MOHR $Fe(SO_4)_2(NH_4)_6$ 0,5 N en présence du diphenylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

La teneur en carbone est obtenue à partir de la formule suivante :

$$C\% = (V_1 - V_2) \times N \times 0,3 \times 1,33 / P$$

V_1 et V_2 désignent les volumes du sel de MOHR, N sa normalité et P la prise d'essai.

L'oxydation du carbone n'étant pas complète, le résultat obtenu est corrigé par le facteur 1,33. Le pourcentage de la matière organique du sol est obtenu en multipliant le pourcentage du carbone par 1,724.

3.2.4.3. L'Azote et le Phosphore totaux (NP)

Pour les sols comme pour le compost et le fumier la méthode employée est la même. Les échantillons ont été soumis à une minéralisation KJELDAHL, avec l'acide H_2SO_4 et $C_7H_6O_3$ en présence de H_2O_2 , et du sélénium qui est utilisé comme catalyseur. Après cette minéralisation, la solution aqueuse est mélangée à du carbone actif. Les éléments N P (totaux) sont déterminés directement à l'auto-analyseur.

3.2.4.4. Le Phosphore assimilable (P-assimilable)

La méthode utilisée celle de BRAY I. Les échantillons de sols ont été soumis à l'extraction du phosphore. Ce phosphore a été extrait par une solution de bicarbonate de sodium et de fluorure d'ammonium tamponné à pH 8,5. Le dosage du phosphore (P) a été réalisé par colorimétrie automatique. La réaction s'est déroulée à froid.

3.2.4.5. Le Potassium total (K-total)

Le potassium (K) total a été déterminé à partir de la même solution de sol que le phosphore (P) et l'Azote (N). Avant le passage au photomètre à flamme, les échantillons ont été dilués avec de l'eau distillée 50 fois.

3.2.4.6. Le potassium disponible.

L'extraction du potassium a été faite avec 0.1 N d'acide chlorhydrique (HCl) et 0.4 N d'acide oxalique ($H_2C_2O_4$). Le potassium (K) est déterminé au photomètre à flamme par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium (K) avec celles des solutions standards. Dans l'opération 5 grammes de sol (tamisé à 0,5 mm) ont été mélangés à 50 ml de la solution d'extraction. Le mélange est agité pendant une heure (dans un flacon bien fermé) avec un agitateur électrique. Il est soumis, en suite, à une centrifugation (pendant 5 mn). Il s'ensuit un filtrage de la solution à l'aide du papier filtre, puis le filtrat sert à obtenir le potassium.

3.2.5. TRAITEMENT DES DONNÉES.

Les données concernant les rendements ont été analysées par la méthode de comparaison des moyennes. Nous l'avons effectué par le test de STUDENT (STAT-ITCF) au seuil de 5%. L'égalité des moyennes étant l'hypothèse nulle.

Les données sur les sols et les composts ont été traitées par la comparaison avec les normes d'interprétation du BUNASOLS (pour les sols) et les normes AFNOR pour le compost (MUSTIN, 1987).

CHAPITRE IV :

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.

Les résultats concernent :

- ❖ les propriétés chimiques des sols de chaque site d'étude, pour leur caractérisation. Nous avons utilisé les normes d'interprétation du BUNASOLS (1987).
- ❖ la composition en éléments fertilisants (NPK) du compost d'ordures ménagères et des différents substrats organiques utilisés par les paysans, et
- ❖ les rendements de chaque espèce cultivée (Fraise, salade, carotte et épinard) sur les parcelles expérimentales.

4.1. CARACTÉRISATION DES SOLS DANS LES SITES : LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES SOLS.

4.1.1. RÉSULTATS.

Il faut rappeler que tous les prélèvements concernant les sols ont été effectués à la tarière. La période de prélèvement se situe entre la fin du mois de décembre et celle du mois de février. En décembre, se sont effectués les prélèvements des sols de Boulmiougou, en janvier les sols de Tanghin et de Kossodo1 (du côté de wayalguin utilisant les eaux du canal central), et en février ceux de Kossodo2 et Kossodo3, utilisant respectivement les eaux de la SOBBRA et de l'Abattoir. Les prélèvements ont été effectués dans l'horizon 0-15 cm. Les résultats des analyses des sols sont présentés dans les tableaux 16a, 16b et 16c, en fonction des sites. Les paramètres considérés sont : les teneurs en carbone, en azote, en matière organique, en phosphore, en potassium, le rapport C/N, et le pH.

Tableau 13a : Caractéristiques chimiques des sols de Boulmiougou (Horizon 0-15cm).

N°	pH		C %	N %	C/N	M.O%	P-Total	P-	K-Total	K-dispo
	eau	pH kcl					en ppm	BRAY en ppm	en ppm	en ppm
1	5,47	2,72	0,97	0,10	9,6	1,7	285,14	25,82	361,68	61,93
2	4,97	2,79	1,02	0,10	10,6	1,8	264,87	19,98	220,25	47,31
3	4,50	2,32	1,02	0,11	9,7	1,8	271,62	31,93	298,82	57,10
4	5,30	3,31	0,81	0,08	10,9	1,4	170,27	18,73	322,39	37,57
5	6,46	4,60	0,61	0,08	8,2	1,1	170,27	34,88	393,10	87,50
6	6,25	4,73	0,70	0,07	10,4	1,2	211,89	30,84	264,20	68,02
7	6,35	4,91	0,74	0,07	10,1	1,3	163,24	7,18	314,48	76,54
8	5,64	4,38	1,27	0,11	11,7	2,2	147,03	31,26	408,77	98,46
9	5,37	3,94	0,88	0,84	10,5	1,5	395,68	19,22	396,19	61,93
10	5,29	3,88	0,69	0,07	10,3	1,2	206,49	14,41	301,91	40,00

Tableau 13b : Caractéristiques chimiques des sols de Tanghin (Horizon 0-15 cm).

N°	pH		MO%	C%	C/N	N%	P-Total	P-BRAY	K-Total	K-disp
	PHeau	pHkcl					en ppm.	en ppm	en ppm	en ppm
1	7,79	6,41	1,6	0,96	10,1	0,09	98,38	59,65	609,90	133,78
2	7,10	5,76	0,9	0,52	9,8	0,05	222,70	8,60	327,05	50,96
3	7,00	5,47	1,1	0,65	10,8	0,06	174,10	14,55	471,62	59,49
4	6,95	5,64	2,1	1,22	12,7	0,10	258,11	13,28	542,38	106,99
5	7,40	5,83	2,0	1,13	10,7	0,11	318,92	13,70	668,10	130,13
6	7,61	6,00	1,2	0,67	9,5	0,07	102,70	31,22	393,10	66,80
7	7,25	5,53	1,1	0,64	9,7	0,07	62,16	19,29	408,82	58,27
8	6,79	4,84	1,8	1,06	8,7	0,12	420,27	21,51	573,81	109,42

Tableau 13c : Caractéristiques chimiques des sols de Kossodo (l'horizon 0–15 cm).

N°	pHeau	pHkcl	MO%	C%	C/N	N%	P-Total en ppm	P-BRAY en ppm	K-Total en ppm	K-dispo en ppm
Kossodo1 (eau du canal central)										
1	8,35	6,48	2,1	1,23	11,3	0,11	314,60	59,24	616,19	100,90
2	7,64	6,02	1,7	1,01	9,9	0,10	487,19	42,19	496,76	61,93
3	8,09	6,10	1,1	0,70	9,9	0,07	22,70	28,99	276,77	57,05
4	7,66	5,84	2,2	1,28	10,6	0,12	717,57	68,98	605,24	124,04
Kossodo2 (eau de la SOBBRA)										
5	7,31	5,83	1,7	1,01	11,5	0,09	622,70	13,56	829,90	177,62
6	7,60	5,84	2,1	1,22	12,1	0,10	498,38	22,70	741,90	130,13
7	7,47	5,72	2,1	1,24	14,1	0,09	287,57	14,69	553,33	115,51
8	7,57	5,81	1,8	1,02	8,5	0,12	325,41	12,85	748,18	125,26
9	8,25	6,09	1,9	1,08	11,4	0,09	341,62	19,65	735,61	184,93
10	7,83	5,73	1,9	1,12	11,6	0,10	454,05	26,10	620,95	153,27
Kossodo3 (eaux de l'abattoir)										
11	7,38	6,00	2,6	1,52	10,2	0,15	1001,35	65,33	927,37	265,31
12	6,83	4,57	3,1	1,80	9,3	0,19	1298,65	81,17	1139,51	240,95
13	6,51	4,61	2,7	1,54	9,5	0,16	1156,76	83,60	998,08	220,25
14	5,53	4,27	2,6	1,49	8,1	0,18	866,22	58,83	1037,37	242,17
15	7,50	6,29	2,3	1,31			330,81	34,24	905,32	125,26

4.1.1.1. Le pH des sols.

Le pH varie d'un site à un autre et au sein d'un même site d'une parcelle à l'autre.

- Sur le site de Boulmiougou, le pH-eau varie entre 4,50 et 6,46. Dans l'ensemble ces sols ont un pH acide. Cela peut s'expliquer par une surexploitation de ces sols ou à une mauvaise gestion de la fertilité des parcelles. Ces sols peuvent être regroupés en deux classes : les sols fortement acides dont le pH-eau est compris entre 5,29 et 5,64, et les

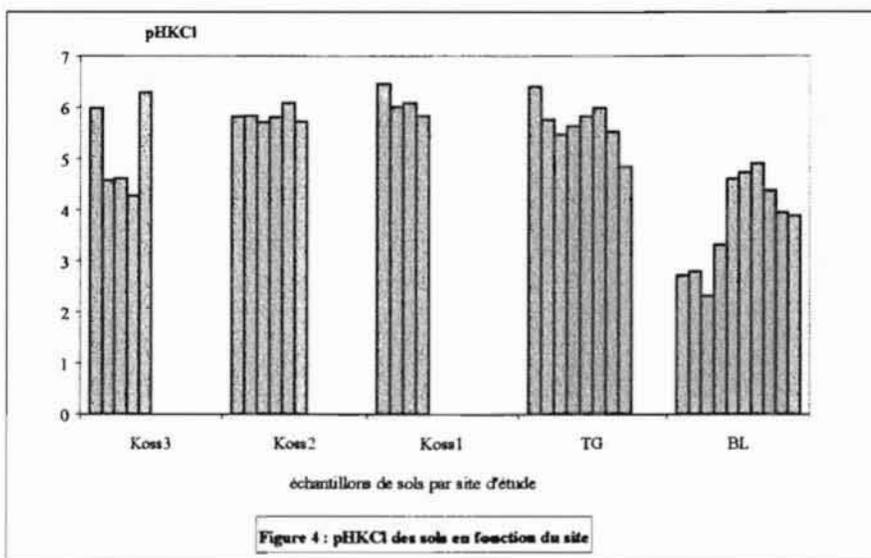
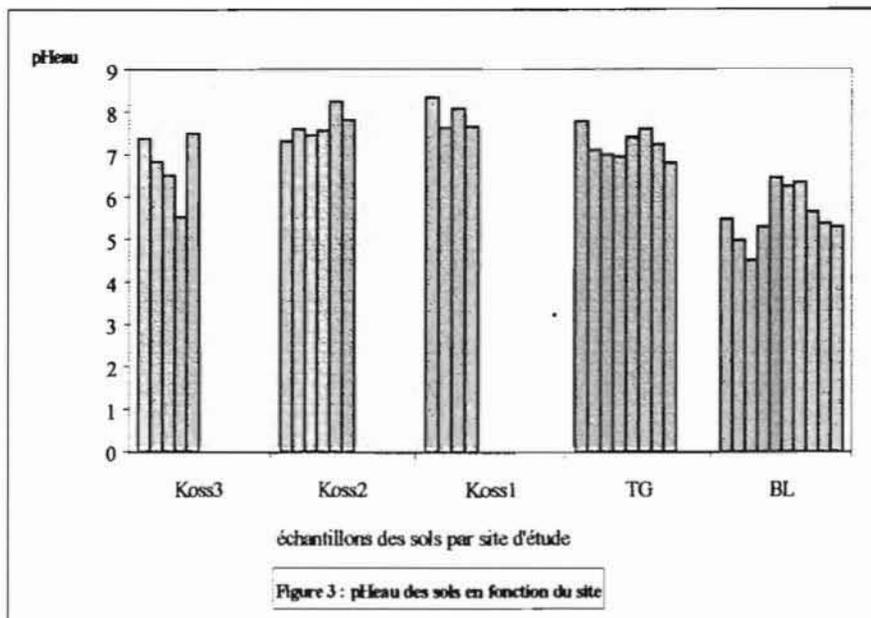
sols faiblement acides à neutres à pH-eau entre 6,25 et 6,46. Le pH-KCl est compris entre 2,32 et 4,91. Ce pH mesure l'acidité d'échange. Les valeurs observées ici sont faibles, ce qui signifie que ce sol peut facilement s'acidifier. En effet un sol à pH-KCl faible et pH-eau élevé a une acidité d'échange qui peut se manifester dès qu'on le soumet à des pratiques culturales acidifiantes telles que l'emploi abusif d'engrais chimiques, sans apports organiques ou une exportation sans restitution des matières organiques (résidus des cultures). Ce sol nécessite un amendement régulier par apport de matière organique.

- Le sol de Tanghin présente un pH-eau plus élevé que celui de Boulmiougou, des valeurs comprises entre 6,79 et 7,79. Il s'agit des sols faiblement acides à neutres, et légèrement alcalins. Le pH-KCl varie entre 4,84 et 6,41. Les échantillons présentant les pH faiblement acides à neutres ont été prélevés sur les sols maraîchers du secteur 24, et les sols légèrement alcalins au secteur 23.
- Le site de Kossodo a été réparti en trois blocs, en fonction des eaux d'irriguer. Les sols de Kossodo1 sont légèrement à moyennement alcalins, tandis que ceux de Kossodo2 ont le pH légèrement alcalin, et ceux de Kossodo3 faiblement acides à neutres. Ce pH acide du sol de Kossodo3 peut être dû aux eaux usées (très acides et toxiques) venant de la tannerie. Le pH-KCl varie respectivement entre 5,83 et 6,48, 5,72 et 6,09 et, 4,27 et 6,29. Les blocs de Kossodo1 et 2 ont des pH très voisins. Cela peut s'expliquer par leur proximité.

Pour conclure les sols de Boulmiougou sont des sols acides, ceux de Tanghin ont une tendance neutre, tandis que ceux de Kossodo sont des sols à tendance alcaline. Les figures 3 et 4 expriment respectivement les pH eau et pH-KCl des sols de ces trois sites d'étude.

N.B. : toutes les fois que les sigles ci-dessous seront utilisés, ils se définiront comme suit :

- BL = Boulmiougou ; TG = Tanghin ;
- Koss1 = Bloc de Kossodo1 utilisant les eaux du canal central après traversée de la forêt classée du barrage.
- Koss2 = Bloc de Kossodo2, utilisant les eaux venant de la brasserie (SOBBRA)
- Koss3 = Bloc de Kossodo3 utilisant les eaux usées de l'abattoir et de la tannerie.



4.1.1.2. La Matière Organique des sols

Dans l'ensemble ces sols présentent des teneurs en matière organique comprises entre 0,9 et 3,1% :

- les sols de Boulmiougou et de Tanghin ont des taux de matière organique moyens, compris respectivement entre 1,1 et 1,8%, et, 0,9 et 2,1% ;

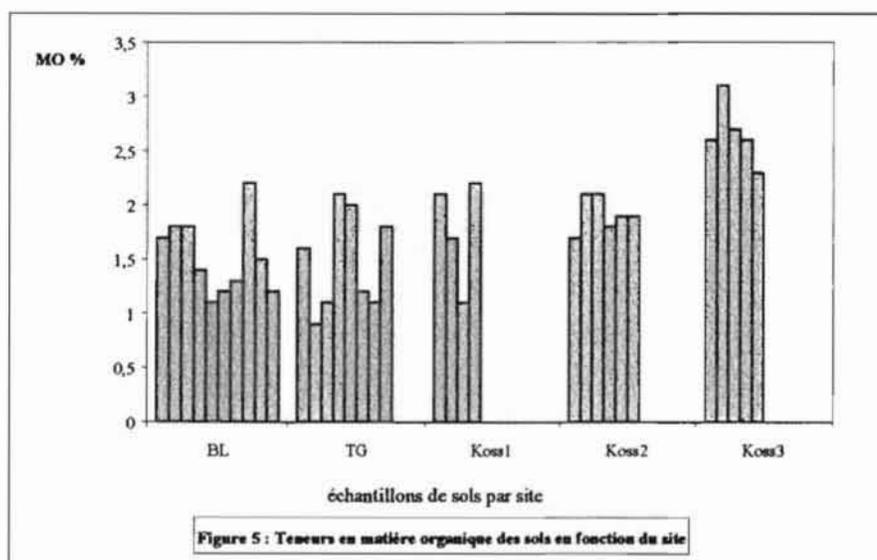
- le site de Kossodo possède les sols les mieux pourvus en matière organique avec des teneurs variant de 1,7 à 3,1% avec une valeur isolée de 1,1%. Le bloc de Kossodo3 a les teneurs les plus élevées en matière organique (2,3 à 3,1%). Cela peut être lié à la charge des eaux d'irrigation en déjections animales (issues du tube digestif des carcasses) venant de l'abattoir. Ce sol ne demande pas d'amendements organiques. Le sol de Kossodo2 et Kossodo1 présentent des teneurs moyennes, avec des valeurs comprises respectivement entre 1,7 et 2,1%, et entre 1,1 et 2,2%.

Au vu de tout ce qui précède nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

❖ le sol de Kossodo présente des teneurs les plus élevées en matière organique. Ces sols ne demandent pas d'amendements. A Tanghin et à Boulmiougou les sols ont des taux moyens. L'ensemble des sols des sites concernés par l'étude présente des teneurs appréciables en matière organique ;

❖ les eaux d'irrigation ont un impact sur la qualité des sols. En effet, les sols irrigués par les eaux usées de l'abattoir (très chargées en déjections animales), les eaux usées de la brasserie (très chargées en drêches) et par les eaux usées du canal central sont respectivement les plus riches en matière organique.

La figure 5 présente le taux de matière organique de toutes les parcelles d'expérimentation retenues sur les trois sites (Boulmiougou, Tanghin et Kossodo).



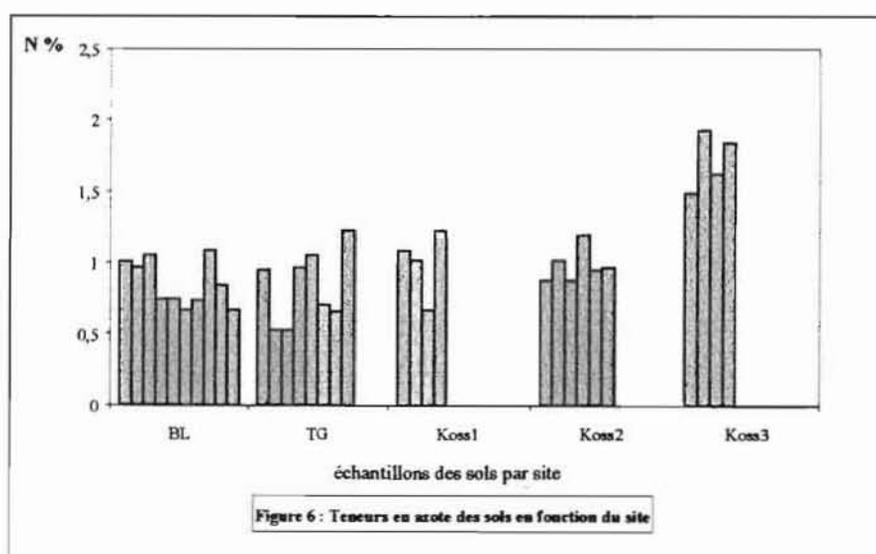
4.1.1.3. L'azote des sols.

Les sols des trois sites présentent de teneurs assez élevées en azote. Ces teneurs varient entre 0,05 et 0,19%. Elles vont des valeurs moyennes à très élevées, expliquant ainsi la richesse de

ces sols en azote. Cependant la disponibilité aux plantes de cet élément dépend de la forme sous laquelle il se trouve dans le sol.

- Les sols de Boulmiougou et de Tanghin présente des teneurs moyennes à élevées en azote avec respectivement des teneurs de 0,07 et 0,11% et de 0,05 à 0,12%.
- Les sols de Kossodo sont les mieux pourvus en azote avec des teneurs élevées (0,07-0,10%) à très élevées (0,10-0,19%). Le sol de Kossodo3 est très riche en azote, avec des taux très élevés compris entre 0,14 et 0,19%. Ces valeurs peuvent être dues au reliquat de la fertilisation du riz pendant la saison pluvieuse et/ou aux eaux usées des industries. Les sols de Kossodo1 et de Kossodo2 ont respectivement des teneurs moyennes et élevées en azote total.

Il ressort des analyses que tous les sols sont assez riches en azote. Le sol de Kossodo est le plus riche en azote suivi de celui de Tanghin. Par rapport aux autres, le sol de Kossodo est le plus riche en azote. Les eaux usées des industries ont un impact positif sur la richesse en azote des sols. La figure 6 présente la teneur en azote en fonction des sites, pour tous les échantillons.

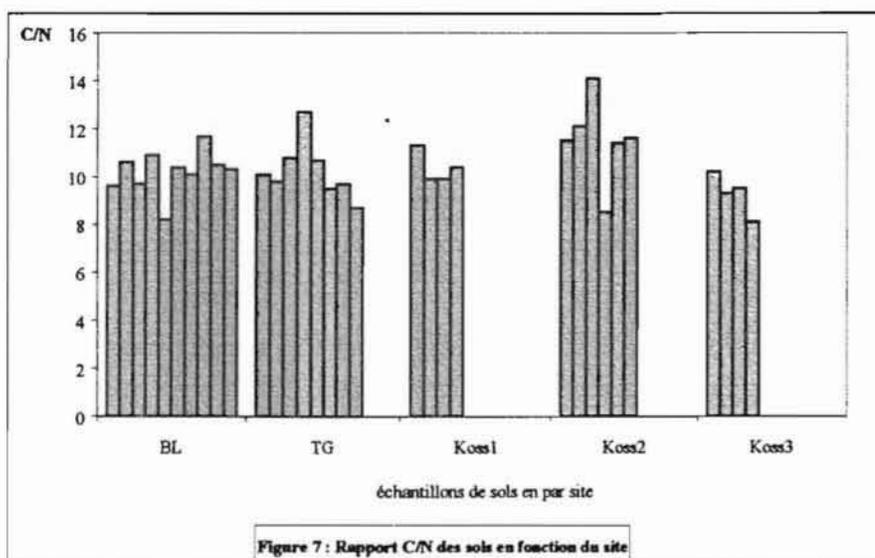


4.1.1.4. Le rapport C/N des Sols.

Le rapport C/N est une caractéristique très importante de la matière organique. Il détermine l'intensité (ou degré) de l'évolution de la matière organique. Le sol de Boulmiougou présente

un C/N compris entre 8,2 et 11,7. Celui de Tanghin a un C/N variant de 8,7 à 12,7, tandis que celui de Kossodo2 a des valeurs de C/N autour de 11, avec des valeurs extrêmes de 8,1 et 14,1.

La plupart des sols présente un C/N bas (< 12,5) selon les normes du BUNASOLS (1987). La figure 7 présente le rapport C/N des sols en fonction des sites.



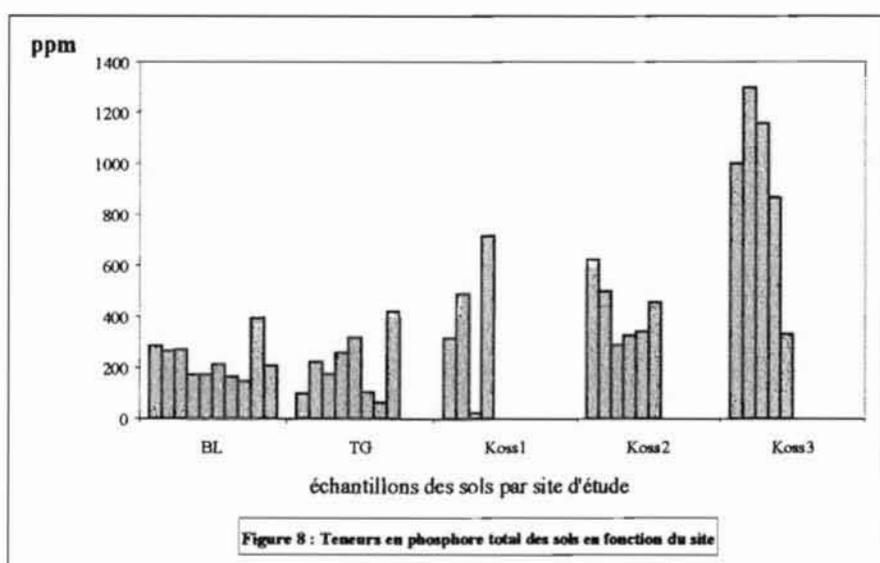
4.1.1.5. Le Phosphore des sols

D'après les analyses les teneurs en phosphore total (P-total) sont comprises entre 22,70 et 1298,65 ppm. Les teneurs en phosphore BRAY I sont comprises entre 7,18 et 83,60 ppm.

- ⇒ Le sol de Boulmiougou présente des teneurs en phosphore total basses à moyennes (147 à 395,7 ppm) et des teneurs moyennes à très élevées (7,18 à 34,88 ppm) en phosphore assimilable (P-BRAY I).
- ⇒ Le sol de Tanghin a des teneurs en P-total très basses à élevées (62,16 à 420,27 ppm), et en P-BRAY I moyennes (13,27 à 21,51 ppm) à très élevées (31,22 à 59,65 ppm).
- ⇒ Kossodo possède des sols ayant de plus grandes teneurs en phosphore. Le sol de Kossodo3 présente des teneurs moyennes (330,81 ppm) à très élevées (866,22 à 1298,65 ppm) en P-total, et très élevées (34,24 à 83,60 ppm) en P-BRAY I. Celui de Kossodo2 a des teneurs moyennes à élevées ou très élevées(287,57 à 662,70 ppm) en P-total, et moyennes à élevées en P-BRAY I (12,85 à 26,09 ppm). A Kossodo1 les teneurs en P-

total sont moyennes à très élevées (314,60 à 717,57 ppm) alors qu'en P-BRAY I elles sont très élevées (42,19 à 68,98 ppm).

Ces résultats indiquent que l'ensemble des sols présentent des teneurs appréciables en phosphore total et assimilable. Le sol de Kossodo est davantage plus riche par rapport aux autres (Tanghin et Boulmiougou). Cette richesse en phosphore peut être due, comme dans le cas de l'azote et la matière organique au reliquat de la fertilisation du riz pluvial ou d'autres céréales cultivées pendant la saison pluvieuse et/ou aux usées utilisées pour l'irrigation des parcelles. D'autre part la composition d'un sol en élément peut être influencée par la culture pratiquée. En effet selon qu'on cultive les plantes à tubercules, à fruits ou simplement à feuilles la nature et la quantité des éléments prélevés dans le sol ne sont pas identiques. Le site de Boulmiougou reçoit une diversité de cultures (Fraises, pomme de terre, carotte, salades, etc.), en rotation, de manière intensive et sur une longue période. Cela peut être l'une des raisons des faibles quantités en éléments de ce site. La figure 8 présente les teneurs en phosphore total des sols en fonction des sites.



4.1.1.6. Le Potassium des sols.

En fonction des sites des teneurs suivantes sont observées :

- le sol de Boulmiougou est très pauvre en potassium total (K-total), avec des teneurs inférieures à 500 ppm (220,25 à 408,77 ppm). La teneur en K-disponible est basse à moyenne (37,57 à 98,46 ppm) ;

- le sol de Tanghin a des teneurs en K-total un peu plus élevées que celles de Boulmiougou avec des valeurs de 327,05 à 668,09 ppm (teneurs très basses à basses). Le K-disponible a des teneurs moyennes à élevées (50,96 et 133,78 ppm) ;
- A Kossodo les teneurs en potassium sont basses dans l'ensemble, à l'exception du sol de Kossodo3, qui a des teneurs moyennes en K-total (1037,37 et 1139,51 ppm). Les teneurs en K-disponible sont élevées à très élevées (Kossodo2 et 3), et moyen à élevé (Kossodo1) avec respectivement (125,23 à 265,31), (115,51 à 184,93) et (57,93 à 124,03) ppm .

Le Potassium est un facteur de résistance au stress hydrique, au froid, au gel, et aux maladies cryptogamiques. Cet élément se trouve en grande quantité dans le sol, mais la forme assimilable par les plantes est très faible. Dans l'ensemble les sols analysés sont pauvres en potassium. Cependant le potassium disponible est en quantité assez appréciable. La figure 9 présente les teneurs en potassium total des ces sols en fonction des sites d'étude.

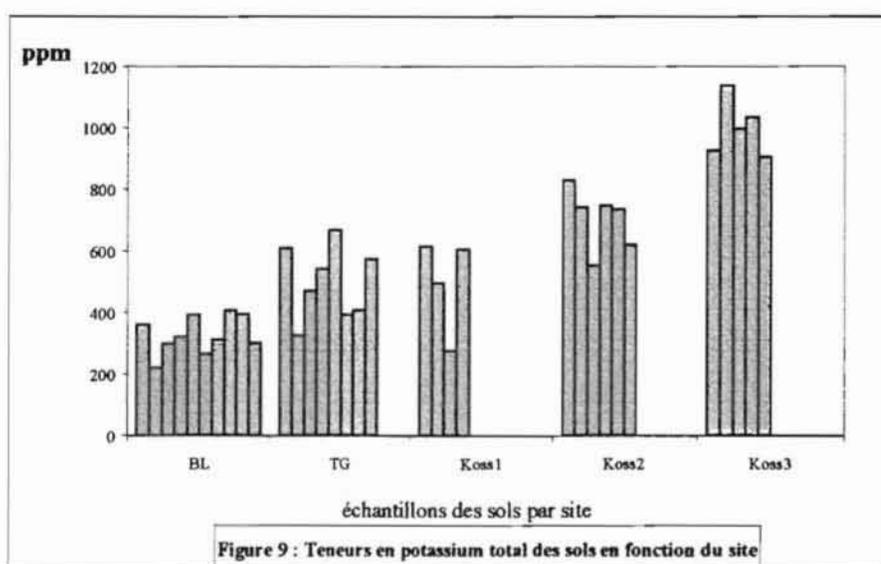


Figure 9 : Teneurs en potassium total des sols en fonction du site

4.1.1.7. DISCUSSION.

Au regard des résultats la plupart des sols étudiés présentent des caractéristiques intéressantes pour l'agriculture (pHeau voisin de la neutralité, C/N autour de 10, richesse en matière organique, N, P et K). Les sols de Kossodo sont les plus riches en ces éléments et présentent des potentialités énormes pour l'agriculture.

Le bloc de Kossodo3 (recevant les eaux venant de l'abattoir) présente les caractéristiques les plus intéressantes, avec les teneurs élevées en matière organique, très élevées en N-total, P-total, P-BRAY I et K-disponible, et moyennes en K-total. Le pH de ces sols est faiblement acide à neutre, à légèrement alcalin. Ces valeurs de pH sont très intéressantes pour la production maraîchère. Cependant cette production semble être limitée par la qualité des eaux d'irrigation. En effet ces eaux, bien que chargées en matière organique contiennent des produits toxiques (détergents, acides, etc.). Le rapport C/N est voisin ou inférieur de 10. Selon SOLTNER (1992) le C/N inférieur à 10 traduit une bonne activité biologique dans un sol cultivé. Les sols de Tanghin et de Boulmiougou présentent des caractéristiques assez intéressantes. Ces sols sont très voisins quant à leurs teneurs en N, C, MO%, P et en C/N. Ils ont des teneurs moyennes en ces éléments. Pour ce qui concerne le pH et le Potassium, ces sols sont différents.

En définitive, contrairement à la traditionnelle qualification des sols Burkinabé (pauvreté en NPK en MO%), les sols maraîchers de Ouagadougou présentent des caractéristiques intéressantes. Il s'agit des sols riches en éléments fertilisants et en matière organique. Cette richesse peut être due à la fréquente et constante utilisation de la fumure organique sur les parcelles.

Le pH représente l'acidité d'un sol et constitue un indicateur de la fertilité des sols. Selon SAMA (1989) l'acidification des sols peut être considérée comme le processus de la baisse de leur fertilité. D'après SOLTNER (1992) le pH d'un sol varie à long terme avec l'intensité de la culture.

En l'absence d'apports équilibrés des amendements, le pH du sol cultivé en continu baisse au fil des années. Les études effectuées par le BUNASOLS (1998), sur l'ensemble des sols du Kadiogo indiquent les valeurs de pH faiblement à moyennement acides à neutres. Ces résultats s'accordent avec les nôtres sur les sols de Boulmiougou et de Tanghin. L'acidification du sol de Boulmiougou peut être liée aux pratiques culturales (pas de repos des parcelles) et la mauvaise gestion de la fertilité des parcelles. Contrairement aux études du BUNASOLS (1998) les sols de Kossodo sont plus alcalins.

4.2. ANALYSE COMPARATIVE DE LA QUALITÉ DU COMPOST URBAIN AVEC LA FUMURE PAYSANNE

4.2.1. RÉSULTATS.

De manière générale la matière organique apportée à un sol joue un double rôle. Elle joue à la fois le rôle d'amendement et d'engrais. Les paysans épandent le plus souvent des mélanges de déjections animales sur leurs parcelles. Le tableau 14 présente les résultats d'analyses de la fumure organique utilisée sur les parcelles.

Tableau 14 : Caractéristiques chimiques des Fumures organiques utilisées sur les essais.

SUBSTRATS ORGANIQUES	MO %	C %	N %	C/N	P (ppm)	K (ppm)
Porc + Abattoir (PA)	45,9	26,63	2,15	12,4	4655,8	4324,0
Porc (P)	40,7	23,59	1,55	15,2	4495,2	4272,5
Bovins+volaille+mouton (BVM.)	60,1	34,88	2,35	14,8	7797,5	12679,3
Volaille + Sciure de bois (VS)	23,8	13,79	2,90	4,7	11966,7	16000
Porc + mouton (PM)	190,2	110,34	1,27	87,0	4227,6	8574,5
Bovins + Volaille (VB)	72,2	41,85	1,46	28,7	1347,6	10739,4
ABATTOIR (A)	54,7	31,71	2,34	13,6	4141,0	23273,6
Porc + Bovins (PB)	27,9	16,17	1,97	8,2	5161,5	17800,8
Bovins+ mouton et caprins (B.Rum.)	31,7	18,39	1,78	10,3	2958,2	15622,8
Glumes de petit mil (Gl mil)	124,6	72,29	0,77	93,8	958,2	12441,4
Balles + pailles de riz (Bal)	101,7	58,98	0,41	145,4	537,2	9923,2
Composts urbains	22,1	12,82	1,16	11,1	3563,6	11979,9

La pratique paysanne de fertilisation des parcelles maraîchères consiste en des apports de diverses sortes de matières organiques telles que les déjections animales (bouse de bovins, fientes de volaille, de porc de petits ruminants etc.), et la matière organique fraîche (paille et balles de riz, glumes de sorgho ou de petit mil etc.).

4.2.2. LA MATIÈRE ORGANIQUE.

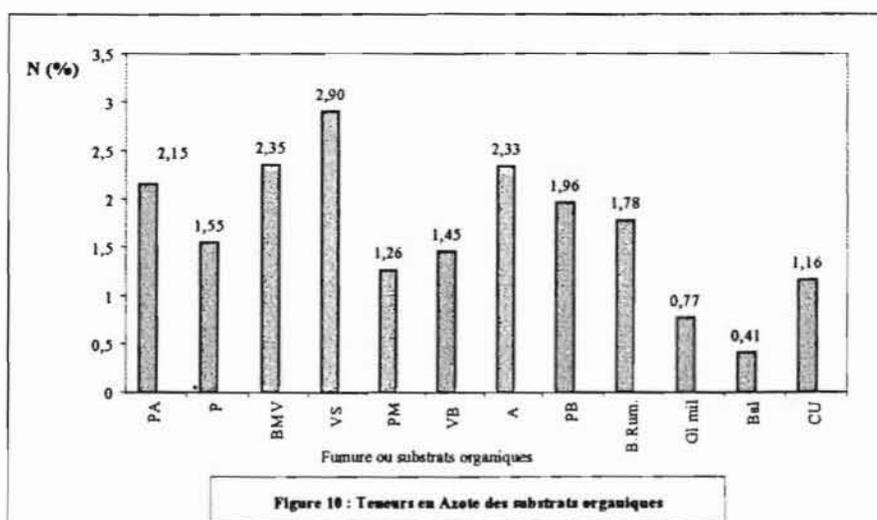
Les résultats d'analyses montrent que la teneur en matière organique des substrats varie de 22,1 à 190,2%. Le mélange de fumier de porc et de mouton, les glumes de mil (ou de sorgho) et les balles de riz ont les teneurs les plus élevées, avec des valeurs respectives de 190,2%, 124,6% et 101,7%. La plus faible teneur est observée au niveau du compost urbain (22,1% en moyenne). Cette faible teneur en matière organique du compost peut s'expliquer par son degré de décomposition (ou minéralisation) plus avancé.

Du point de vue valeur amendante la fumure paysanne est donc supérieure au compost.

4.2.3. L'AZOTE TOTAL.

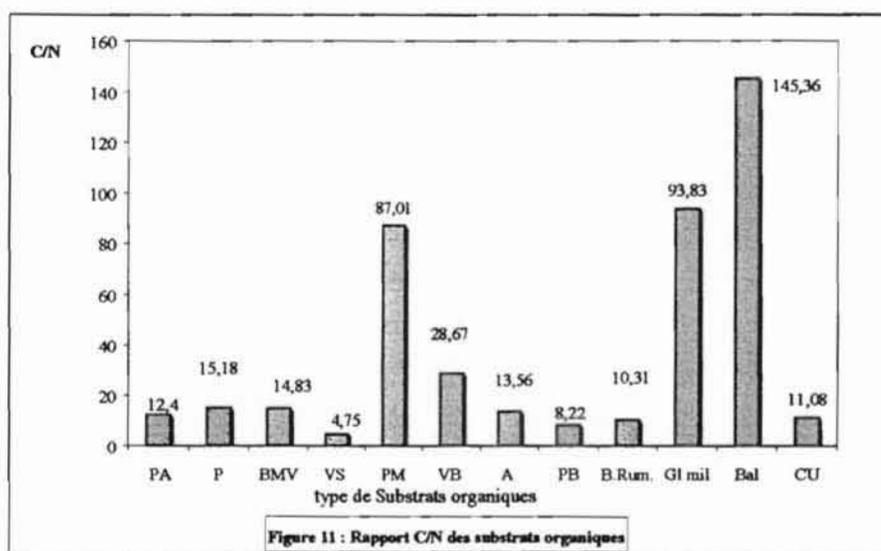
Le contenu en azote total des substrats organiques épandus varie entre 0,41 et 2,90%. Les teneurs les plus faibles en azote sont observées au niveau des balles de riz et des glumes de petit mil avec respectivement 0,41 et 0,77%. Les teneurs en azote des fumiers (déjections animales) varient entre 1,27 et 2,90%. Ces teneurs sont supérieures à celle du compost urbain qui n'est que de 1,16 % en moyenne. L'explication pourrait se trouver dans la nature du substrat d'origine du compost. Par rapport aux fumiers épandus, le compost est pauvre en azote total. Le compost est plus riche en azote que les balles et pailles du riz, et les glumes de petit mil.

En conclusion, en dehors de la matière organique fraîche, le compost est inférieur aux autres fumures apportées du point de vue de la teneur en azote.



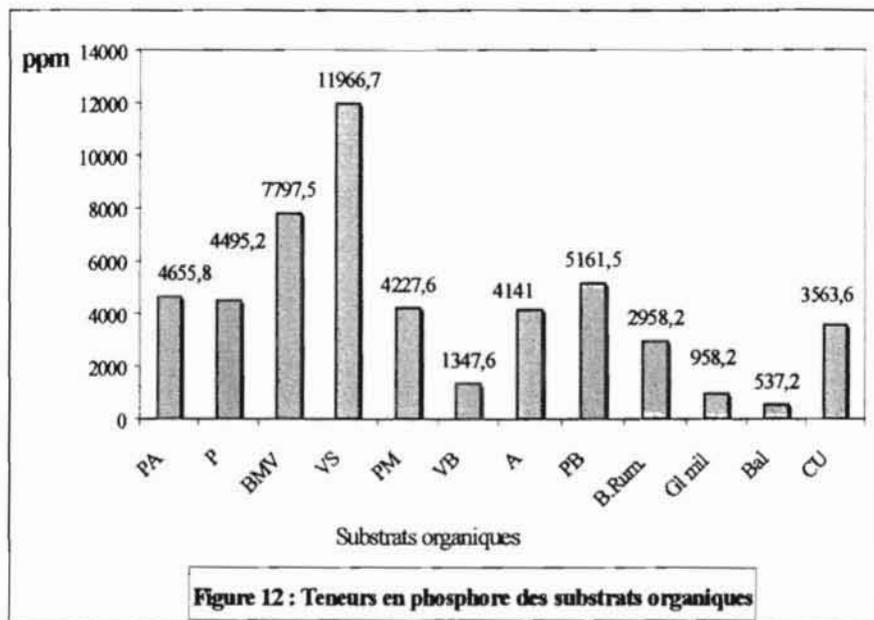
4.2.4. LE RAPPORT C/N DES MATIÈRES ORGANIQUES.

Le rapport C/N est un indice caractéristique des substrats organiques. L'apport des matières organiques à C/N élevé peut stimuler une forte consommation d'azote, dépassant souvent les disponibilités. Les résultats des analyses indiquent des valeurs de C/N comprises entre 4,8 et 145,4. Les balles de riz (145,4), les glumes de petit mil (93,4) et le mélange des déjections de porc et de mouton (87,0) ont les valeurs les plus élevées de C/N. Le compost a un rapport C/N faible de 11,1 ; Ce qui montre qu'il est presque minéralisé. Le reste de fumiers présente des valeurs de C/N comprises entre 10,3 et 28,7. Dans l'ensemble ces fumiers sont supérieurs au compost urbain du point de vue du rapport C/N.



4.2.5. LE PHOSPHORE.

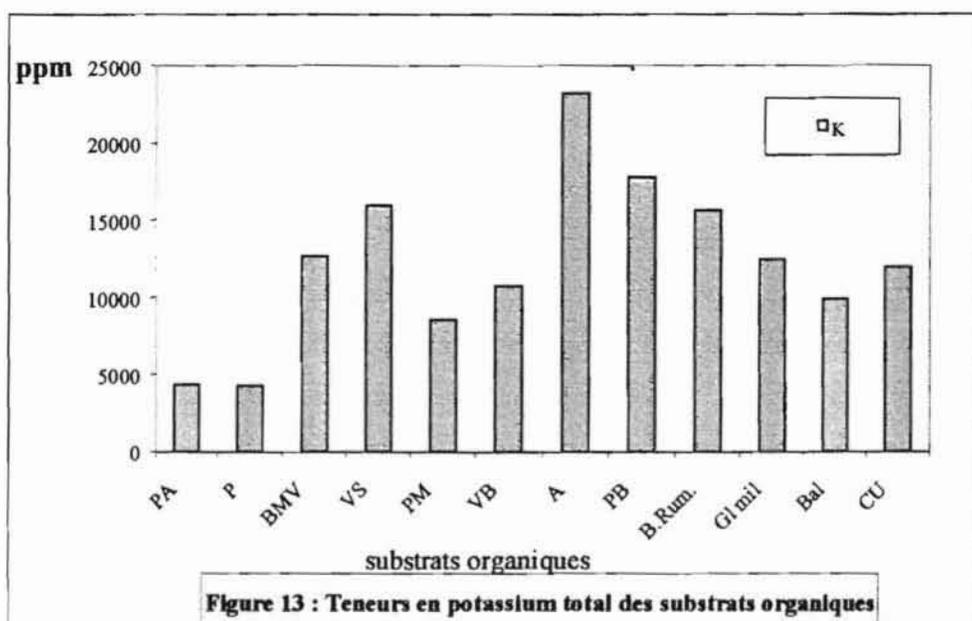
La teneur en phosphore total des matières organiques dépend de leur origine et de la nature des substrats. Les résultats des analyses montrent que les balles de riz et les glumes de petit mil sont très pauvres en phosphore avec des teneurs respectives de 537,2 et 958,2 ppm. Le mélange de fumiers de volaille et les sciures de bois (avec 11966,7 ppm) et celui de fumiers de bovins, de mouton et de volaille (7797,5 ppm) présentent les teneurs les plus élevées. En dehors du mélange de fumiers de bovins et de la volaille, et les résidus organiques, le compost (avec 3563,6 ppm en moyenne) a une teneur en phosphore plus faible que celle des fumures apportées par les paysans sur leur sol. Dans l'ensemble du point de vue de la teneur en phosphore, le compost paraît inférieur à la fumure paysanne. Cependant, les différences entre ces fumures et le compost ne sont significatives.



4.2.6. LE POTASSIUM.

Les teneurs en potassium des diverses fumures apportées varient entre 4272,5 ppm (fumier de porc) et 23273,6 ppm (déchet de l'abattoir). Les teneurs les plus faibles sont observées dans les fumiers de porc (4272,5 ppm), le mélange fumier de porc et déchets de l'abattoir

(4324), celui des fumiers de porc et de mouton (8574,5 ppm), et les résidus de récolte du riz (9923,2 ppm). Le compost avec une teneur de 11979,9 ppm, paraît comme une moyenne de l'ensemble des fumures. Les déchets de l'abattoir sont les plus riches en potassium (23273,2 ppm), suivi du mélange des fumiers de bovins et de mouton (17800,8 ppm) et celui de fumier de volaille avec les sciures de bois (16000 ppm).



4.2.7. DISCUSSION.

La problématique de l'utilisation du compost dans la fertilisation est liée à la composition des ordures ménagères en matières fermentescibles ou compostables, à la technique de compostage et à la qualité du produit final. Le compost utilisé pour l'expérimentation est celui fabriqué en andain par l'association féminine Lagnyam du secteur 10 (Wogodogo) de Ouagadougou. Il est important de caractériser ce compost avant de discuter des résultats de la comparaison avec d'autres fumures.

Le compost analysé présente les caractéristiques suivantes : Azote (N) 1,16%, Phosphore (P) 0,36%, potassium (K) 1,2%, carbone (C) 12,82%, matière organique MO% 22,1%, rapport C/N 11,1. D'après BRUNT et al (1985) les teneurs idéales en éléments d'un compost sont :

MO% 10 à 30%, azote total 0,1 à 1,8%, Phosphore 0,1 à 1,7%, Potassium 0,1 à 2,3%.
Notre compost répond bien aux normes d'un compost idéal pour ce qui concerne la matière organique, l'azote, le phosphore et le potassium

Les normes internationales (AFNOR) d'appréciation des résultats d'analyses chimiques fixent pour les amendements organiques qualifiés de très riches, des teneurs en éléments fertilisants suivantes : matière organique total >5%, Phosphore total >0,3%, l'azote total >0,25% et un rapport C/N de 20. Le rapport C/N du compost utilisé sur nos essais est particulièrement faible avec une valeur de 11,1. Selon FALISSE et LAMBET (1994) in HASSANI et PERSOONS (1994) un humus stable a un C/N d'environ 10 à 15. De ce fait nous pouvons penser que le compost que nous avons expérimenté est arrivé au stade de stabilisation (humus stable).

Les résultats de SEREME (1995), SEREME et al (1998) et ceux WAAS et al indiquent les teneurs suivantes :

- 📁 lombri-compost de SEREME (1995) : Azote 0,37 à 0,52, phosphore total 0,92 à 1,37, potassium 4,06 à 5,25, MO% 14,17 à 17,25, C/N 16 à 23, carbone total 8,37 à 10,00 ;
- 📁 Compost de WAAS et al (1996) donne : N 1%, P 0,11%, K 1,1%, C/N 16, MO% 27, C% 16%.

Ces résultats confirment les nôtres, et le compost ayant fait l'objet de notre expérimentation présente des teneurs supérieures en éléments, excepté la valeur du rapport C/N (inférieure).

Le faible rapport C/N de ce compost peut s'expliquer par :

- la nature et du substrat organique de départ (à faible C/N ou à C/N élevé) ;
- soit par la stabilisation de l'humus final. En effet selon MUSTIN (1987) le rapport C/N décroît constamment au cours du compostage pour se stabiliser vers 10 (entre 15 et 8) dans un compost mûr ;
- une forte proportion en terre de ce compost dû à la composition des ordures.

Le compost que nous avons utilisé est de très bonne qualité et donc d'une valeur agronomique très appréciable. Ce compost peut donc être recommandé sans restriction aux producteurs maraîchers comme fertilisant et amendement organique.

La fumure organique traditionnelle pratiquée par les maraichers de Ouagadougou peut être classée en trois groupes en fonction du rapport C/N des substrats :

- ① les matières organiques à C/N élevé (balles et paille de riz, glumes de sorgho, fumier de porc + ovins) c'est-à-dire supérieur à 30,
- ② les matières organiques à C/N compris entre 15 et 30, et
- ③ les matières à C/N inférieur à 15.

Les pailles et les balles de riz, et les glumes de petit mil sont au stade de matière organique fraîche, non décomposées. Selon MUSTIN (1987) les pailles de céréales ont un rapport C/N compris entre 80 et 150 et la teneur en azote est de 0,15 à 0,5. Les résultats de BILGO (1992) indiquent le C/N de 100 pour les balles de riz. Ces résultats confirment les notre, à la différence de la teneur en azote des glumes de mil (0,77%). Selon BILGO (1992) le compostage de ces débris végétaux est compliqué du fait de leur imperméabilité à l'eau. L'incorporation directe de ces substrats au sol peut conduire à une faim d'azote. En effet, selon SEDOGO (1981) un rapport C/N supérieur à 25 peut rendre la minéralisation lente et de ce fait provoquer un blocage provisoire de l'azote.

Selon SEDOGO (1981) un Rapport C/N de 16 à 23 est un indice qui indique la disponibilité de l'azote minéral aux plantes. Les substrats à C/N compris entre 15 et 30 sont essentiellement le fumier de porc et le mélange de fumier de volaille + bovins. Le rapport C/N de fumier de volailles est compris entre 15 et 20, et celui de bovins (pailleux) entre 20 et 30. Selon FALISSE et LAMBERT (1994) ce rapport C/N de 15 à 30 permettrait une bonne humification. Les micro-organismes trouvent suffisamment d'azote dans la matière organique enfouie dans le sol.

La matière organique à faible C/N (inférieur à 15) produit peu d'humus. Elle se décompose très vite et libère l'azote qu'elle contient. Il est important de retenir que la composition des déchets des animaux (domestiques surtout) dépend de leur alimentation mais aussi de leur degré d'évolution. Les teneurs en éléments de ces amendements organiques sont supérieures à celles des résultats de l'INRA avec des fumiers frais (MUSTIN, 1987 p 420).

Le degré de minéralisation ou de décomposition (ou d'évolution) des fumiers est déterminant pour la quantité d'éléments disponibles aux plantes. Dans le processus de

décomposition de la matière organique, se produit une libération des éléments minéraux nécessaires à la nutrition des plantes. La teneur en éléments fertilisants de ces substrats organiques pour la plupart supérieure à celle du compost (d'après nos résultats). Cependant, la disponibilité en ces éléments dépend du degré de minéralisation des substrats.

4.3. ANALYSE DES RENDEMENTS DES CULTURES.

Le volet analyse de rendements sera consacré à l'étude de l'effet du compost sur les rendements culturaux. Bien que le compost ait déjà fait l'objet de nombreuses études dans certains pays, son effet sur les rendements a été très peu étudié. Il s'agit ici de comparer l'efficacité du compost par rapport aux fumiers paysans. Les résultats seront analysés par culture.

4.3.1. RÉSULTATS.

Il s'agit des moyennes de productions (kg) et de rendements (kg/m²) des cultures (cf. tableau 15). Le test de Student pour la comparaison des moyennes a été appliqué au seuil de 5%.

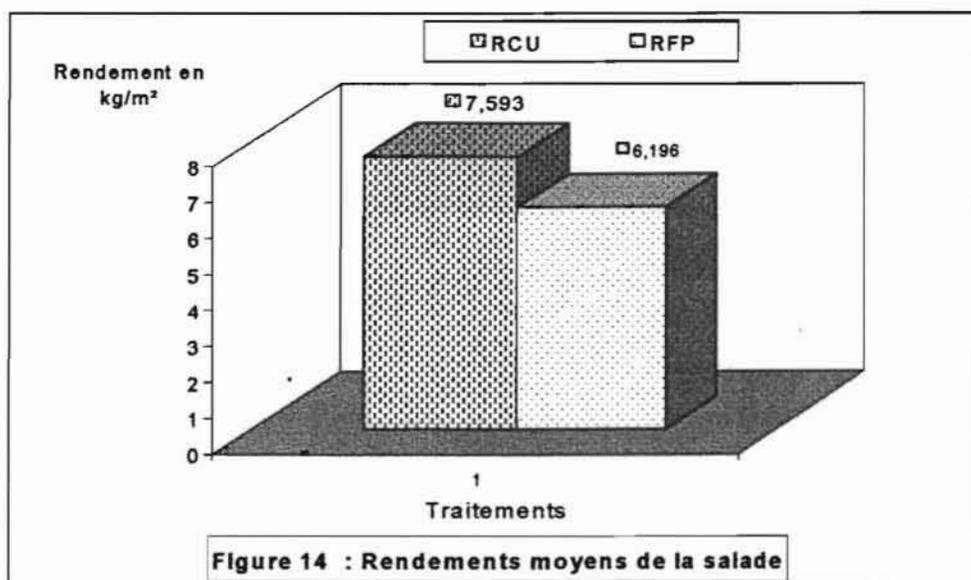
Tableau 15 : Rendements (et production) moyens des cultures par traitement et par site.

SPÉCULATIONS	SITE	RENDEMENT			PRODUCTION		
		MOYEN (kg/m ²)		TEST	MOYENNE (kg)		TEST
		Compost	Fumier		Compost	Fumier	
Laitue	Boulmiougou	7,593	6,196	NS	98,9	80,860	NS
Fraise	Boulmiougou	1,031	1,013	NS	10,305	10,125	NS
Carotte	Tanghin	5,632	5,229	NS	89,317	82,467	NS
	Kossodo1	4,502	4,276	NS	64,95	61,919	NS
Epinard	Kossodo2	1,412	0,971	NS	26,733	18,543	NS

NS = Non Significatif

4.3.2. LA SALADE : LAITUE.

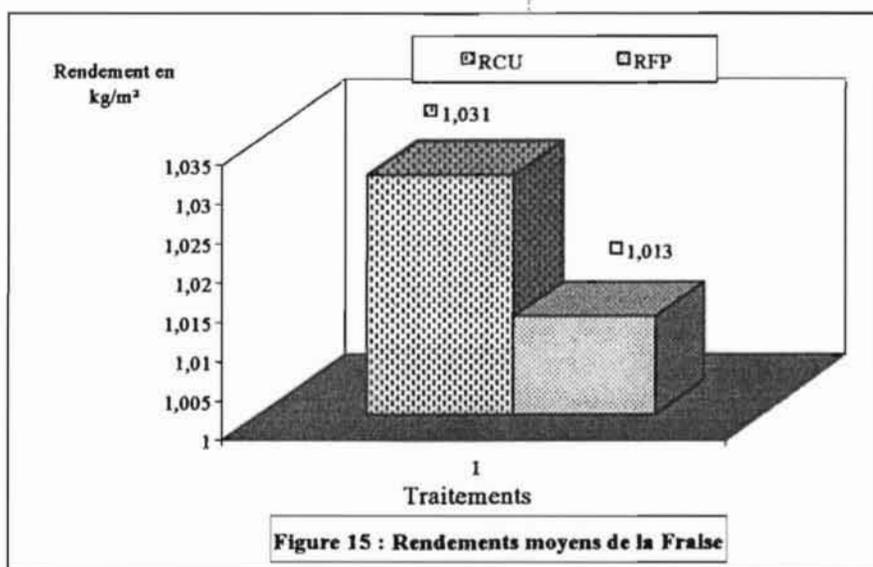
Le test de comparaison des moyennes (Student) montre que la différence n'est pas significative entre les deux traitements, pour la laitue au seuil 5%. Le compost est aussi efficace que la fumure organique utilisée par les producteurs maraîchers de Ouagadougou, sur la culture de salade (laitue). La figure 14 donne les rendements moyens en fonction des traitements.



NB : RCU = Rendement de la parcelle ayant reçu le compost urbain
 RFP = Rendement de la parcelle ayant reçu la fumure paysanne

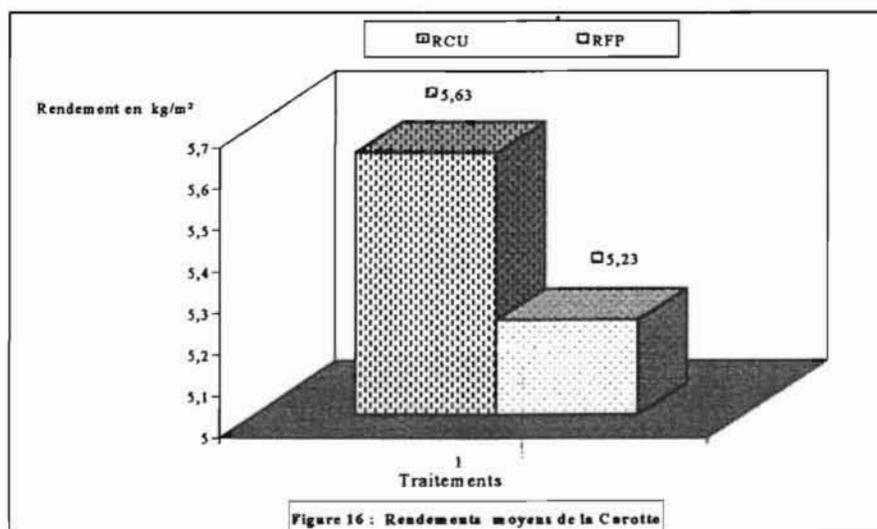
4.3.3. LA FRAISE.

Les résultats sur les rendements moyens et la production indiquent que la différence n'est pas significative entre les deux traitements, au seuil de 5%. Le compost est aussi efficace que la fumure paysanne sur les rendements de la fraise. La figure 15 indique les rendements moyens de la fraises traitement.



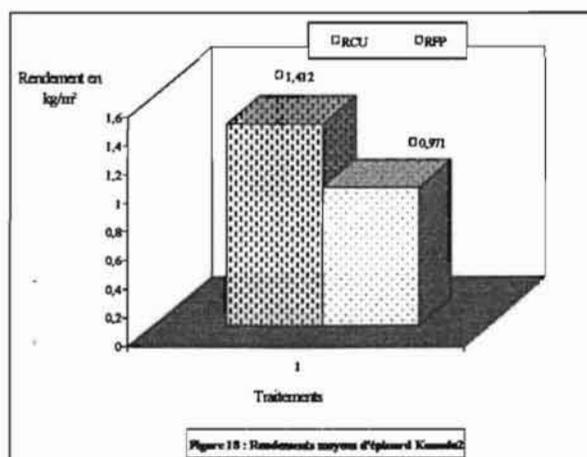
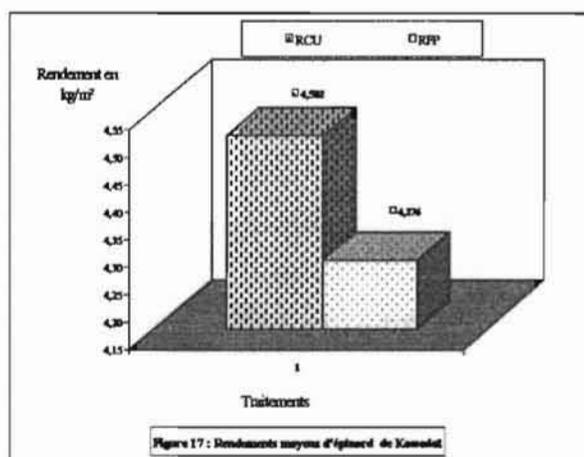
4.3.4. LA CAROTTE.

Les résultats indiquent que les différences ne sont pas significatives entre les traitements au seuil de 5% pour la culture de la carotte. Ce qui signifie que du point efficacité agronomie les deux fumures sont égales. La fumure paysanne a presque aussi efficace que le compost sur les rendements de la carotte. Les résultats sont présentés dans la figure 16.



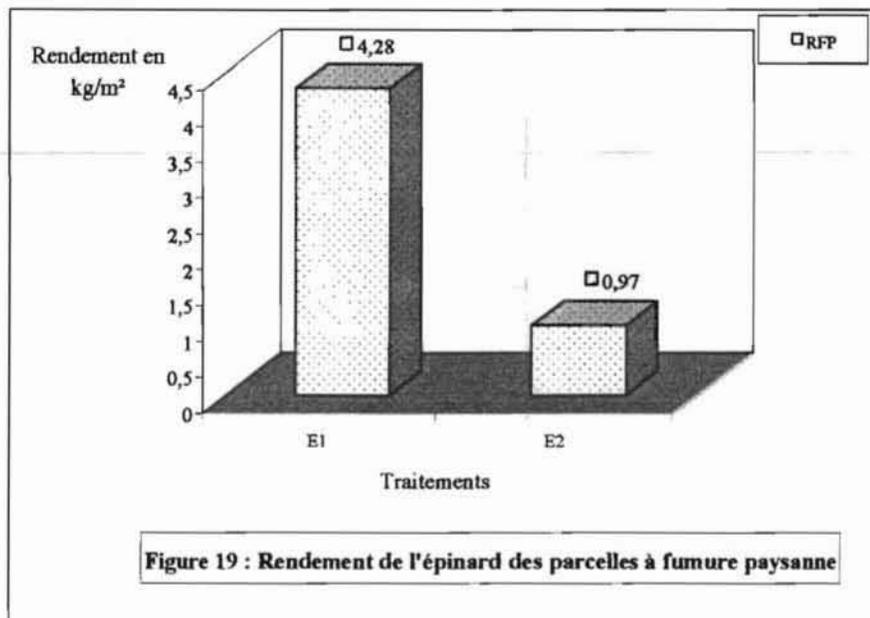
4.3.5. L'ÉPINARD.

Le test de comparaison des moyennes indique que la différence n'est pas significative au seuil 5% pour le rendement et la production totale de l'épinard. Le compost est aussi efficace que la fumure paysanne sur la culture de l'épinard. Ces résultats sont valables aussi bien à Kossodo1 qu'à Kossodo2. Les figures 17 et 18 présentent les rendements moyens de l'épinard dans le site de Kossodo.



4.3.6. LE FACTEUR EAUX USÉES.

Au niveau du site de Kossodo a été mise en évidence l'impact de l'utilisation des eaux usées sur les rendements. La récolte n'a pas été faite sur le bloc de Kossodo3, du fait de la difficulté de levée et de germination des plantes due sans doute à l'agressivité des eaux de la tannerie ou à l'importante charge des eaux de l'abattoir en matière organique (qui peut colmater la couche superficielle du sol et la rendre imperméable à l'eau, et empêcher la levée des plantes). De plus, le sol de ce bloc ne présente pas les mêmes caractéristiques que ceux des autres blocs. Pour cette raison fondamentale le traitement supplémentaire ne peut être mis en évidence qu'entre le bloc 1 et le bloc 2 du site de Kossodo. Ces deux blocs ont des sols qui présentent approximativement les mêmes caractéristiques chimiques. Ils sont très rapprochés et peuvent être considérés comme des sols homogènes, et faire l'objet d'une expérience sur les eaux d'irrigation en maraîchage. Les résultats sur la comparaison des moyennes indiquent que la différence est significative entre les rendements au seuil de 5% pour les parcelles fertilisées avec la pratique paysanne.



NB : E 1 : ÉPINARD DE KOSSODO1 ; E 2 : ÉPINARD DE KOSSODO2

4.3.7. DISCUSSION

Les résultats du test de Student indiquent qu'au seuil de 5% aucune différence n'est significative pour les traitements principaux. Pour ce qui concerne les traitements supplémentaires les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre les rendements des parcelles témoins. Au niveau des parcelles tests aucune différence n'est significative. Scientifiquement ces résultats ne présentant aucune signification peuvent s'interpréter par l'absence d'un effet agronomique significatif entre le traitement et le traitement test. Les différences observées sont faibles pour justifier une différence entre les fumures.

Cependant il convient de rappeler que l'objectif de l'étude n'était pas d'étudier sur le plan scientifique les effets de l'association entre fumure organique et fumure minérale, pour accroître les rendements des cultures. Il s'agit plutôt d'évaluer les rendements tel qu'ils se présentent sur les périmètres maraîchers et avec les eaux utilisées en vue de mesurer le potentiel que l'on peut atteindre en améliorant la fertilisation par l'utilisation du compost d'ordures ménagères. Nous avons choisi d'utiliser la démarche de recherche/action. Dans la pratique nous avons mis en place (sur les périmètres concernés) des tests démonstratifs sur les parcelles des paysans et sous leur gestion pour vérifier et convaincre de l'efficacité du compost produit localement à Ouagadougou à base des ordures ménagères. L'essai se déroule alors dans les conditions paysannes c'est-à-dire en milieu réel.

En vertu de tout cela, nous allons considérer que l'objectif est atteint lorsque les paysans seront convaincus eux-mêmes de l'efficacité du compost et seront prêts à l'introduire dans la gestion de la fertilité de leurs parcelles. Pour ce faire nous avons multiplié les visites sur les périmètres concernés. Au cours de ces visites nous avons effectué chaque fois une enquête semi-structurée en essayant de sonder l'opinion des producteurs et leur appréciation de l'efficacité du compost, que nous leur avons fourni. Une enquête sur fiche avait été prévue pour matérialiser scientifiquement les affirmations et les opinions des producteurs, mais récolte étant précipitée par la pluie du 3 avril 2000 (provoquant les inondations à Tanghin et à Kossodo) et le tarissement du barrage de Boulmiougou, cela n'a pu se faire.

Cependant à l'issue des enquêtes semi-structurées organisées nous avons recueilli diverses opinions des producteurs sur les avantages et les inconvénients du compost fourni. Les avantages suivants ont été retenus selon les producteurs :

- ✉ Le compost a un effet positif sur les propriétés du sol. En effet il maintient la structure et la stabilité structurale du sol lors qu'il est épandu après le labour. Selon les termes des producteurs il rend le sol moins collant par rapport au fumier. Cela peut être dû à l'humus en phase de stabilisation qu'il contient. Ces aspects d'amélioration et du maintien de la structure et la stabilité structurale ont été démontrés par OUATTARA et al (1994). En effet ces auteurs ont montré que la porosité structurale croît avec la maturité du compost.
- ✉ Le compost facilite la levée des graines de l'épinard et de la carotte ; il facilite la reprise de la salade et de la fraise après repiquage. Le compost favorise le bourgeonnement des stolons chez la fraise. Les résultats de SEREME (1995) confirment ces affirmations des producteurs.
- ✉ Le compost a un effet réducteur sur l'infestation de mauvaises herbes et les parasites des plantes. Le constat que nous avons fait est que les parcelles ayant reçue le compost comme fumure n'ont presque pas été envahies par les adventices. Les producteurs ont moins de problème de sarclage. Cela peut être dû à sa composition en éléments fertilisants. L'infestation des parcelles recevant la fumure traditionnelle peut aussi être due à une contamination par des déjections animales. Ces affirmations des producteurs, convaincus de leurs observations, sont confirmées par les résultats de N'DIAYE et al (1997). Selon ces auteurs le compost réduit les populations des parasites dans le sol.
- ✉ Pour les producteurs le fumier a un effet acidifiant du sol et provoque les brûlures aux plantules, contrairement au compost. Cet effet n'est que dans les premiers stades d'évolution dans le sol. En effet le fumier épandu en surface entre en phase de décomposition aérobie avec une forte production de chaleur (70°C ou plus) due à l'activité des micro-organismes thermophiles. Selon FALISSE et LAMBERT (1994) cette pratique (utilisée par tous les maraîchers de Ouagadougou) occasionne des pertes d'azote par volatilisation de NH₃ et de CO₂ en défaveur de l'humification.
- ✉ Du point de vue de la production le compost donne les fraises et les carottes de plus gros calibre que le fumier. Les plantes de salade et de fraisiers sont plus vigoureuses.

N'DIAYE et al (1997) ont expérimenté cela sur la tomate et confirmé ces observations faites par les paysans.

A côté de ces avantages, le principal inconvénient souligné par les paysans est que le compost se dissout très vite dans le sol. En effet trois à quatre jours après épandage du compost, avec un arrosage régulier le compost disparaît complètement, laissant le sol presque nu. Deux hypothèses peuvent expliquer ce phénomène : soit le compost contient une proportion importante de terre et qu'il adhère tout simplement au sol après épandage soit, il s'est stabilisé, donc presque totalement en phase minérale avec très peu de matière organique. Les minéraux entrent donc dans la solution du sol dès l'arrosage.

A l'issue de toutes ces observations les productions affirment qu'ils sont prêts à utiliser le compost et à l'insérer dans le système de gestion de la fertilité de leurs parcelles. Cependant leurs moyens limitent leur volonté, car le compost se vend à 1000 francs CFA le sac de 50 kg et 500 francs celui de 25 kg Comparativement au fumier dont le charretier coûte 1250 à 1750 francs, livré sur les parcelles par les fermiers ou les revendeurs, le compost coûte très cher. En effet le charretier vaut environ 5 à 6 sacs de 40 à 50 kg (fonction du taux d'humidité), et son poids total vaut environ 200 à 240 kg

Les résultats de SEREME (1995) indiquent que 99% des producteurs (de Kossodo) sont intéressés par l'utilisation du compost d'ordures ménagères. Cet auteur souligne que 57% des producteurs acceptent d'acheter le compost à 2500 FCFA la tonne, soit 500 FCFA le charretier de fumier. Le prix d'achat limite donc l'utilisation du compost d'ordures ménagères par les producteurs maraîchers.

En outre, le producteur regarde le gain en terme de surplus de production (kg) ou de ce que lui apporte ce surplus sur son revenu. Les producteurs s'intéressent moins au rendement, ils raisonnent plutôt en terme de monnaie. Pour le cas par exemple de la carotte lorsqu'elle est vendue par kg, une production de 122 kg contre 105,2 kg (avec une différence d'environ 16,8 kg/planche) lui procure une situation très intéressante.

Le compost est donc à la fois un bon amendement organique et un engrais prêt à être utilisé grâce à ses multiples avantages. Les paysans sont convaincus de l'efficacité du compost et sont prêts à l'utiliser dans leur système de gestion de la fertilité du sol de leur parcelle. Ils

désirent bien l'acheter. Ce pendant son prix d'achat limite son utilisation par les producteurs maraîchers.

Un autre avantage du compost, c'est le côté assainissement. En le compostage contribue en grande partie à la gestion des déchets solides dans les villes, réduisant ainsi les phénomènes de nuisance, la prolifération des maladies par la réduction de la quantité de ces déchets. Le compostage est donc à encourager, car il permet à la fois de contribuer à la gestion de la fertilité des sols et à la gestion des déchets urbains.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les sols burkinabé sont souvent soumis à une dégradation sans précédent. Généralement les résidus des cultures sont totalement ou presque exportés, et la restitution est presque absente. Ses terres sont souvent soumises à une surexploitation, due à la pression démographique, sans repos. Ses conditions auxquelles ils sont soumis accélèrent l'acidification et la baisse de leur fertilité et par conséquent la baisse des rendements. Les ordures ménagères traitées par compostage constituent une source de matière organique pouvant servir d'amendement et de même qu'un engrais. Pour cela il est nécessaire de faire connaître cet engrais qualifié de complet aux utilisateurs, qui sont les paysans producteurs. Les sites choisis se trouvant à Ouagadougou, l'étude a permis d'aboutir à des conclusions suivant.

L'étude sur les sols a permis de constater que les sols de Ouagadougou sont diversifiés. Du point de vue du pH ces sols vont des pH acides à des pH alcalins. Dans tous les sites les sols sont assez pourvus en matière organique, les sols de Kossodo ont les teneurs les plus élevées du fait de recevoir les eaux usées des industries placées dans la zone. Ce site constitue un déversoir des eaux de toute la zone industrielle. Le rapport C/N le plus élevé est rencontré dans les sols de Kossodo recevant les eaux de l'abattoir et de la tannerie. Cela est rapport avec la teneur de ces sols en matière organique Du point de vue les éléments fertilisants (NPK) les mêmes sols de Kossodo ont les teneurs les plus élevées, suivi toujours des sols de Tanghin. Les sols de Boulmiougou paraissent les plus faibles en éléments fertilisants. Ces teneurs élevées en éléments montrent l'impacte de la proximité des industries à une zone donnée.

Du point de vue des amendements utilisés sur les essais, le compost paraît défavorisé pour certains éléments tels que la matière organique et l'azote total par rapport à la fumure paysanne. Cependant le compost est particulièrement riche en potassium. Le rapport C/N du compost est faible (11,1) ce qui montre que ce compost est au stade de l'humus stable.

Les analyses sur le rendement montrent qu'il n'y a pas de différences entre fumures. Cependant dans la presque totalité des essais les rendements du compost sont légèrement supérieurs à ceux de la fumure paysanne. Cela peut s'expliquer par l'état de maturité du

compost ; en effet lorsqu'il est stable il est presque tout en phase minérale avec très peu de matière organique.

Les enquêtes semi-structurées ont permis d'obtenir les opinions des producteurs du point de vue de leur appréciation du compost d'ordures ménagères. Les producteurs apprécient bien le compost d'ordures ménagères. Ils sont prêts à adopter le compost dans le système de gestion de la fertilité de leurs parcelles. Mais malgré cette motivation, une contrainte limite l'accessibilité des paysans à ce compost. En effet le compost coûte cher et les moyens des producteurs ne leur permettent pas d'en acheter jusqu'à couvrir toute la campagne.

Suite à ces difficultés, des mesures doivent être prises pour inciter les producteurs à insérer davantage le compost dans le système de gestion de la fertilité de leurs parcelles. Il s'agit de :

- faciliter la production du compost afin de réduire le prix de revient de ce compost,
- mettre en fonctionnement les petites unités de compostage déjà installées dans la ville de Ouagadougou et d'en créer davantage dans les autres villes,
- Créer des centres de formation des paysans et les initier à la fabrication du compost dans les arrières cours.
- Favoriser davantage les démonstrations pour faire connaître le compost à tous les maraîchers, ainsi que dans les autres villes du pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANON. 1992. Household Waste Composting Manuel – Theory and Application, unpublished preliminary draft, Jakarta : CPSI, Center for Policy and Implementation Studies.

BADO B. V., 1999. Les contributions en azote des légumineuses et des amendements organiques : une évaluation quantitative par le ¹⁵N. Séminaire de thèse de doctorat (phD). Département des Sols et Génie Agroalimentaire. Université de Laval..

BENMOUFFOK A., (1994). Caractérisation et valorisation agricole des boues résiduelles de Draa Ben Khadda (Algérie). Cahiers d'études et de recherches francophones, Vol.3 N°5 pp 279-342.

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, 87p.+ Annexes

BRUNT L.P., DEAN R.B. & PATRICK P.K., 1985. Composting, pp.37-77, in : suess, J.M., ed (1985). Solid waste management – selected Topics, Copenhagen, Denmark : World Health Organization.

BUNASOLS, 1998. Étude morphopédologique de la province du Kadiogo. Echelle 1/50.000. Rapport technique n° 111. 72p.

CHAWLA V.K., BRIANT D.N., LIU D., 1974. Disposal of chemical sewage sludge on land and their effects on plant, leachate and soil systems. Sludge handling and diasporal seminar cont proceed. Toronto : Ontario Min Envir, 2 : pp 207-233

CISSÉ G., 1997. Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso). Thèse ès sciences techniques, École polytechnique de Lausanne SUISSE. 325 p + Annexes

CORBIER C., 1985. Déchets urbains et maraîcheculture à Ouagadougou. Mission de montage, Ministère des relations extérieures. 32p.

DALZELL H.W., BIDDLESTONE A.J., THURAIRAJAN K., 1987. Soil MANAGEMENT: Compost Production and Use in Tropical and Subtropical Environment, FAO Soils Bulletin N°56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

DICTIONNAIRE LAROUSSE AGRICOLE, 1981. Librairie Larousse, Rue du Montparnasse et 114 Boulevard Raspail 75006 Paris (France).

FONTÈS J. et GUINKO S, 1995. Carte de la végétation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la Coopération française. Projet campus (88 313 101). 67p.

GATAAS H.B., 1956. Composting Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. Geneva Switzerland : World Health Organization.

GATAAS H.B., 1959. Compostage et Assainissement. Genève, Suisse : O.M.S.

GUINKO S., 1984. Végétation de la Haute Volta. Thèse de doctorat d'État université de Bordeaux III, 394p. + annexes.

GYSI C, RYSER J.P., & CANDINAS T., 1988 ; cité par WAAS E., 1996. Wegleitung für die Anwendung von Kompost aus Garten – und Anforderungen an die Kompostqualität (Guidelines for the Application of compost Made of Garden and Kitchen Wastes and Compost Quality Requirements), Flugschrift Nr. 114, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil, Switzerland.

KABORE N.T., 1976. La technique du compostage aérobie en zone sahélienne. MANITSESE, 76. 54 p + Annexes.

KANDO G., 1995. L'agriculture urbaine en Afrique tropicale. Revue de littérature ; Résultats de visites aux institutions de l'Afrique de l'ouest et stratégie d'appui à la mise en place d'un projet de recherche régionale sur l'agriculture urbaine. Février 1995. 38 p

KEHREN L. & VAILLANT J, 1963. Les méthodes de traitement des ordures ménagères et l'intérêt du compostage aérobie en milieu tropical. BCEOM, Paris, France.

KING LD, MORRIS HD., 1972. Land disposal of liquid sewage sludge. The effect on soil pH, Mn, Zn, and growth and chemical composition. J Envir Qual ; 1 : 425-9.

L'HERMITE P, 1989 ; cité par WAAS E., 1996. Kompostierung in der Europäischen Gemeinschaft-Gegenwärtige Situation und Ausblick auf die Zukunft (composting in the European Community – current situation and outlook for the future), pp.69-104, in : Weiner, K., ed. (1989). Abfall-Wirtschaft 2 – Kompostierung International, Kassel, Deutschland : Fachgebiet Abfall-Wirtschaft und Recycling an der Universität Kassel.

LOKO, 1997. Traitement des eaux de latrines et des déjections animales par lagunage à macrophytes. Mémoire de fin d'étude à l'École Inter-États d'Ingénieurs de l'Équipement Rural (EIER). 59 p

MOREL J.L., JACQUIN F., GUCKERT A., 1979. Contribution à la réalisation de tests de détermination de la maturité des composts urbains. Compte rendu de fin de contrat, convention n° 75124 - 77137 ; E.N.S.A.I.A., NANCY. 30p + Annexes

MOREL J.L., JAQUIN F., 1978. Utilisation agricole des boues résiduaires urbaines chaulées et non chaulées, incidence de trois années d'épandage sur la fertilité d'un sol neutre de limon. Laboratoire des sciences du sol. 29 p

MUSTIN M., 1987. Le Compost. Gestion de la matière organique. Editions F. Dubusc - Paris. 1° édition 954 p

N'DIAYE S.B, DELHOVE G., DEWEZ B., LO Ch., et CADETP., 1997 in *Agronomie africaine*, *Mottes de compost et nématodes phytoparasites*. Association ivoirienne des sciences agronomiques (AISA). pp. 15-28.

NGNIKAM E., VERMANDE P. et ROUSSEAUX P., 1993. Traitement des déchets urbains. Une unité de compostage des ordures ménagères dans un quartier d'habitat spontané à Yaoundé (Cameroun). *Cahiers Agricultures* 1993; 2 : 264-9. pp 264-269.

NIANG S., 1996. Utilisation des eaux usées domestiques en maraîchage périurbain à Dakar (Sénégal). *Sécheresse* 1996; 7 : 217-23. pp. 217-223.

OUATTARA B., SÉDOGO M.P. ET LOMPO F., 1994. Effets de quatre types de substrats organiques sur le système poral d'un sol ferrugineux tropical sous culture de sorgho. *Science et Technique* Vol 21 n°1 1993-1994. pp. 60- 77.

PESCOT M. B., 1991. Urban Solid Waste Management. Firenze, Italy : IRIS, on behalf of World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. éd. 1991.

PSAB, 1999. Plan d'assainissement des eaux usées de la ville de Bobo-Dioulasso. Document provisoire. Direction d'assainissement, ONEA. 59 p + annexes.

SAMA M., 1989. Acidification des sols sous culture. Valorisation de la dolomie de TIARA. Mémoire de fin d'études IDR/ Université de Ouagadougou. 96p+ Annexes.

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

SEREME A., 1995. Gestion des ordures ménagères : cas de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). Étude financée par l'IAGU et RAGUMA. 41 p.

SEREME A., 1997. Le compostage des ordures ménagères - Spore 72, p.9.

SEREME A., MEY PH., ZOMBRE N.P., 1998. Composition et qualité du lombricompost des ordures ménagères de la ville de Ouagadougou. Science et technique, sciences naturelles vol.23, n° 1, pp 38-43.

SOLTNER D.,1992. Les bases de la production végétale. Tome1 : le Sol. Coll. Sciences et techniques agricoles. 19° éd. 467p.

WAAS E, 1996. Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. "SKAT" Centre de Coopération suisse pour la Technologie et le Management, Suisse.143p

ZUCCONI F. & BERTOLDI DE M., 1987. Compost Specifications for the Production and characterization of compost from Municipal Solid Waste, pp 30-50, in De BERTOLDI F. et al, 1987. Compost : Production, Quality and Use. Brussels and Luxembourg : Elsevier Applied Science.

ANNEXES

Annexe 1

RESULTATS D'ANALYSES DE SOLS

N°	N (g/kg)	C (g/kg)	MO%	C/N	pHeau	pHKCl	P-BRAY I (mg- P/kg)	P-TOTAL (mg- P/kg)	K-TOTAL (mg- K/kg)	K-dispo (mg- K/kg)
1	1,018	10,110	1,7	9,9	7,64	6,02	42,185	487,568	496,763	61,925
2	1,018	12,273	2,1	12,1	7,60	5,84	22,695	498,378	741,898	130,127
3	0,878	12,390	2,1	14,1	7,47	5,72	14,691	287,568	553,332	115,512
4	1,193	10,166	1,8	8,5	7,57	5,81	12,850	325,405	748,183	125,255
5	1,088	12,317	2,1	11,3	8,35	6,48	59,239	314,595	616,187	100,898
6	0,878	10,065	1,7	11,5	7,31	5,83	13,558	622,703	829,895	177,624
7	0,668	6,958	1,2	10,4	6,25	4,73	30,837	211,892	264,198	68,015
8	0,738	7,431	1,3	10,1	6,35	4,91	7,184	163,243	314,483	76,540
9	1,088	12,707	2,2	11,7	5,64	4,38	31,262	147,027	408,765	98,462
10	0,843	8,825	1,5	10,5	5,37	3,94	19,223	395,676	396,194	61,925
11	0,668	6,862	1,2	10,3	5,29	3,88	14,408	206,486	301,911	40,003
12	0,948	9,562	1,6	10,1	7,79	6,41	59,645	98,378	609,902	133,780
13	0,528	5,156	0,9	9,8	7,10	5,76	8,601	222,703	327,054	50,964
14	0,668	6,619	1,1	9,9	8,09	6,10	28,996	22,703	276,769	57,054
15	0,948	10,784	1,9	11,4	8,25	6,09	19,648	341,622	735,612	184,932
16		13,071	2,3		7,50	6,29	34,236	330,811	905,321	125,255
17	0,598	6,459	1,1	10,8	7,00	5,47	14,549	174,054	471,620	59,489
18	0,967	12,240	2,1	12,7	6,95	5,64	13,275	258,108	542,384	106,987
19	1,229	12,841	2,2	10,4	7,66	5,84	68,984	717,568	605,239	124,037
20	1,054	11,320	2,0	10,7	7,40	5,83	13,699	318,919	668,095	130,127
21	0,967	11,229	1,9	11,6	7,83	5,73	26,095	454,054	620,953	153,267
22	1,492	15,188	2,6	10,2	7,38	6,00	65,329	1001,351	927,372	265,312
23	0,704	6,715	1,2	9,5	7,61	6,00	31,222	102,703	393,103	66,797
24	0,660	6,409	1,1	9,7	7,25	5,53	19,289	62,162	408,817	58,272
25	0,748	8,117	1,4	10,9	5,30	3,31	18,734	170,270	322,391	37,568
26	0,748	6,128	1,1	8,2	6,46	4,60	34,876	170,270	393,103	87,501
27	1,929	17,883	3,1	9,3	6,83	4,57	81,165	1298,65	1139,51	240,954
28	1,623	15,410	2,7	9,5	6,51	4,61	83,601	1156,76	998,084	220,250
29	1,229	10,643	1,8	8,7	6,79	4,84	21,512	420,270	573,812	109,423
30	1,010	9,710	1,7	9,6	5,47	2,72	25,817	285,135	361,676	61,925
31	0,967	10,217	1,8	10,6	4,97	2,79	19,984	264,865	220,251	47,311
32	1,054	10,192	1,8	9,7	4,50	2,32	31,928	271,622	298,820	57,054
33	1,842	14,863	2,6	8,1	5,53	4,27	58,833	866,216	1037,37	242,172

Annexe 2

Fiche des Rendements des cultures

Producteurs	Site	Spéculati on	Superfici e récoltée en m ²	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différenc es des Rdts
				Compos t	Fumier	Compost	Fumier	
KABORE	BOULM.	salade	13,00	72,00	60,00	5,54	4,62	0,92
NIKIEMA M. I	BOULM.	salade	14,40	142,20	101,60	9,88	7,06	2,82
NIKIEMA M. II	BOULM.	salade	14,40	72,00	70,00	5,00	4,86	0,14
KOUSSOUBE	BOULM.	salade	10,00	110,00	88,00	11,00	8,80	2,20
ILBOUDO A.	BOULM.	salade	15,00	98,30	84,70	6,55	5,65	0,91
KABORE	BOULM.	poivron	10,00	n	n			
ZOUNDI	BOULM.	fraise	10,00	10,90	10,10	1,09	1,01	0,08
DIPAMA	BOULM.	fraise	10,00	10,62	10,20	1,06	1,02	0,04
TAPSOBA	BOULM.	fraise	10,00	10,70	10,20	1,07	1,02	0,05
YANOGO	BOULM.	fraise	10,00	9,00	10,00	0,90	1,00	-0,10
NIKIEMA O.	BOULM.	fraise	10,00	n	n			
ROUAMBA Id.	TANGH.	carotte	25,00	122,00	105,20	4,88	4,21	0,67
ROUAMBA Id.	TANGH.	carotte	16,00	81,50	72,00	5,09	4,50	0,59
ILBOUDO Iss.	TANGH.	carotte	25,00	n	n			
OUEDRAOGO	TANGH.	carotte	16,00	104,00	102,00	6,50	6,38	0,13
KISSOU Bour.	TANGH.	carotte	12,00	60,40	53,00	5,03	4,42	0,62
KISSOU	TANGH.	carotte	12,00	65,00	62,00	5,42	5,17	0,25
BONDE	TANGH.	carotte	15,00	n	n			
BAMOGO	TANGH.	carotte	15,00	103,00	100,60	6,87	6,71	0,16
TINDREBEOGO	TANGH.	carotte	15,00	n	n			
NACOULMA S.	KOSS1	épinard	12,00	34,64	34,64	2,89	2,89	0,00
NACOULMA A.	KOSS1	épinard	14,00	95,26	84,44	6,80	6,03	0,77
KAFANDO F.	KOSS1	épinard	15,00	108,25	95,26	7,22	6,35	0,87
COMPAORE	KOSS1	épinard	15,00	64,95	64,95	4,33	4,33	0,00
SOUSSANGO E.	KOSS1	épinard	17,00	21,65	30,31	1,27	1,78	-0,51
NACOULMA H.	KOSS2	épinard	16,00	n	n			
BEMBAMBA A.	KOSS2	épinard	16,00	n	n			
KABORE A.	KOSS2	épinard	14,00	n	n			
KIEMTORE M.	KOSS2	épinard	18,00	n	n			
KABORE L.	KOSS2	épinard	12,00	n	n			
NIKIEMA Ass.	KOSS3	épinard	15,00	24,20	16,13	1,61	1,08	0,54
NIKIEMA R.	KOSS3	épinard	22,00	39,00	30,00	1,77	1,36	0,41
NIKIEMA Ab.	KOSS3	épinard	25,00	n	n			
COMPAORE A.	KOSS3	épinard	20,00	17,00	9,50	0,85	0,48	0,38
SOUNDOUEMA F.	KOSS3	épinard	18,00	n	n			

Annexe 3

RESULTATS D'ANALYSES DES MATIERES ORGANIQUES

Nature de la Fumure	N°	P (mg/kg)	K (mg/kg)	N (g/kg)	C (g/kg)	MO%	C/N
Compost urbain	34	3745,36	12387,10	11,75	133,17	23,00	11,33
Compost urbain	35	3743,83	12035,45	13,40	126,25	21,80	9,42
Compost urbain	36	3361,86	12276,86	11,30	123,66	21,30	10,94
Compost urbain	37	3659,26	12977,98	10,44	124,72	21,50	11,94
Compost urbain	38	3307,65	10222,36	11,30	133,17	23,00	11,78
Porc+Abattoir	39	4655,83	4324,01	21,50	266,34	45,90	12,39
Porc	40	4495,17	4272,54	15,54	235,90	40,70	15,18
Bovin+Ovin+Volaille	41	7797,54	12679,25	23,52	348,78	60,10	14,83
Volaille+sciure	42	11966,68	16000,00	29,03	137,93	23,80	4,75
Porc+Ovin	43	4227,59	8574,50	12,68	1103,42	190,20	87,01
Volaille+Bovin	44	1347,63	10739,45	14,60	418,54	72,20	28,67
Abattoir	45	4141,00	23273,60	23,39	317,07	54,70	13,56
Porc+Bovin	46	5161,49	17800,84	19,66	161,71	27,90	8,22
Bovin+Ovin+Caprin	47	2958,16	15622,83	17,83	183,90	31,70	10,32
Glumes de petit mil	48	958,20	12441,35	7,71	722,93	124,60	93,83
Balles+ paille de Riz	49	537,19	9923,20	4,06	589,76	101,70	145,36

Annexe 4

MOYENNES DES RENDEMENTS PAR SPECULATION

Rendement de Fraises

Producteurs	Site	Spéculation	Superficie récoltée en m ²	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différences des Rdts
				Compos	Fumier	Compost	Fumier	
ZOUNDI	BOULM.	fraise	10	10,900	10,100	1,090	1,010	0,080
DIPAMA	BOULM.	fraise	10	10,620	10,200	1,062	1,020	0,042
TAPSOBA	BOULM.	fraise	10	10,700	10,200	1,070	1,020	0,050
YANOGO	BOULM.	fraise	10	9,000	10,000	0,900	1,000	-0,100
		Moyennes	10	10,305	10,125	1,031	1,013	0,018
		Ecart-types	0	0,878	0,096	0,088	0,010	0,080
		Variances	0	0,771	0,009	0,008	0,000	0,006

Rendements de salade

Producteurs	Site	Spéculation	Superficie récoltée en m ²	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différences des Rdts
				Compos	Fumier	Compost	Fumier	
KABORE	BOULM.	salade	13,000	72,000	60,000	5,538	4,615	0,923
NIKIEMA M. I	BOULM.	salade	14,400	142,200	101,600	9,875	7,056	2,819
NIKIEMA M. II			14,400	72,000	70,000	5,000	4,861	0,139
KOUSSOUBE	BOULM.	salade	10,000	110,000	88,000	11,000	8,800	2,200
ILBOUDO A.	BOULM.	salade	15,000	98,300	84,700	6,553	5,647	0,907
		Moyennes	13,360	98,900	80,860	7,593	6,196	1,398
		Ecart-type	2,017	29,350	16,194	2,685	1,739	1,086
		Variance	4,068	861,420	262,238	7,210	3,025	1,179

Rendements Epinard par site :

SITE KOSSODO1 (eaux venant du canal central)

Producteurs	Site	Spéculation	Superficie récoltée en m ²	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différences des Rdts
				Compos	Fumier	Compost	Fumier	
NACOULMA S.	KOSS1	épinard	12	34,64	34,64	2,887	2,887	0
NACOULMA A.	KOSS1	épinard	14	95,26	84,435	6,804	6,031	0,773
KAFANDO F.	KOSS1	épinard	15	108,25	95,26	7,217	6,351	0,866
COMPAORE	KOSS1	épinard	15	64,95	64,95	4,330	4,330	0
SOUSSANGO E.	KOSS1	épinard	17	21,65	30,31	1,274	1,783	-0,509
		Moyennes	14,6	64,95	61,919	4,502	4,276	0,226

Ecart-types	1,817	37,374	29,030	2,536	1,971	0,581
Variances	3,3	1396,79	842,763	6,433	3,883	0,338

Annexe 4

SITE KOSSODO3 (eaux de SOBBRA)

Producteurs	Site	Spéculation	Superficie récoltée en m ² .	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différences des Rdts
				Compos	Fumier	Compost	Fumier	
SOUNDOUEMA F.	KOSS3	épinard	18	n	n			
NIKIEMA Ab.	KOSS3	épinard	25	n	n			
NIKIEMA Ass.	KOSS3	épinard	15	24,200	16,130	1,613	1,075	0,538
NIKIEMA R.	KOSS3	épinard	22	39,000	30,000	1,773	1,364	0,409
COMPAORE A.	KOSS3	épinard	20	17,000	9,500	0,850	0,475	0,375
		Moyennes	19	26,733	18,543	1,412	0,971	0,441
		Ecart-type	3,6055	11,217	10,461	0,493	0,453	0,086
		Variance	13	125,813	109,431	0,243	0,206	0,007

Rendements de la carotte

Producteurs	Site	Spéculation	Superficie récoltée en m ²	Production par parcelle en kg		Rendements en kg/m ²		différences des Rdts
				Compos	Fumier	Compost	Fumier	
ILBOUDO Iss.	TANGH.	carotte	25	n	n			
BONDE	TANGH.	carotte	15	n	n			
TINDREBEOGO	TANGH.	carotte	15	n	n			
ROUAMBA Id.	TANGHI N.	carotte	25	122,000	105,200	4,880	4,208	0,672
ROUAMBA Id.	TANGHI N.	carotte	16	81,500	72,000	5,094	4,500	0,594
OUEDRAOGO	TANGHI N	carotte	16	104,000	102,000	6,500	6,375	0,125
KISSOU Bour.	TANGH.	carotte	12	60,4	53	5,033	4,417	0,617
KISSOU	TANGH.	carotte	12	65	62	5,417	5,167	0,250
BAMOGO	TANGHI N	carotte	15	103,000	100,600	6,867	6,707	0,160
		Moyennes	16,00	89,317	82,467	5,632	5,229	0,403
		Ecart-types	4,77	24,329	22,908	0,841	1,071	0,251
		Variances	22,80	591,922	524,779	0,708	1,147	0,063
		Test Student						0,485238

ANNEXE 5 : Normes d'interprétation du BUNASOLS pour l'appréciation qualitative de quelques caractéristiques chimiques des sols du Burkina Faso sur les 40 premiers centimètres (1987).

Classe (interprétation)		TRES BAS	BAS	MOYEN	ELEVE	TRES ELEVE			
Matière organique (%)		< 0,5	0,5 à 1,0	1 à 2,0	2 à 3	> 3			
Azote total (%)		< 0,02	0,02 à 0,10	0,06 à 1,0	0,10 à 0,14	> 0,14			
Phosphore assimilable (ppm) (BRAY I)		< 5	5 à 10	10 à 20	20 à 30	> 30			
Phosphore total (ppm)		< 100	100 à 200	200 à 400	400 à 600	> 600			
Potassium disponible (ppm)		< 25	25 à 50	50 à 100	100 à 200	> 200			
Potassium total (ppm)		< 500	500 à 1000	1000 à 2000	2000 à 4000	> 4000			
C/N			<12,5	12,5	>12,5				
Classe	Extrêmement acide	Très fortement acide	Fortement acide	Moyennement acide	Faiblement acide à neutre	Légèrement alcalin	Moyennement alcalin	Fortement alcalin	Très fortement alcalin
PH eau	<4,5	4,6 à 5	5,1 à 5,5	5,6 à 6	6,1 à 7,3	7,4 à 7,8	7,9 à 8,4	8,5 à 9	>9