

Sommaire

Dédicace	i
Sommaire	ii
Remerciements	iv
Sigles et Abréviations	v
Listes des tableaux	vi
Listes des figures	vii
Résumé	viii
Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique sur les déchets urbains solides (DUS) et leur valorisation en agriculture urbaine et péri urbaine (AUP)	3
1.1. Concepts d'agriculture urbaine et périurbaine	3
1.2. L'agriculture urbaine et périurbaine (AUP): cas de la ville de Ouagadougou	3
1.3. Concepts et typologie des déchets	4
1.4. Valeur fertilisante des déchets urbains solides	5
1.4.1. Composition physico chimique des déchets urbains solides	5
1.4.2. Effets positifs des déchets sur les caractéristiques des sols	8
1.4.3. Impact des déchets sur le rendement des cultures	9
1.5. Contraintes et risques liés à l'utilisation des déchets urbains solides en agriculture	9
1.6. Traitements des déchets: Le compostage	11
1.6.1. Définition	11
1.6.2. L'importance du compostage	11
1.6.3. Les paramètres d'un bon compostage	12
1.7. Conclusion	13
Chapitre II: Présentation des sites de prélèvements des déchets et méthodologie	14
2.1 Présentation des sites de prélèvements des déchets	14
2.2 Matériels	14
2.3 Méthodologie	15
2.3.1 Caractérisation Physique et chimique des déchets	15
2.3.2 Les techniques de compostage des déchets	15
2.3.2.1 Le compostage aérobie	17
2.3.2.2 Compostage anaérobie	18
2.3.3 Suivi de l'évolution des composts	19
2.3.4 L'évaluation de la valeur fertilisante des composts	19
2.3.5 Analyses physico chimiques	20
2.3.6. Analyse statistique	22
Chapitre III: Résultats et discussions	23
3.1 Composition physico-chimique des déchets	23
3.1.1 Résultats	23
3.1.2 Discussion	24
3.1.3. Conclusion	24
3.2. Evolution des composts d'abattoir et de décharges en aérobie	25
3.2.1. Résultats	25
3.2.1.1. Influence du compostage sur le poids des déchets d'abattoir et de décharges	25
3.2.1.2 Influence de la durée de compostage sur l'évolution du pH	26
3.2.1.3 Influence de la durée de compostage sur l'évolution du rapport C/N des déchets	28
3.2.1.4 Influence du compostage sur l'assimilabilité du phosphore des déchets	29
3.2.2 Discussion	31

3.2.3 Conclusion..... 33

3.3 Production de biogaz pendant le compostage anaérobie..... 34

3.3.1 Résultat..... 34

3.3.2. Discussion 35

3.3.3. Conclusion..... 35

3.4. Valeur agronomique des différents composts 36

3.4.1. Résultats 36

3.4.1.1. Caractéristiques chimique des composts d’abattoir 36

3.4.1.2. Influence des composts d’abattoir sur la production de la laitue 37

3.4.1.3. Caractéristiques chimiques des composts de décharges 38

3.4.1.4. Influence des composts de décharges sur la production de la laitue 38

3.4.2. Discussions 39

3.4.3. Conclusion..... 40

Conclusion générale 41

Perspectives 42

Références bibliographiques 44

Annexes A

Annexe1: Composition du Burkina Phosphate de Kodjari en pourcentage A

Annexe 2: Composition de la dolomie de Tiara..... A

Annexe 3: Les déchets de décharges au Centre d’Enfouissement Technique de OuagadougouB

Annexe 4: Les déchets de décharges triésB

Annexe 5: Les déchets d’abattoir frais C

Annexe 6: Les fosses de compostage aérobie C

Annexe 7: Les cuves de compostage anaérobie D

Remerciements

Au terme de notre travail nous voudrions remercier:

Le corps enseignant de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour notre formation;

Nos directeurs de mémoire, le Pr SOME N. Antoine, Le Pr NACRO H. Bismarck pour leurs contributions à la réalisation de ce mémoire;

Le directeur de L'INERA, Les chefs des stations INERA/Kamboinsé et INERA/Saria, Les chefs des programmes GRN/SP de la station INERA/Kamboinsé et INERA/Saria, Les Chefs des Laboratoire Sol-Eau-Plante de la station INERA/Kamboinsé et INERA/Saria, pour nous avoir accepté dans cette structure;

La structure ANAFE pour nous avoir octroyé une bourse de soutien à nos activités de recherche.

Le Dr Compaoré Emmanuel, le coordonnateur du projet FSP/Déchets pour nous avoir accepté comme stagiaire dans ce projet;

Le Pr Sedogo P. Michel, notre maître de stage qui malgré ses multiples occupations a accepté notre encadrement;

Le Dr Bonzi Moussa, Dr. Zougmore Robert, le Dr Savadogo W Paul, le Dr Gnankambary Zacharia, Mr Ouandaogo Noufou, Mr Moyenga Momini pour leurs apports à la réalisation de ce mémoire;

Tout le personnel de GRN/SP, particulièrement, Mr Sanon Martin, Mr Ramdé Martin, M^{elle} Sanou Yvonne, M^{me} Poda Leocadie, Mr Kabore Jean Paul, Mr Ouedraogo Alain et son épouse, Mr Sakandé Ali, Mr Sakandé Lassané ;

Tous mes camarades stagiaires particulièrement Zongo Nongma, Sama Ousseni, Ouattara Bassiaka, Coulibaly Kalifa, Pouya Mathias, Yougbare Hadaogo, Sanon Bachirou, Douamba Gérard, Tiendrébeogo Rasmata, Bandaogo Alima, Traoré Adama, pour leurs soutiens et leurs apports à la réalisation de ce mémoire ;

Tous mes camarades de classes pour les moments passés ensemble ;

Mon oncle Mr Soulama Sagnaba, mon oncle Fayama Salifou et son épouse M^{me} Fayama Ramata, ma marraine à l'IDR M^{elle} Douamba Sabine pour leurs soutiens et multiples conseils durant mon cursus universitaires à Bobo Dioulasso.

Tous mes parents, pour leurs multiples soutiens et leurs compréhensions pendant la réalisation de ce mémoire.

Merci !

Sigles et Abréviations

IDR: Institut du Développement Rural

INERA: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole

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

ANAFE: African Network for Agriculture, Agroforestry, and Natural Ressources Education

DUS: déchet urbain solide

AUP: agriculture urbaine et péri urbaine

MODECOM: Mode de Caractérisation des Ordures ménagères

FAO: Organisation mondiale pour l'Agriculture et l'Alimentation

CIRAD: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DA: déchets d'abattoir

DD: déchets de décharges

BP: Burkina Phosphate

Jar: jours après repiquage

MO: matière organique

MS: matière sèche

Listes des tableaux

Tableau I: Caractérisation de la matière organique de différents déchets.....	6
Tableau II: Composition physique des déchets de la ville de Ouagadougou et de Bobo	7
Tableau III: Composition physique des DUS de la ville de Ouagadougou	7
Tableau IV: Composition chimique de la fraction 0-2 mm de trois types de déchets à durée de dépôt différent	8
Tableau V: Optimums de compostage	13
Tableau VI: Les différents traitements de compostage	16
Tableau VII: Quantité totale d'eau apportée pendant le compostage aérobie.....	18
Tableau VIII: Quantité de déchets compostés en anaérobie (en kg).....	18
Tableau IX: Quantité d'eau utilisée pour créer les conditions d'anaérobiose.....	19
Tableau X: Caractéristiques chimiques du sol de départ	20
Tableau XI: Composition physique des déchets de décharges	23
Tableau XII: Composition chimique moyenne des déchets de décharges et des déchets d'abattoir	23
Tableau XIII: Perte en poids des déchets d'abattoir après 56 jours de compostage	25
Tableau XIV: Perte en poids des déchets de décharges après 56 jours de compostage.....	26
Tableau XV: Evolution du rapport C/N au cours du compostage des déchets d'abattoir.....	28
Tableau XVI: Evolution du rapport C/N au cours du compostage des déchets de décharges .	29
Tableau XVII: Evolution du phosphore assimilable (mg/kg) au cours du compostage des déchets d'abattoir en fonction des traitements	30
Tableau XVIII: Evolution du phosphore assimilable (mg/kg) au cours du compostage des déchets de décharges en fonction des traitements	31
Tableau XIX: Production de biogaz au cours du compostage anaérobie.....	34
Tableau XX: Caractéristiques chimiques des composts d'abattoir.....	36
Tableau XXI: Influence des composts d'abattoir sur la production de matière sèche de la laitue	37
Tableau XXII: Caractéristiques chimiques des composts de décharges	38
Tableau XXIII: Influence des composts de décharges sur la production de matière sèche de la laitue	39

Listes des figures

Figure 1: Evolution du pH des déchets d’abattoirs au cours du compostage..... 27

Figure 2: Evolution du pH des déchets de décharges au cours du compostage 27

Résumé

Les activités socio-économiques de la ville de Ouagadougou génèrent une quantité importante de déchets. Ces déchets sont des sources de matières organiques moins onéreuses pouvant être valorisées en agriculture. Toutefois, l'utilisation agronomique de ces déchets à leur état brut présente des risques pour la plante et son environnement.

Dans notre étude, il s'agit de rendre les déchets plus aptes à l'utilisation agricole par compostage. Notre étude a consisté à évaluer l'impact du compostage sur quelques caractéristiques physico chimiques des déchets et sur la solubilisation du phosphore du Burkina Phosphate. Elle a consisté à évaluer l'impact de la dolomie, de l'urée, et du Burkina Phosphate sur la décomposition des déchets en aérobie et à tester la capacité des déchets à produire du biogaz au cours du compostage en anaérobie. Elle a consisté aussi à tester l'efficacité des composts sur la production de la laitue.

Les déchets étudiés sont les déchets de décharges du Centre d'Enfouissement Technique de Ouagadougou et les déchets de l'abattoir frigorifique de Ouagadougou.

Il ressort de cette étude que le compostage est un moyen permettant d'abaisser le rapport C/N des déchets de 40% en moyenne pour les déchets d'abattoir et de 11% en moyenne pour les déchets de décharges après 56 jours de compostage. Il permet d'augmenter de 332% en moyenne la phyto disponibilité du phosphore des déchets d'abattoir. On note que le compostage n'améliore pas la solubilisation du phosphore du Burkina phosphate. La dolomie et le Burkina Phosphate améliorent la décomposition des déchets. On note une acidification des déchets d'abattoir pendant le compostage et la dolomie permet d'élever le pH de ces déchets. Les déchets de décharges ont leur pH qui fluctue mais reste basique durant le compostage. Quant à la production de biogaz les déchets d'abattoir présentent une meilleure production d'environ 2,21 l/kg de matière sèche et par jour. L'apport des composts de déchets d'abattoir seuls (composts en aérobie et en anaérobie) à la dose de 20 t/ha augmente significativement la production de la laitue de 49%. Cependant les composts d'abattoir enrichis à la dolomie, à l'urée, et au BP et les composts de décharges n'améliorent pas la production de la laitue à la dose de 20 t/ha.

Mots clés: déchets de décharges, déchets d'abattoir, compostage, biogaz, laitue, Phosphore assimilable, Ouagadougou.

Introduction

L'agriculture urbaine et péri urbaine (AUP) occupe une place importante en Afrique de l'Ouest et serait une alternative contre l'insécurité alimentaire, le chômage et le sous-emploi (Cissé et *al.*, 2003). Selon la FAO (1999), sa productivité peut être 15 fois supérieure à celle de l'agriculture rurale par unité de surface. Cependant, cette agriculture tout comme l'agriculture rurale, est le plus souvent confrontée au problème d'intrants (FAO, 1999) pour pallier la baisse de la fertilité des sols. Cette situation justifie l'utilisation massive de déchets urbains bruts par les producteurs urbains dans un contexte d'une demande de plus en plus importante des produits agricoles, contribuant en même temps à l'assainissement des communes urbaines.

Ainsi, les déchets urbains solides constituent une importante source de fertilisants pour l'agriculture urbaine et péri urbaine. En effet, plusieurs études ont montré l'impact améliorateur de ces déchets aussi bien sur les propriétés physico-chimiques des sols que sur la productivité des cultures (Gnankambary *et al.*, 2000; Kaboré, 2004; Kiba, 2007; Zongo, 2007). Cependant, des inconvénients liés à l'utilisation à l'état brut de ces déchets ont été soulignés par plusieurs auteurs. Farinet et Niang (2005), Gnankambary *et al.* (2000) évoquent des risques sanitaires liés à la pollution de ces déchets par les métaux lourds et les germes pathogènes. Aussi il y a des risques de faibles productions liés au rapport C/N élevé des déchets qui pourraient être la cause d'une minéralisation lente des déchets et d'une « faim d'azote » suite à son immobilisation par les microorganismes (Kaboré, 2004; Kiba, 2007).

Par ailleurs, des études sur le compostage ont montré l'effet positif du compostage sur la qualité de la matière organique par une baisse du rapport C/N (Mustin 1987, FNADE 2002 Farinet et Niang 2005,) par l'obtention de résidus riches en matières humifiables, sels minéraux et microorganismes non pathogènes (FNADE, 2002). Le compostage permet, en outre, la destruction des germes pathogènes et des grains de mauvaises herbes (Pfeiffer et Koepf 1991; Soltner 2003; Farinet et Niang, 2005). Aussi, le compostage en anaérobique ou méthanisation permet en plus de la production du compost, la production de biogaz et pourrait contribuer à réduire l'émission dans la nature des gaz à effet de serre sur l'environnement.

C'est en ce sens que la présente étude réalisée dans le cadre d'un projet FSP/ recyclage des déchets s'avère importante en cherchant à déterminer la valeur agronomique du compost obtenu à partir des déchets urbains solides tout en recherchant à mettre en place les techniques de compostage les plus efficaces. Il s'agit aussi de tester la capacité des déchets à produire du biogaz. Nous sommes partis des hypothèses suivantes:

- le compostage améliore les caractéristiques chimiques des déchets;
- l'adjonction du Burkina phosphate (BP) en début de compostage des déchets, permet une meilleure solubilisation du phosphore contenue dans le minerai;
- l'ajout de fertilisant (BP, dolomie, urée) en début de compostage permet de réduire le temps de compostage en aérobie;
- les déchets sont des sources de production de biogaz;
- l'application des composts améliore la production de la laitue.

Ce mémoire se subdivise en trois parties: le premier chapitre fait le point sur l'utilisation des déchets urbains solides en agriculture urbaine et sur le compostage, le deuxième traite de la méthodologie, et enfin le troisième présente les résultats et discussions.

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur les déchets urbains solides (DUS) et leur valorisation en agriculture urbaine et péri urbaine (AUP)

1.1. Concepts d'agriculture urbaine et périurbaine

L'agriculture urbaine peut se définir comme la culture de plantes et l'élevage d'animaux destinés à la consommation alimentaire et à d'autres fins, dans les villes (agriculture intra urbaine) et en périphérie des villes (agriculture périurbaine), le traitement et la commercialisation de ces produits (FAO-ETC/RUAF, 2000)

Pour Mougeot (2000), l'agriculture urbaine se définit comme une industrie placée dans (intra urbain) ou sur le bord «(péri urbain) d'une ville ou d'une métropole qui produit transforme et distribue une gamme diversifiée de produits alimentaires et non alimentaires, employant des ressources humaines et matérielles, des produits et des services existants dans et autour de cette zone urbaine et qui fournit en retour des ressources humaines et matérielles et des produits et des services à cette zone.

Selon Traoré (2000), l'agriculture urbaine peut se définir comme l'ensemble des activités agricoles (maraîchage, petit élevage) menées dans les centres urbains.

1.2. L'agriculture urbaine et périurbaine (AUP): cas de la ville de Ouagadougou

Les principales cultures pratiquées en AUP de la ville de Ouagadougou sont celles pluviales et celles irriguées (principalement les cultures maraîchères). Les travaux de Lompo *et al* (2002) sur l'AUP de la ville de Ouagadougou caractérisent les cultures pluviales par les cultures de céréales (mil, maïs, sorgho) et de légumineuses (Arachide, Niébé, Voandzou). Quant aux cultures maraîchères, ces auteurs ont dénombré 48 sites dont 6 représentent à elles seules 55 % de la superficie. Ce sont:

- Boulmiougou (eaux de barrage)
- Tanghin (eaux de barrage)
- Canal central/hôpital (eaux de puits usées)
- Tannerie (eaux de tannerie)
- Abattoir (eaux d'abattoir)
- BRAKINA (eau de brasserie).

Comme contraintes au développement de cette agriculture on peut citer le manque d'eau d'irrigation de qualité, l'insécurité foncière, les risques encourus dans l'utilisation des déchets urbains solides, etc.

L'utilisation des DUS comme fertilisants des sols a été mis en évidence par plusieurs autres auteurs (Traoré, 2000; Kaboré, 2004; Zongo, 2007).

Les types de déchets urbains utilisés sont les déchets d'abattoir, le fumier, les déchets des ménages. Plusieurs raisons expliquent l'utilisation des DUS par les paysans. Les raisons énumérées par Kaboré (2004) sont entre autre l'augmentation de la fertilité des sols par les DUS, les DUS comme une alternative de lutte contre les mauvaises herbes, le besoin de substituer les résidus végétaux de plus en plus rares.

Les modes d'obtention des déchets sont la collecte gratuite ou l'achat (Zongo, 2007). Cependant, l'achat reste le mode d'acquisition des déchets le plus fréquemment utilisé. (Zongo, 2007). La collecte gratuite se fait au niveau des ménages, des entreprises (ateliers de menuiserie, vendeurs de poulets grillés et rôtis), et dans les décharges publiques. L'achat de DUS se fait au niveau des ménages, de l'abattoir frigorifique et des fermes (Zongo, 2007). Ces déchets sont apportés aux champs soit par épandage direct sans tri au préalable, soit après un tri grossier à l'aide d'un râteau (Kaboré, 2004). L'apport se faisant avant semis suivi d'un labour, ou après semis.

1.3. Concepts et typologie des déchets

Le concept de déchet varie selon les auteurs et les contextes dans lesquels on l'utilise.

Farinet et Niang (2005) qualifient les déchets de rejet solide c'est à dire toute substance ou tout matériau solide que son détenteur ne peut ni valoriser, ni rejeter tel quel dans le milieu extérieur, dans les conditions de lieu et de temps de sa production.

Pour Mustin (1987), le déchet est le résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. C'est aussi toute substance matériau ou produit, ou plus généralement tout objet abandonné ou dont l'usage est destiné à l'abandon.

Selon le code de l'environnement du Burkina Faso, le terme déchet se définit comme des détritiques solides, liquides ou gazeux en provenance des maisons d'habitation ou assimilées, des immeubles, des salles de spectacles, de restauration ou de tout autre établissement recevant du public (Ministère de l'Environnement et de l'Eau du Burkina, 1997).

Aussi bien que les définitions des déchets soient multiples, il existe plusieurs types de classification des déchets. Farinet et Niang (2005), subdivisent les déchets utilisés en agriculture en trois catégories: les déchets urbains, les déchets industriels, les déchets agricoles.

- Les déchets urbains sont des déchets dont la gestion incombe aux municipalités. Il s'agit des déchets de ménages (les ordures ménagères, les déchets de jardinage), des déchets des activités économiques (provenant des commerces, de la petite industrie, du secteur tertiaire), des déchets de nettoyage (issus de l'entretien des voiries, marchés, espaces verts), des déchets d'assainissement (provenant de l'épuration des effluents).
- Les déchets industriels sont des déchets produits par les entreprises industrielles, commerciales et artisanales. Leur élimination incombe aux entreprises elles mêmes. Elles se composent des déchets banals (papiers, cartons, plastiques, verres et fermentescibles); des déchets inertes (constitués de déblais et gravats de démolition, des résidus minéraux d'extraction et de fabrication, de matériaux de constructions); des déchets spéciaux qui sont des déchets industriels pouvant occasionner des nuisances.
- Les déchets agricoles provenant des exploitations d'agriculture et d'élevage et des industries agroalimentaires.

Dans notre étude, seuls les déchets urbains solides sont concernés. Nous regrouperons alors dans le terme «déchet urbain» tous déchets occasionnés par les activités socio économique d'une communauté urbaine.

1.4. Valeur fertilisante des déchets urbains solides

1.4.1. Composition physico chimique des déchets urbains solides

Les déchets urbains solides ont une composition très hétérogène (Traoré, 2000; Kaboré, 2004; Yé, 2007) et cette composition varie en fonction de leurs origines et du temps.

Pour Farinet et Niang (2005), les déchets d'origine animale sont riches en éléments fertilisants alors que les déchets végétaux sont plutôt des précurseurs de l'humus. Ces auteurs donnent la composition de différents déchets: (Tableau I)

Tableau I: Caractérisation de la matière organique de différents déchets

	MST (% brut)	MO (% MST)	C/N	Valeur fertilisante (% MST)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fraction fermentescible des ordures ménagères						
– Essaouira, Maroc	38	68	13	2,6	1,1	–
– moyenne, France	30	85	16	2,5	0,8	1,1
Déchets verts, France	50	73	33	1,1	–	–
Retraits de légumes, France	15	45	14	1,5	–	–
Boue d'épuration déshydratée, France	25	77	8,7	4,7	3,7	0,2
Fumier bovin, France	28	63	19	1,9	1,7	1,8
Fèces de bovins parqués, Sénégal	25	73	20	1,3	0,3	0,6
Fientes de poules pondeuses, Europe	25	77	5,8	6,0	6,4	3,2
Litière de poulets de chair, Europe	56	54	11	3,0	5,0	3,1
Fanes de tomate, Congo	14	85	64	0,1	0,2	0,7
Fanes de courgette, Congo	11	67	12	0,1	0,1	1,3
Déchets de fruits	9	98	42	1,2	0,4	1,6
Déchets de coton	81	93	38	1,1	0,3	1,8
Matières stercoraires, abattoir, Sénégal	17	85	27	1,5	1,0	0,8
Epluchures de manioc, Congo	30	94	67	0,6	1,6	1,1
Pulpe de café, Mexique	14	91	20	1,8	0,5	4,3

Source: Farinet et Niang (2005)

Au Burkina Faso, plusieurs études ont été menées dans le cadre de la caractérisation des déchets urbains solides. Pour Traoré (2000), une grande partie de ces déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou sont récupérables à des fins d'amendements agricoles, ces déchets étant constitués de 86,87% de terreau, de matière organique fraîche et de fines. Savadogo et al (2005) donne un pourcentage de 39% en ce qui concerne la partie fermentescible des déchets de la ville de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso. Traoré (2000) donne un pourcentage de 50 % pour cette fraction fermentescible. Selon Traoré (2000), SEREME (1995), la fraction fermentescible de ces déchets est riche en terre et en cendre. Ces études donnent les compositions physiques suivantes des déchets: (Tableaux II et III)

Tableau II: Composition physique des déchets de la ville de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso

Composantes	Ouagadougou (%)	Bobo-Dioulasso (%)
Fermentescibles	39	39
Textiles	5	5
Composites	3	4
Verres	1	3
Cartons	3	4
Textiles sanitaires	1	2
Combustibles non classés	10	5
Métaux	4	4
Papiers	5	5
Plastiques	9	10
Incombustibles non classés	19	17
Déchets spéciaux	1	4

Source: Savadogo *et al* (2005)

Tableau III: Composition physique des DUS de la ville de Ouagadougou

composantes	Poids (kg)	pourcentage
Déchets bruts	8728,60	100,00
MO et terreau	7582,60	86,87
Déchets domestiques	200,00	2,29
Métal et verre	240,60	2,76
Papier et carton	87,00	0,99
Piles et batteries	16,60	0,19
Déchets biomédicaux	8,00	0,09
Déchets plastiques	321,271	3,69
Autres (objets non classés)	271,90	3,12
Total	8728,60	100,00

Source: Traoré (2000)

Quant à la composition chimique, Traoré (2000), Kaboré (2004), Yé (2007) et Farinet et Niang, (2005) concluent que les déchets urbains solides ont des teneurs faibles en éléments majeurs (N, P, K).

Cependant la composition physico chimique des déchets restent relative car évoluant avec le temps (Kaboré 2004; Yé 2007; Savadogo *et al*, 2005) et en fonction des sites de prélèvement. Kaboré (2004) donne la composition des déchets urbains solides à durée de dépôt différents (Tableau IV).

Tableau IV: Composition chimique de la fraction 0-2 mm de trois types de déchets à durée de dépôt différent

Type de DUS	Carbone g/kg	MO %	N g/kg	C/N	P.total mg/kg	pHeau	pHkcl
DUS 4 mois	57,2	9,9	2,8	21	1334,4	7,1	6,8
DUS 2 mois	90,4	15,6	3,4	27	1963,4	7,2	6,9
DUS frais	123,2	21,2	3,5	35	1659,5	7,5	7

Source: Kaboré (2004); DUS: Déchets Urbains Solides

Savadogo *et al* (2005) proposent ainsi une caractérisation des déchets autant en saisons sèche qu'en saison pluvieuse.

1.42. Effets positifs des déchets sur les caractéristiques des sols

Les effets des déchets sur les caractéristiques physiques, chimiques, et biologiques des sols sont multiples.

Les déchets représentent un gisement de matière organique (Farinet et Niang, 2005). Ce constituant (matière organique) leur confère ainsi plusieurs propriétés amélioratrices des caractéristiques physiques, chimiques, et biologiques des sols. En effet, la matière organique tout en maintenant la stabilité structurale, rend la structure du sol plus perméable à l'eau et à l'air (Soltner, 2003). Elle sert de support et d'aliment à l'activité biologique (Soltner, 2003) et permet le stockage des éléments minéraux qui, sans cela, seraient perdus par lixiviation en raison de la très faible capacité d'adsorption des colloïdes minéraux (Mémento de l'agronome, 2002).

Par ailleurs les déchets seraient une alternative à la correction de l'acidité des sols (Gnankambary *et al*, 2000). Selon ces auteurs, les déchets urbains solides augmentent le pHeau et le pHKCl des sols. Selon Kaboré (2004), cette augmentation serait respectivement de 13% et 21% pour le pHeau et le pHKCl et serait attribuable aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} apportés par les déchets. Kiba (2007) note une acidification du sol par les déchets d'abattoir et une augmentation du pH par les déchets de décharges.

Quant aux effets des déchets sur la teneur en éléments majeurs (N, P, K) des sols, les travaux de Kiba (2007) montrent un effet améliorateur de la teneur en potassium total du sol par les déchets d'abattoir et les déchets de décharges. Ces travaux notent également un effet non améliorateur du stock en azote et en phosphore du sol. Cependant Gnankambary *et al* (2000) notent une augmentation des teneurs en phosphore de 12 et 6 fois respectivement en phosphore total et en phosphore assimilable par les déchets urbains solides. Selon Kaboré (2004), les déchets urbains solides augmentent la teneur en phosphore total du sol de 43% et la teneur en azote de 73%.

1.4.3. Impact des déchets sur le rendement des cultures

Les déchets étant une source de matière organique, ils améliorent les propriétés physiques chimiques et biologiques des sols. Ainsi, en améliorant ces propriétés du sol, les déchets participent de façon directe ou indirecte à l'amélioration des rendements des plantes cultivées. Selon Gnankambary *et al* (2000), les déchets entraînent un accroissement des rendements selon les doses d'apports.

Kaboré (2004), note une amélioration de la croissance en hauteur, de la biomasse aérienne du sorgho par les déchets urbains solides. Ces améliorations n'affectent pas la biomasse racinaire.

Les travaux de Kiba (2007), montrent qu'il n'y a pas d'amélioration de la production du maïs par les déchets d'abattoir et décharges apportés à des fortes doses en absence de fumure minérale.

1.5. Contraintes et risques liés à l'utilisation des déchets urbains solides en agriculture

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

-*Les difficultés de manipulation des déchets* liés aux constituants tels que les sachets plastiques qui sont fortement entremêlés aux autres constituants et rendant leurs tris pénibles pour les producteurs (Traoré, 2000). Aussi il y'a les risques de blessures lors de la manipulation des déchets au contact avec les objets tranchants et pointus contenus dans les déchets tels que les aiguilles, les seringues, les tessons de bouteilles (Traoré, 2000; Bagbila, 2007).

-*La pollution des déchets par les organismes pathogènes*: elle peut être la cause de nombreuses maladies pouvant affecter aussi bien la santé des plantes que la santé humaine.

- *La pollution des déchets par les métaux lourds*: la caractérisation des déchets urbains solides révèle une pollution de ces déchets par les métaux lourds (Bagbila, 2007; Yé, 2007). Gnankambary *et al* (2000) notent une pollution croissante des sols amendés par les métaux lourds en fonction de la dose de déchets apportés. Ces métaux lourds ont des impacts néfastes sur la santé humaine, sur la plante et son environnement. Selon Kozlowski *et al* (2003), les quantités excessives de métaux lourds inhibent la croissance et le développement des plantes et nuisent à la production. Selon Kozlowski *et al*, (2003) les métaux lourds font partie des éléments toxiques qui passent des champs vers les eaux des écosystèmes participant ainsi à leurs pollutions. Selon ce même auteur des quantités importantes de métaux lourds se retrouvent dans la chaîne alimentaire dont les plantes sont l'un des maillons.

-*Les contraintes liés à la proportion des éléments nutritifs*: l'amendement des champs par les déchets peut être la cause d'un dysfonctionnement des plantes dû aux excédents de nutriments (Farinet et Niang, 2005). Il y'a également les contraintes liées au rapport C/N élevé de certains déchets qui peut être la cause d'une immobilisation temporaire de l'azote aux dépens des plantes, et donc d'une baisse de la production lorsque ces déchets sont apportés aux cultures (Kaboré, 2004; Kiba, 2007). Aussi, les déchets représentent une source de matières organiques dont l'apport peut avoir un effet négatif sur les cultures car en favorisant leur croissance en début de cycle par la rétention de l'eau en surface et la minéralisation de l'azote, ils réduisent d'autant la capacité de résistance ultérieure des cultures en cas de stress hydrique prolongé (Farinet et Niang, 2005).

-*Les sachets plastiques*: les sachets plastiques représentent d'énormes risques pour la plante et son environnement. Pour Traoré (2000), ces matières plastiques favorisent le développement

d'un film plastique sur le sol, imperméable à la pénétration de l'eau indispensable à la levée des semis et au développement des plants. Aussi, Yoda (1997), cité par Traoré (2000) note que les sachets plastiques à long terme, gênent l'aération du sol surchauffent les espaces cultivables en cas de manque de pluie.

1.6. Traitements des déchets: Le compostage

1.6.1. Définition

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

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

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

1.6.2. L'importance du compostage

Le compostage comme une solution à la gestion de la matière organique se justifie en plusieurs points:

Selon Francou (2003), le compostage permet de transformer un matériau en fin de vie, le déchet en un produit utilisable le compost dont l'intérêt premier est d'être un amendement organique permettant d'améliorer la fertilité des sols. Aussi, l'utilisation des composts en agriculture permet de lutter contre l'effet de serre additionnel en séquestrant le carbone dans le sol (Houot, 2002 cités par Francou 2003). Cependant selon Zeman *et al*, 2002 cité par Francou (2003), cet effet positif pourrait être contrebalancé par l'émission de gaz à effet de serre durant le compostage. Le compostage en anaérobie de la filière biogaz quant à elle peut être une alternative de lutte contre l'effet de serre additionnel car étant cité par plusieurs auteurs comme un processus permettant de récolter le biogaz produit (Sedego *et al*, 1989; Farinet et Niang, 2005; CIRAD et GRET, 1983).

En outre, le compostage permet une amélioration de la valeur fertilisante des résidus organiques par:

- Une réduction des masses et des volumes par rapport aux déchets initiaux (Francou, 2003; Mustin, 1987) ce qui réduit la quantité de déchets à manipuler lors du transport et de l'épandage dans les champs.
- Une baisse du rapport C/N de la matière organique évitant ainsi l'immobilisation de l'azote qui se manifeste lorsqu'on apporte de la matière organique à C/N élevé au sol (Farinet et Niang, 2005;).
- Une «hygienisation» des matières initiales par destruction des germes pathogènes et des grains de mauvaises herbes (Pfeiffer et Koepf ,1991; Soltner 2003; Farinet et Niang 2005; FAO, 2005). Selon Houot *et al* (2000), les micropolluants organiques sont en partie dégradés au cours du compostage. Attrassi *et al* (2005), note une disparition total des coliformes fécaux à la fin de la maturation des composts. Selon Larbi (2006), l'influence du compostage sur les phytopathogènes ne se limite pas à leur destruction. Pendant le processus une population de microflore antagonistes peut s'y développer, ce qui confère au compost la capacité de protéger les plantes contre les maladies telluriques. Block (1997) cité par Larbi (2006) note une réduction d'environ 80% à 90% de la maladie du gazon de golf «Dollar Spot» causée par le champignon *Sclerotinia honeocarpa* avec l'utilisation d'un compost à base de fumier. Widmeret *et al* (1998) cités par Larbi (2006) ont aussi constaté que l'apport de compost d'ordures ménagères (compost de cuisine) a protégé des boutures d'agrumes contre *Phytophthora nicotinia*.

Cette «hygienisation» est surtout citée en cas de compostage en aérobie (Pfeiffer et Koepf ,1991). Quant au compostage en anaérobie les points de vue divergent. Il permettrait pour certains auteurs la destruction des pathogènes (CIRAD et GRET, 1983). Pour d'autres il ne permet pas une destruction des germes pathogènes et des grains de mauvaises herbes car se déroulant à basse température (FAO, 2005).

1.6.3. Les paramètres d'un bon compostage

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

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

Tableau V: Optimums de compostage

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

Source: Mustin (1987)

Selon Willson (1989), Leclerc (2001) cité par Francou (2003) le rapport C/N optimal se situe entre 25 et 40. Le taux d’humidité se situerait cependant entre 50 et 80 % selon Willson (1989), Richard *et al* (2002) cités par Francou (2003).

1.7. Conclusion

Il en ressort de cette synthèse bibliographique que l’utilisation des déchets urbains solides est une alternative pour pallier à la baisse de la fertilité des sols périurbains. Toutefois, l’utilisation des déchets bruts présente un certain nombre de risques. Aussi, on note que le compostage est bénéfique quant à l’amélioration de la qualité de la matière organique. Le compostage serait donc un moyen pour optimiser l’efficacité agronomique de ces déchets tout en protégeant l’environnement.

L’apport de notre étude reste:

- la production de composts en aérobie comme fertilisants tout en améliorant la qualité des composts par adjonction du Burkina Phosphate, de la dolomie et de l’urée;
- élucider une autre alternative d’utilisation des déchets pour produire un combustible
- lier la qualité des composts à la production maraîchère.

Chapitre II: Présentation des sites de prélèvements des déchets et méthodologie

2.1 Présentation des sites de prélèvements des déchets

Les déchets ont été prélevés au centre d'enfouissement technique de Ouagadougou et à l'abattoir frigorifique de Ouagadougou.

Le centre d'enfouissement technique de Ouagadougou est situé dans l'arrondissement de Nongr-Maassom. Il a une superficie de 70 ha et sa durée de vie est estimée à 20 ans.

Les déchets ménagers produits au niveau des entreprises et ménages sont évacués dans des centres de collectes aménagés dans les différentes zones de la ville avant d'être transportés au centre d'enfouissement. Au niveau du centre, une partie des déchets est acheminée à la plateforme de compostage du centre. Il s'agit des déchets constitués en grande partie de feuilles des plantes et d'herbes. L'autre partie est immédiatement enfouie dans des cellules destinées aux ordures ménagères. C'est sur cette dernière partie qu'a porté notre travail.

L'abattoir frigorifique de Ouagadougou est situé dans le quartier Kossodo de la ville. On y réalise l'abattage du bétail essentiellement constitué de bovins, de caprins, d'ovins, et de porcins.

2.2 Matériels

Les déchets: les déchets qui ont fait l'objet de compostage sont les déchets de décharges (DD) collectés au Centre d'Enfouissement Technique de Ouagadougou (CETO) et les déchets d'abattoir (DA) collectés à l'abattoir frigorifique de Ouagadougou.

Les fertilisants utilisés sont:

- le Burkina Phosphate de Kodjari (BP): voir la composition en annexe 1.
- L'urée (46% de N)
- la dolomie de Tiara: voir la composition en annexe 2.

Le matériel Végétal: Le matériel végétal utilisé pour tester l'efficacité des composts en culture maraîchère est la laitue (*Lactuca sativa*). Il s'agit de la variété Batavia. C'est une variété à grosse pomme ferme résistante à la sécheresse. Le choix de la laitue se justifie par son cycle de production court (60 à 80 jours). Ce choix se justifie aussi par l'importance de sa production en culture maraîchère à Ouagadougou.

2.3 Méthodologie

2.3.1 Caractérisation Physique et chimique des déchets

Cette caractérisation a pour objectif d'évaluer la valeur agronomique des déchets initiaux.

Elle a consisté à des analyses physico chimiques des différents déchets au laboratoire et à une séance de tri des déchets de décharges pour déterminer ses différents composants physiques. L'opération de tri a consisté d'abord à réaliser des échantillons aléatoires de 10 kg au nombre de cinq. Chaque échantillon est ensuite tamisé à 4 mm pour aisément distinguer les éléments constitutants. Chaque échantillon est fractionné en 6 parties dont: le terreau plus la matière organique; les matières plastiques; les piles et les déchets biomédicaux; la ferraille; les verres; et autres (matériaux non classés).

2.3.2 Les techniques de compostage des déchets

Nous avons procédé d'abord à un tri grossier des déchets de décharges pour les débarrasser des éléments indésirables tels que les sachets plastiques les ferrailles les verres et les gravats. Deux procédés de compostage ont été réalisés: le compostage aérobie et le compostage anaérobie. Les différents traitements sont reportés dans le tableau VI.

Tableau VI: Les différents traitements de compostage

	Compostage anaérobie (CAN)	Compostage aérobie (C)
Déchets d'abattoir (DA)	CAN1: DA seul	C1: DA seul
	CAN2: DA+BP (30kg/t de déchet)	C2: DA + BP (15kg/t de déchet)
		C3: DA + BP (30kg/t de déchet)
		C4: DA + BP (45kg/t de déchet)
		C5: DA + dolomie (20kg/t de déchet)
		C6: DA + urée (12kg/t de déchet)
Déchets de décharges (DD)	CAN3: DD seul	C1: DD seul
	CAN4: DD (75%) + DA (25%)	C2: DD 75% + DA 25 %
		C3: DD + DA 25 % + BP (15kg/t déchet)
		C4: DD + DA 25 % + BP (30kg/t déchet)
		C5: DD + DA 25 % + BP (45kg/t déchet)
		C6: DD + DA 25 % + dolomie (20 kg/t de déchet)

2.3.2.1 Le compostage aérobie

-Mise en fosse

Ce type de compostage a été réalisé dans des fosses de 2m³ à fonds étanches aménagées au CREAM/Kamboinsé (annexe 6). Le compostage a duré 63 jours.

Pour les déchets d'abattoir, chaque fosse reçoit 600 kg de déchets disposés en 6 couches de 100 kg. Pour les traitements avec ajout de fertilisants, les 6 couches de déchets sont intercalées par des couches de fertilisants (au nombre de cinq) de telle sorte que la première et la dernière couche dans la fosse soient des couches de déchets.

Pour les déchets de décharges chaque fosse reçoit 600 kg de déchets disposés en 6 couches de 100 kg. La couche de déchets est divisée en deux sous couches : l'une constituée de 75% de déchets de décharges et l'autre de 25 % de déchets d'abattoir utilisés comme inoculum. Les fertilisants apportés constituent des couches intercalaires entre les couches de déchets.

Pour suivre l'évolution des composts, de petits échantillons sont réalisés et emballés dans des toiles moustiquaires plastiques pour chaque traitement. Ces échantillons sont ensuite enfouis dans les fosses. Ces échantillons sont pesés en début et en fin de compostage. Après chaque semaine de compostage, un échantillon est prélevé pour les analyses chimiques.

-Apport d'eau

Les déchets d'abattoir n'ont pas reçu d'eau au départ vu leur teneur en eau très élevée de 84,92 %. Quant aux déchets de décharges ayant un taux d'humidité de 6.52 %, les quantités d'eau de départ apportées sont de 135 litres pour les déchets de décharges seuls et de 90 litres pour le mélange déchets de décharges, déchets d'abattoir. Ces quantités d'eau apportées ont élevé le taux d'humidité à 19,25 % pour les déchets de décharges seuls et de 35.76 % pour le mélange déchets de décharges, déchets d'abattoir. Ces taux d'humidités ne sont pas ceux recommandés pour le compostage qui sont compris entre 50 et 60 % (Mustin, 1987; FNADE, 2002). Mais vu la richesse des déchets de décharges en terre et en cailloux qui élève la masse des déchets, les déchets de décharges se saturent vite avant l'obtention des teneurs en eau recommandées pour le compostage. Les Quantités d'eau apportées au départ ont été déterminées par pression des déchets pendant l'humidification des déchets. Si les déchets mouillent légèrement la main sans couler, on considère que la teneur en eau des déchets est bonne pour le compostage. (SANGARE, 1993; GUENE, 2002). Les quantités totales d'eaux apportées pendant le compostage pour chaque type de traitement sont consignées dans le tableau VII.

Tableau VII: Quantité totale d'eau apportée pendant le compostage aérobie

Types de déchets	DD seuls	DD + DA	DA
Quantité d'eau en 660 litres		525	165

DD: déchets de décharges
DA: déchets d'abattoir

-L'aération des fosses

Pour les déchets de décharges l'aération est maintenue dans les fosses par retournement des déchets tous les 3 jours pendant les deux premières semaines, et ensuite tous les 7 jours jusqu'à la fin du compostage selon la méthodologie adoptée par Savadogo *et al* (2005).

Pour les déchets d'abattoir ayant un taux d'humidité très élevé, un retournement de rabattement a été effectué tous les jours pendant la première semaine selon la méthodologie proposée par Soudi (2001), pour les déchets ayant un taux d'humidité supérieur à 70 %. Les déchets sont ensuite retournés tous les 3 jours pendant les deux semaines suivantes, et tous les 7 jours jusqu'à la fin du compostage selon la méthodologie adoptée par Savadogo *et al* (2005).

2.3.2.2 Compostage anaérobie

Le compostage en anaérobie a été réalisé selon la méthodologie adoptée par Sedego *et al* (1989) dans des cuves aménagées à la station de l'INERA/Saria (annexe 7). La durée du compostage anaérobie est de 63 jours. Les traitements sont présentés dans le tableau VI.

- mise en cuve des déchets

Les quantités de déchets compostés sont notées dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Quantité de déchets compostés en anaérobie (en kg)

Traitements	DD seul	DD + DA	DA seul	DA + BP
Quantité de DD	1736	1302	0	0
Quantité de DA	0	434	1200	1200
Quantité de BP	0	0	0	36

DD: déchets de décharges
DA: déchets d'abattoir

- Humidification des déchets

Les déchets ont été humidifiés jusqu’à saturation pour créer des conditions d’anaérobiose. L’apport d’eau s’est étalé pendant la phase de pré fermentation aérobie pour s’assurer que les déchets sont bien saturés. Le pré fermentation a duré 2 jours et les cuves ont été fermées jusqu’à la fin du compostage .Les quantités d’eau apportées pour chaque traitement sont données dans le tableau IX.

Tableau IX: Quantité d’eau utilisée pour créer les conditions d’anaérobiose

Type de traitement	DD seul	DD + DA	DA seul	DA + BP
Quantité d’eau apportée en litres	1020	630	615	615

DD: déchets de décharges
DA: déchets d’abattoir

2.3.3 Suivi de l’évolution des composts.

Pour le compostage en aérobie, les paramètres de suivis sont le rapport C/N, le pH, le phosphore assimilable et la perte en poids. Pour le compostage en anaérobie le paramètre de suivi est la production de biogaz.

2.3.4 L’évaluation de la valeur fertilisante des composts

L’évaluation a consisté à déterminer quelques propriétés chimiques des composts (pH, Rapport C/N, le phosphore total et assimilable, le taux de matière organique). On a aussi déterminé l’impact des composts sur la productivité de la laitue en vase de végétation.

- Tests en vase de végétation.

On a utilisé un dispositif mono factoriel à 17 traitements. Le sol seul est considéré comme témoin. Tous les composts ont été testés.

On a réalisé une série de 2 prélèvements de plants à 20jours et à 45jours après repiquage pour évaluer le gain en matière sèche. Les plants sont déposés, séchés à l’étuve à 105°C puis pesés pour la détermination de la biomasse aérienne et racinaire. Pour chaque prélèvement on a réalisé 4 répétitions.

Prélèvement de sol: le sol a été prélevé à la station de l'INERA/Kamboinsé à une profondeur de 20 cm pour respecter la profondeur d'enracinement de la laitue qui est comprise entre 15 et 20 cm. Les caractéristiques chimiques du sol de départ sont dans le tableau X

Tableau X: Caractéristiques chimiques du sol de départ

pH eau	Taux de carbone en %	Taux d'azote e g/kg de sol
6.33	3.84	1.1

Application des composts: le sol prélevé est mélangé aux différents composts à la dose de 20 t de composts/ 3000 t de sol (équivalent de 20t/ha). Ces mélanges de sol et de compost ont été mis dans des pots de 2l, humidifiés au 4/9 de la capacité maximale de rétention en eau et binés pour obtenir un bon lit de repiquage. Chaque pot a reçu 2 kg de sol.

Repiquage et entretien de la laitue: les plants ont été repiqués après un séjour de 20 jours en pépinière. Chaque pot reçoit un plant. L'engrais NPK (14-23-14) a été apporté comme engrais statique à la dose de 2g pour tous les traitements à 2 semaines après repiquage. Les plants sont arrosés deux fois par jour. On a effectué une série de binages à intervalle de deux semaines pour décompacter le sol des pots.

2.3.5 Analyses physico chimiques

Les analyses des composts finaux ont été réalisées sur des échantillons composites à partir des prélèvements faits sur 5 points de chaque fosse. Les différents échantillons de déchets de composts et le sol sont broyés et tamisés à 0,5 mm pour les analyses.

-Mesure de la capacité maximale de rétention du sol (CMR).

La mesure de la capacité maximale de rétention du sol consiste à placer un entonnoir sur une éprouvette graduée de 100 cm³, à mettre un papier filtre dans l'entonnoir dans lequel sont placés 100g de terre sèche de l'échantillon à tester. Le papier filtre est préalablement imbibé d'eau afin qu'il ne retienne un certain volume d'eau imputable au 100g de terre. Ensuite, on fait percoler 100cm³ d'eau pendant 24heures durant lesquelles le liquide ne goutte plus à la pointe de l'entonnoir. On lit alors le volume d'eau en cm³ dans l'éprouvette.

La CMR est obtenue par la différence entre le volume d'eau au départ et celui retenu dans l'éprouvette. La valeur de la CMR obtenue pour 100g de terre est de 49,33 ml.

- Détermination des taux d’humidité et de matière sèche

Les taux d’humidité et de matière sèche sont obtenus par séchage à 105 °C pendant 24 heures.
Les taux sont obtenus par les formules suivantes :

$$\text{Taux d'humidité} = \frac{(P_f - P_i)}{P_i} \times 100$$

$$\text{taux de matière sèche} = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

Pi est le poids initial de la prise d’essai et Pf est le poids final de la prise d’essai après séchage.

-Mesure du pH

Le pHeau est déterminé par mesure potentiométrique dans un rapport Sol/Eau de 1/ 2,5 selon les normes Afnor (1981). Le rapport utilisé pour les composts est de 1/5

-Détermination du carbone total

Elle a été faite par la méthode Walkley-Black (1934) pour le sol et qui consiste en une oxydation à froid du carbone du sol avec du bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) 1N en présence de H₂SO₄ concentré. L’excès du bichromate est dosé par du sel de Mohr Fe(SO₄)₂(NH)₂ en présence d’indicateur coloré.
Le carbone des déchets et des composts est obtenu par calcination dans un four à moufle CARBOLITE à 550° C pendant 2 heures. Les taux de matière organique et de carbone sont calculés par les formules suivantes:

$$\text{MO (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

et

$$\text{C (\%)} = \frac{\text{MO (\%)}}{1.724}$$

Pi est le poids initial de la prise d’essai et Pf est le poids final de la prise d’essai après calcination.

-Dosage de l’azote total

La minéralisation de l’azote a été faite selon la méthode de Kjeldhal par attaque acide H₂SO₄ concentré en présence de catalyseur au sélénium et de H₂O₂, ce qui convertit l’azote

organique en sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. L'ion (NH_4^+) ainsi formé est dosé par colorimétrie automatique au SKALAR dont le principe est fondé sur la réaction modifiée de Berthelot: l'ammonium est chloré en chlorure d'ammonium qui réagit avec le salicylate pour former le 5-amminosallylate. Après oxydation par couplage il se forme un complexe vert dont l'absorbance est mesurée à 660 nm.

-Dosage du phosphore total

La minéralisation est identique à celle de l'azote total. Le dosage est fait par colorimétrie automatique au SKALAR. Le molybdate d'ammonium et le potassium antimoine tartrate réagissent en milieu acide avec l'acide ascorbique en formant un complexe coloré en bleu en présence de P dont l'absorbance est mesurée à 880 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de P dans le milieu.

-Dosage du phosphore assimilable

L'extraction du phosphore assimilable est fait selon la méthode Bray I (Bray *et al*, 1945). Cette méthode consiste à extraire les formes de phosphore solubles dans les acides en grande partie celle liée au calcium et une portion liée à l'aluminium et au fer par l'acide chlorhydrique en présence de fluorure d'ammonium. On a utilisé le rapport prise d'essai/solution d'extraction de 1/25 pour les déchets de décharges et 1/250 pour les déchets d'abattoir. Les filtrats obtenus sont alors analysés par le Skalar. La densité optique des filtrats est fonction de la concentration en ions phosphore initialement présents.

2.3.6. Analyse statistique

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel COSTAT. Les moyennes ont été comparées avec les tests de Student-Newman au seuil de 5 %. Les graphes ont été réalisés avec le logiciel Excel.

Chapitre III: Résultats et discussions

3.1 Composition physico-chimique des déchets

3.1.1 Résultats

Les résultats du tableau XI montrent que les déchets de décharges ont une composition hétérogène avec un taux en matière fermentescible de 49.8%. On note la présence d'éléments indésirables tels que la matière plastique, les piles, les déchets biomédicaux, les verres et métaux.

Le tableau XII montre que les déchets d'abattoir ont un pH acide (5,85) tandis que les déchets de décharges ont un pH basique (8,19).Quant aux taux en matières organiques et en éléments fertilisants (azote et phosphore) les déchets d'abattoir sont plus riches que les déchets de décharge. Les déchets d'abattoir ont un rapport C/N de 24 et les déchets de décharges ont un rapport C/N de 18.

Tableau XI: Composition physique des déchets de décharges

Composantes	Proportion (%)
Matière organique fraîche + terreau	49,8
Matières plastiques	5,27
Piles et déchets biomédicaux	0,17
Métaux	0,65
Verres	0,93
Autres (gravier, matériel synthétique....)	43,18
Total	100

Tableau XII: Composition chimique moyenne des déchets de décharges et des déchets d'abattoir

Type de déchet	pHeau	MO en %	carbone en g/kg	N en g/kg	Rapport C/N	P totale en mg/kg	P assimilable en mg/kg
DD	8,19	12,57	72,9	4,08	18	890,16	140,33
DA	5,85	89,68	520,16	21,42	24	1909,49	418,01

3.1.2 Discussion

Les matières fermentescibles représentent 50% de la totalité des DD étudiés. Ce pourcentage est inférieur à celui trouvé par Traoré (2000) qui est de 87%. Bilgo (1992) estiment à plus de 50% la fraction des déchets pouvant être transformée en compost. Savadogo *et al*, (2005) ont trouvé un pourcentage en matières fermentescibles de 39% pour les DUS de la ville de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso. Ces différences pourraient s'expliquer par les méthodes de tri utilisées, les lieux et les périodes d'échantillonnage des déchets. En effet, Kaboré (2004) et Yé (2007) ont montré que la composition des DUS évolue avec le temps et est fonction des lieux de collecte.

La présence de matières indésirables tels que la matière plastique, les piles, les déchets biomédicaux, les verres et métaux a été mise en évidence par des études antérieures (Traoré, 2000; Savadogo *et al*, 2005). Ces éléments sont pénalisant car ils contribuent à réduire la qualité des composts. Traoré (2000) a noté l'effet négatif des sachets plastiques sur l'aération du sol. Aussi, les piles et les déchets biomédicaux sont des sources de métaux lourds (Lompo *et al*, 2002).

Un tri des DD avant compostage pour réduire la proportion des matières indésirables serait une alternative pour améliorer la qualité des composts.

L'analyse chimique des déchets montre que les déchets de décharges et d'abattoir ont des pH respectifs de 8,19 et 5,85. Ces pH sont optimaux pour le compostage si on considère la gamme de pH fixé par Mustin (1987) pour un bon compostage compris entre 6 et 8. Les déchets d'abattoir sont plus riches que les déchets de décharges en matière organique en azote et en phosphore. L'adjonction de déchets d'abattoir aux déchets de décharges pourrait améliorer le compostage de ces derniers, car les déchets d'abattoir sont riches en éléments nutritifs pouvant favoriser le développement des microorganismes. Les déchets d'abattoir ont un rapport C/N élevé de 24. Il sera nécessaire de les composter pour abaisser ce rapport. Les déchets de décharges quant à eux ont un rapport C/N de 18 qui n'est pas très élevé. Cependant leur compostage pourrait permettre de les débarrasser de certains germes pathogènes et d'abaisser d'avantage leur rapport C/N.

3.1.3. Conclusion

Les déchets de décharges sont hétérogènes et leur tri avant compostage permet de réduire le taux de matières indésirables telles que les sachets plastiques, les piles, les ferrailles. Le compostage permettra de réduire le rapport C/N des déchets d'abattoir et de décharges. Les déchets d'abattoir sont plus riches que les déchets de décharges en matière organique, en

azote et en phosphore et pourraient servir d'inoculum pour accélérer la décomposition des déchets de décharges.

3.2. Evolution des composts d’abattoir et de décharges en aérobie

3.2.1. Résultats

3.2.1.1. Influence du compostage sur le poids des déchets d’abattoir et de décharges

La perte en poids est déterminée en pourcentage du poids sec initial.

Pour les déchets d’abattoir le tableau XIII montre une perte en poids au cours du compostage en moyenne de 35% après 56 jours de compostage. Les déchets compostés seuls ont une perte en poids de 43,49% plus élevée que celui des déchets compostés avec ajout de dolomie (39,06%), du Burkina Phosphate (22 à 36% selon la dose) et de l’urée (32,43%). Aussi, on note que plus la dose de Burkina Phosphate (BP) est élevée, moins le poids des déchets d’abattoir diminue.

Tableau XIII: Perte en poids des déchets d’abattoir après 56 jours de compostage

Traitements	Poids initial en kg	Poids final en kg	Perte en poids en %
C1	0,16	0,09	43,49
C2	0,17	0,11	35,67
C3	0,19	0,12	35,00
C4	0,20	0,16	22,48
C5	0,18	0,11	39,06
C6	0,17	0,11	32,43

NB: Le rapport C/N des déchets d’abattoir initial est de 24. Les traitements C1, C2, C3, C4, C5, C6 représentent respectivement

C1: les déchets d’abattoir compostés seuls, C2: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C3: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C4: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C5: les déchets d’abattoir plus la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet, C6:les déchets d’abattoirs plus l’urée à la dose de 12 kg/t de déchet.

Pour les déchets de décharges, les résultats (Tableau XIV) montrent une perte en poids de 7% en moyenne. L’adjonction de la dolomie et du BP a accrue la perte en poids des déchets de

décharges inoculés (déchets de décharges plus déchets d’abattoir). La dose de 45 kg/ t de déchets est la dose de BP qui a induit la plus grande perte en matière sèche.

Tableau XIV: Perte en poids des déchets de décharges après 56 jours de compostage

Traitements	Poids initial en kg	Poids final en kg	Perte en poids en %
C1	0,93	0,90	3,87
C2	0,74	0,70	4,85
C3	0,75	0,69	8,09
C4	0,77	0,72	6,79
C5	0,78	0,68	12,68
C6	0,76	0.71	6,51

NB : Le rapport C/N des déchets d’abattoir qui ont servi d’inoculum est de 22 et celui des déchets de décharges initiaux est de 17.

C1: déchets de décharge compostés seuls, C2: les déchets de décharges avec inoculation de déchets d’abattoir, C3: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C4: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C5: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C6: les déchets de décharges inoculés plus de la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet.

3.2.1.2 Influence de la durée de compostage sur l’évolution du pH

Concernant les déchets d’abattoir, les résultat (Figure 1) indique une augmentation du pH en début de compostage suivie d’une baisse du pH quel que soit le traitement au cours du compostage. L’apport de dolomie a induit augmentation du pH des déchets d’abattoir.

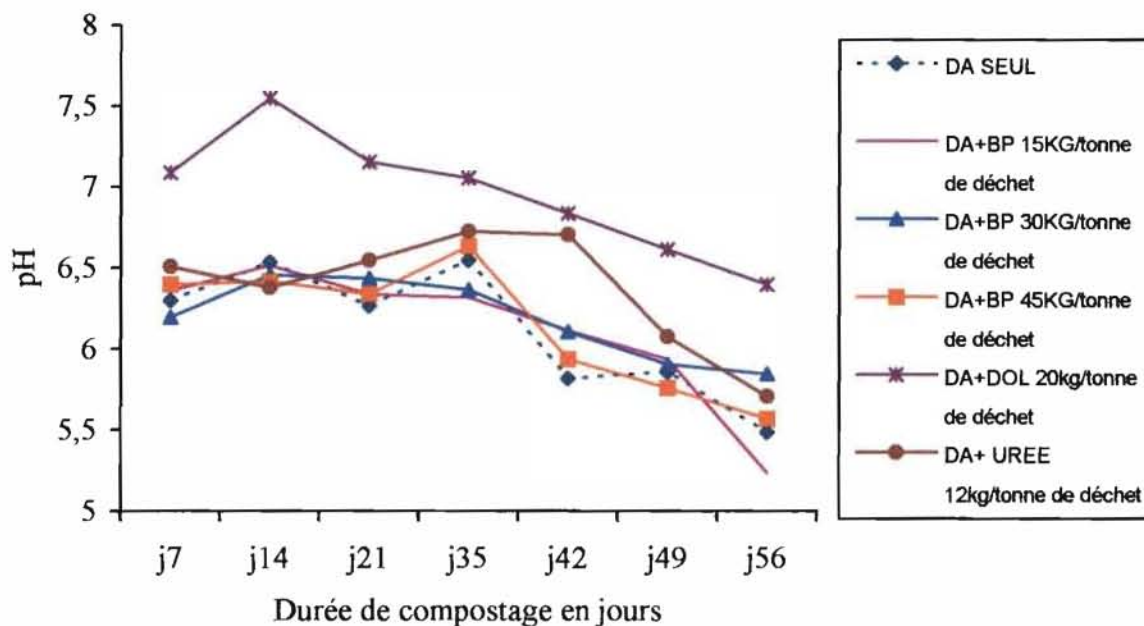


Figure 1: Evolution du pH des déchets d'abattoir au cours du compostage

(pH initial des déchets d'abattoir : 5,85)

Concernant les déchets de décharges, la figure (2) montre une fluctuation du pH au cours du temps pour tous les traitements. Les valeurs de pH sont basiques et comprises entre 7 et 8,5.

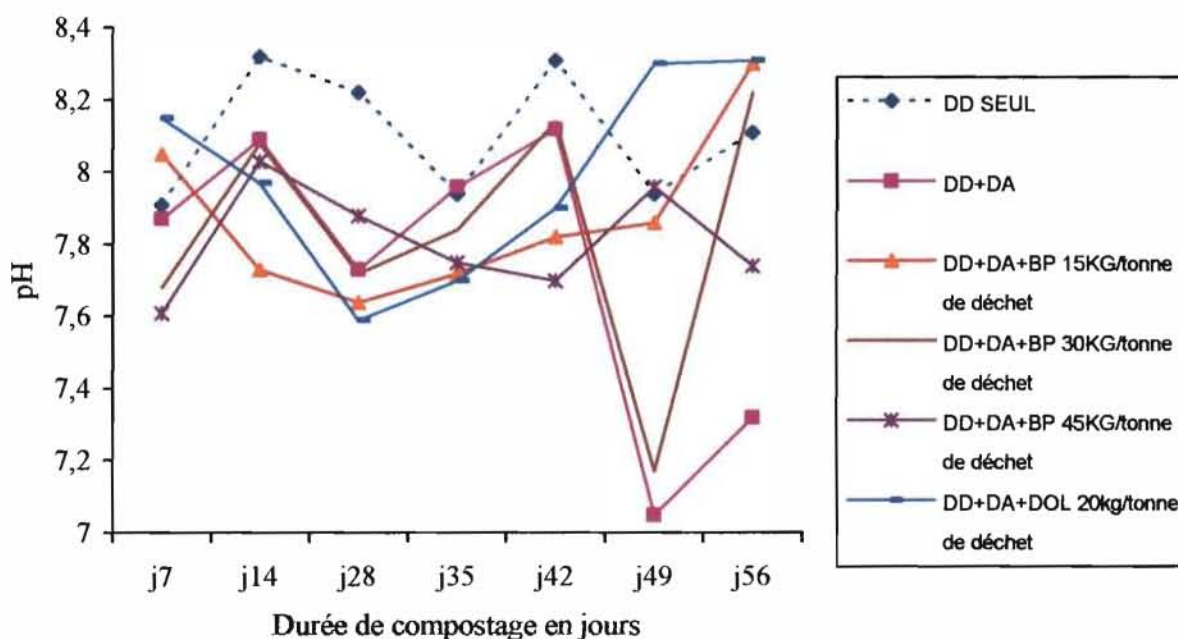


Figure 2: Evolution du pH des déchets de décharges au cours du compostage

(pH initiaux : 5,85 pour les déchets d'abattoir et 8,19 pour les déchets de décharges.)

3.2.1.3 Influence de la durée de compostage sur l'évolution du rapport C/N des déchets

Concernant les déchets d'abattoir (Tableau XV), on enregistre une baisse du rapport C/N au cours du compostage pour tous les traitements. Après 56 jours de compostage on note une baisse du rapport C/N de 40% en moyenne. Cette baisse est beaucoup plus marquée pour les traitements avec adjonction de Burkina Phosphate et de dolomie. La dose de BP ayant le plus baissé le rapport C/N est celle de 30 kg/t de déchet. Les traitements avec adjonction de l'urée enregistrent une baisse de 21% inférieure à celle des déchets compostés seuls.

Tableau XV: Evolution du rapport C/N au cours du compostage des déchets d'abattoir

Traitements	j7	j14	j21	j35	j42	j49	j56
C1	22	22	16	15	14	15	14
C2	21	19	17	13	12	12	13
C3	22	22	18	12	12	12	11
C4	19	21	17	15	15	13	16
C5	20	22	15	15	11	12	13
C6	23	23	23	22	23	18	19

NB : Le rapport C/N des déchets d'abattoir initial est de 24. Les traitements C1, C2, C3, C4, C5, C6 représentent respectivement C1: les déchets d'abattoir compostés seuls, C2: les déchets d'abattoir plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C3: les déchets d'abattoir plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C4: les déchets d'abattoir plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C5: les déchets d'abattoir plus la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet, C6:les déchets d'abattoir plus l'urée à la dose de 12 kg/t de déchet.

Concernant les déchets de décharges, les résultats (Tableau XVI) montrent une fluctuation des rapports C/N au cours du temps pour tous les traitements. Toutefois, quand on compare le rapport C/N des déchets de départ mis à composter (17 pour les déchets de décharges et 22 pour les déchets d'abattoir) à celui des composts de 56 jours, on note une légère baisse en moyenne de 11 %.

Tableau XVI: Evolution du rapport C/N au cours du compostage des déchets de décharges

Traitements	j14	j28	j35	j42	j49	j56
C1	15	14	14	15	14	16
C2	21	19	22	17	15	17
C3	15	13	14	16	14	15
C4	20	13	19	13	10	15
C5	21	14	19	-	10	16
C6	18	17	18	19	12	-

NB : Le rapport C/N des déchets d’abattoir qui ont servi d’inoculum est de 22 et celui des déchets de décharges initiaux est de 17.

C1: déchets de décharge compostés seuls, C2: les déchets de décharges avec inoculation de déchets d’abattoir, C3: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C4: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C5: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C6: les déchets de décharges inoculés plus de la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet.

3.2.1.4 Influence du compostage sur l’assimilabilité du phosphore des déchets

Concernant les déchets d’abattoir (Tableau XVII), on enregistre en général une augmentation du taux en phosphore assimilable des déchets au cours du compostage même sans adjonction de Burkina phosphate. Après 56 jours de compostage, on note une augmentation du taux de phosphore assimilable de 332% en moyenne par rapport aux déchets initiaux. Toutefois les composts avec adjonction de la dolomie ont le taux en phosphore assimilable le moins élevé .Ces composts ont 2 fois moins de phosphore que les composts de déchets seuls. Durant tout le compostage les traitements avec adjonction de l’urée ont un taux en phosphore assimilable plus élevé que celui des déchets compostés seuls. Après 56 jours de compostage, ces composts avec adjonction d’urée ont 10% plus de phosphore que les composts de déchets seuls.

Après 56 jours de compostage, la dose de 45 kg BP/t de déchets a induit une valeur en phosphore assimilable plus élevée que celui des déchets compostés seuls. Les doses 15 kg BP/t dose et de 30 kg BP/t de déchets ont induit des taux en phosphore assimilable moins élevés que ceux des déchets compostés seuls.

Tableau XVII: Evolution du phosphore assimilable (mg/kg) au cours du compostage des déchets d’abattoir en fonction des traitements

Traitements	j7	j14	j21	j35	j42	j49	j56
c1	560,76	972,68	778,84	609,22	1040,51	1182,04	1370,74
c2	924,22	1311,91	1093,84	972,68	1205,63	1182,04	1323,57
c3	1311,91	1772,29	1457,30	1481,53	733,87	1347,15	1252,80
c4	1214,99	1626,91	1481,53	1559,45	1158,45	1630,21	1606, 62
c5	633,46	803,07	730,38	733,87	427,23	615,93	710,28
c6	996,91	1093,84	1384,60	1630,21	1488,68	1299,98	1512,27

NB: Le taux en phosphore assimilable des déchets d’abattoirs initiaux est de 300,27 mg/kg

CI: les déchets d’abattoir compostés seuls, C2: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C3: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C4: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C5: les déchets d’abattoir plus la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet, C6: les déchets d’abattoir plus l’urée à la dose de 12 kg/t de déchet.

Quant aux déchets de décharges (Tableau XVIII), on note une fluctuation du taux de phosphore assimilable au cours du compostage. Toutefois, en comparant le taux du phosphore assimilable des déchets initiaux à celui des composts après 56 jours de compostage, on note une baisse du taux du phosphore pour tous les traitements de 31% en moyenne.

Tableau XVIII: Evolution du phosphore assimilable (mg/kg) au cours du compostage des déchets de décharges en fonction des traitements

Traitements	j7	j14	j28	j35	j42	j49	j56
C1	138,5	128,8	128,8	120,6	120,6	132,4	119,3
C2	138,5	97,3	104,5	111,1	118,2	111,1	104,4
C3	128,8	107,0	116,7	111,1	125,3	99,3	89,5
C4	136,0	119,1	102,1	108,8	104,1	115,8	99,4
C5	148,2	140,9	133,6	122,9	134,7	125,3	126,7
C6	128,8	128,8	128,8	118,2	132,4	120,6	126,7

NB: Le taux en phosphore assimilable des déchets de décharges initiaux est de 121.7 mg/kg. Celui du mélange déchet de décharges, déchets d'abattoir est de 172.55 mg/kg

C1: déchets de décharge compostés seuls. C2: les déchets de décharges avec inoculation de déchets d'abattoir, C3: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C4: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet,

C5: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C6: les déchets de décharges inoculés plus de la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet.

3.2.2 Discussion

Les résultats indiquent une perte en poids des déchets pendant le compostage. Mustin (1987) explique la perte en poids des déchets lors des compostages par la décomposition de la matière organique de ces déchets. La perte en poids permet de réduire les quantités des déchets à manipuler au champ réduisant ainsi les coûts de transport et d'épandage des déchets.

Pour les déchets d'abattoir, les données montrent une perte en poids de 35% en moyenne après 56 jours de compostage. Ces données sont similaires à celles (20 et 54%) obtenues par Bazié (1984) lors du compostage de la litière. Les doses de BP dans nos conditions d'étude n'induisent pas une perte en poids plus élevée que celui des déchets bruts compostés. Bonzi (1989) a observé les mêmes résultats avec des doses très élevés de BP (100 kg /t de litières). Les pertes en poids moins élevées que celui des déchets compostés seuls pourraient s'expliquer par le fait que la minéralisation au cours du compostage concerne la matière organique des déchets. Le poids du BP n'évolue pas car ayant un taux en matière organique négligeable. Il en de même pour la dolomie.

Concernant les déchets de décharge, leur perte en poids en générale basse est d'environ 7%. Ces résultats sont proche de ceux de Guene (2002) qui a obtenu des pertes d'environ 14%

avec les DUS de la ville de Ouagadougou. Le taux faible en matière organique de départ des déchets de décharges pourrait expliquer ces faibles baisses de poids. La dolomie et le BP ont induit des pertes en poids plus élevées que celles des déchets de décharges inoculés (c'est-à-dire déchets de décharges plus les déchets d'abattoir) compostés seuls. Ils ont donc amélioré la décomposition des déchets. Ces fertilisants ont certainement amélioré la nutrition des microorganismes qui se sont proliférés.

On a observé en général une baisse du pH des déchets d'abattoir au cours du compostage. Selon Bertoldi (1983) et Francou (2003), l'acidification des composts est imputable à une oxydation incomplète de la matière organique conduisant à la production d'acides gras organiques en conditions d'anaérobiose. Des zones d'anaérobiose seraient apparues dans les fosses compostières au cours du compostage des déchets d'abattoir. L'apparition de ces zones pourrait s'expliquer par la texture pâteuse des déchets d'abattoir.

La dolomie a relevé le pH des composts. Cela est certainement lié aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} contenus dans la dolomie. Sedego *et al* (1988), ont montré l'effet de la dolomie sur le relèvement du pH. L'acidité des composts des déchets d'abattoir peut ne pas être intéressante pour les sols du Burkina qui connaissent un phénomène d'acidification après leur mise en culture.

Le pH de déchets de décharges fluctue entre 7 et 8.5 mais reste basique tout au long du compostage. Cela pourrait être intéressant pour les sols du Burkina qui ont tendance à s'acidifier lorsqu'ils sont mis en culture.

Le rapport initial C/N des déchets d'abattoir qui est de 24, baisse au cours du compostage. Cette baisse est de 40% en moyenne après 56 jours de compostage. La baisse du rapport C/N indique l'état de décomposition des déchets. En tenant compte de la loi Suisse (Morel et al 1979) qui considère qu'un compost est mûr lorsque son rapport C/N est inférieur ou égal à 19, on peut conclure que tous les traitements aboutissent après 56 jours de compostage à un compost mûr. Toutefois selon Pieri (1989), la matière organique bien décomposée a un rapport C/N voisin de 10.

L'apport d'urée a ralenti la décomposition des déchets d'abattoir d'où un rapport C/N plus élevé que celui des déchets d'abattoir composté seuls. Selon Koepf (1991), l'adjonction d'azote chimique peut retarder ou même inhiber temporairement la fermentation des substrats. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les microorganismes se sont nourris de l'azote de l'urée au détriment de la matière organique des déchets.

L'adjonction de la dolomie et des différentes doses de BP ont favorisé la décomposition des substrats d'où un rapport C/N plus bas que celui des déchets d'abattoir compostés seuls. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Bonzi (1989) et Segda (2001). Ces auteurs ont noté que les substrats compostés avec du BP voient leur rapport C/N s'abaisser plus que les substrats compostés seuls. La dolomie et le BP amélioreraient la prolifération des microorganismes. Dans notre cas, la dose de BP ayant entraîné une baisse importante du rapport C/N est celle de 30 kg/t de déchets.

Quant aux déchets de décharges, la fluctuation du rapport C/N peut s'expliquer par le fait qu'ils sont très hétérogènes ce qui rend leurs analyses difficiles. Des analyses sur de grandes quantités de composts pourraient mieux les caractériser. Toute fois on peut noter une légère baisse du rapport C/N de 11% en moyenne après 56 jours de compostage. Ce qui, en plus de la perte en poids témoigne d'une décomposition de ces substrats.

Le compostage a eu un effet améliorateur sur le phosphore assimilable des déchets d'abattoir. Les travaux de Bonzi (1989) ont également montré un effet améliorateur du compostage sur la solubilité du phosphore des litières. L'adjonction d'urée a amélioré le taux de phosphore assimilable des déchets d'abattoir. La dolomie a un effet négatif sur l'assimilabilité du phosphore des déchets. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Lompo (1993). Cet auteur a noté une baisse du phosphore assimilable du sol suite à l'apport de la dolomie. Cette baisse du phosphore assimilable peut s'expliquer par l'effet chaulant de la dolomie. En effet, Guivarch (2001) a noté que le calcium réduisait la phyto disponibilité du phosphore. Les composts de déchets seuls ont un taux en phosphore assimilable plus élevé que celui des composts avec adjonction de 15 kg de BP/t de déchets. Le compostage n'a donc pas eu d'effet notable sur la solubilisation du BP. Lompo (1993) a noté également des résultats similaires quant à la solubilisation du BP par compostage. Le compostage n'a pas amélioré l'assimilabilité du phosphore des déchets de décharges même avec l'adjonction du BP. Cela pourrait s'expliquer par la richesse de ces déchets en calcium.

3.2.3 Conclusion

Le compostage aérobie des déchets permet d'abaisser leurs poids de 35% pour les déchets d'abattoir et de 7% pour les déchets de décharges. Cela diminue la quantité des déchets à manipuler au champ par les agriculteurs diminuant ainsi les coûts de transport et d'épandage de ces déchets.

Le compostage aérobie des déchets d’abattoir est une pratique à promouvoir car augmentant le taux de phosphore assimilable de ces déchets de 332%. Il permet d’abaisser leur rapport C/N de 40%. Toute fois le pH acide des composts d’abattoir est à corriger.

Avec les déchets de décharges, même si on note une légère baisse du rapport C/N de 11 % après 56 jours de compostage, il sera nécessaire de refaire des analyses sur de grandes quantités de composts pour mieux les caractériser. L’adjonction de BP, de dolomie en début de compostage améliore la décomposition des déchets de décharges et des déchets d’abattoir. Le BP et la dolomie peuvent être utilisés pour accélérer la décomposition des déchets. Toutefois, l’adjonction de BP en début de compostage des déchets n’est pas une alternative pour rendre assimilable le phosphore du minéral. Aussi la dolomie contribue à diminuer le taux de phosphore assimilable des composts.

3.3 Production de biogaz pendant le compostage anaérobie

3.3.1 Résultat

La production de biogaz en fonction du type de déchet et du type de traitement est donnée dans le tableau (XIX). On enregistre une production importante de biogaz avec les DA comparés aux DD. La production moyenne journalière de biogaz est de 2,21 l/ kg de MS pour les DA et de 1,92 l/kg de MS pour les traitement DA + BP. L’ajout de BP au DA a entraîné une baisse de la production journalière de biogaz de 0.3 l/kg de MS.

Tableau XIX: Production de biogaz au cours du compostage anaérobie

Traitements	Production totale en l/ t de MS	Production moyenne journalière en l/ kg de MS
DD seul	413,48	0,01
DD + DA	4215,02	0,07
DA seul	139417,55	2,21
DA + BP	120849,91	1,91

NB: DD= déchets de décharges, DA = Déchets d’abattoir, BP: Burkina Phosphate

3.3.2. Discussion

La production de biogaz au cours du compostage traduit une décomposition de la matière organique des différents substrats par des microorganismes anaérobiques. Le compostage anaérobie est un processus de décomposition conduisant à la libération de gaz tels que le gaz carbonique, le méthane... (CIRAD et GRET, 1983; FAO, 2005; Sedogo, 1989).

La production moyenne journalière de biogaz est de 2,21 l/ kg de MS pour les DA et de 1,92 l/kg de MS pour les traitement DA + BP. Ces quantités sont supérieures à celle obtenue par Lompo (1983) qui est de 1,28 l/kg MS avec un mélange de paille de sorgho et de bouse de vache. Elles sont supérieures à celle obtenue et estimée satisfaisante par Sedogo *et al.* (1989) qui est de 1,6 l/kg de MS avec le mélange paille- sorgho. Les DA se prêtent donc à la production de biogaz et l'ajout de BP n'améliore pas cette production.

Les Déchets de décharges quant à eux produisent de faibles quantités de biogaz. Ces quantités sont très infimes par rapport à celles obtenues par Lompo (1983), Sedogo *et al.* (1989). Cela pourrait s'expliquer par leurs caractéristiques de départ, marquées par une teneur faible en matière organique.

3.3.3. Conclusion

Les déchets d'abattoir se prêtent à la production de biogaz. Ils ont une production moyenne journalière de 2,21 l/ kg de matière sèche. La valorisation de ce biogaz produit augmentera les sources d'énergie du Burkina. Ce biogaz sera une alternative pour pallier au coût élevé de l'énergie. Ce type d'énergie est à promouvoir car étant une source d'énergie permanente, économique pour les ménages et entreprises agricoles, et permettant d'assainir l'environnement. Les déchets de décharges quant à eux ne se prêtent pas à la production de biogaz.

3.4. Valeur agronomique des différents composts

3.4.1. Résultats

3.4.1.1. Caractéristiques chimique des composts d’abattoir

Les résultats sont présentés dans le tableau XX. Les résultats montrent que les composts d’abattoir ont un taux élevé en matière organique représentant plus de 50% de la matière sèche totale. Quant aux teneurs en azote elle est en moyenne de 21,65 g/kg soit 2,17 % de la matière sèche totale. Le taux en phosphore assimilable des composts est de 1288,67 mg/kg soit 0,13% de la matière sèche totale. Les teneurs en azote et en phosphore assimilable sont inférieures à 3% pour tous les composts. Ces composts sont plutôt des amendements organiques que des engrais organiques. En effet selon Farinet et Niang (2005) les engrais organiques ont des teneurs en l’un des éléments majeurs supérieures à 3%. Toutefois la présence d’azote et de phosphore assimilable pourrait contribuer à la nutrition des plantes. Les composts obtenus en aérobiose ont un rapport C/N inférieur à 19 et selon les normes suisses (Morel et al, 1979) ces composts sont mûr. Les composts obtenus en anaérobiose ont un rapport C/N supérieur à 19. Leur emploi pourrait avoir des effets dépressifs sur la laitue.

Tableau XX: Caractéristiques chimiques des composts d’abattoir

Traitements	MO (%)	C (g/ kg)	N (g/kg)	C/N	Pt (mg/kg)	Pass (mg/kg)	pH eau
C1	74,73	433,48	25,31	17	2920,12	1465,28	5,28
C2	62,02	359,75	25,31	14	13347,16	1217,41	5,58
C3	59,39	344,49	23,45	15	21807,68	1564,43	5,49
C4	54,74	317,50	21,60	15	38917,07	1638,80	5,40
C5	53,73	311,68	25,31	12	2920,12	796,02	6,41
C6	78,25	453,89	26,24	17	2759,70	1564,43	6,12
CAN1	55,09	319,53	13,00	25	2085,93	944,74	7,18
CAN2	68,51	397,38	13,00	31	9579,43	1118,26	7,47

C1: les déchets d’abattoir compostés seuls, C2: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C3: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C4: les déchets d’abattoir plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C5: les déchets d’abattoir plus la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet, C6: les déchets d’abattoir plus l’urée à la dose de 12 kg/t de déchet. CAN1: compost anaérobie DA seul, CAN2: compost anaérobie DA + BP.

3.4.1.2. Influence des composts d’abattoir sur la production de la laitue

Les résultats sont présentés dans le tableau XXI.

L’analyse statistique des données de la biomasse aérienne de la laitue à 20 jar, ne montre pas une différence significative ($p<0,05$) entre les différents traitements. Toutefois, on note une légère augmentation de la production suite à l’apport des composts.

A 45 jar, l’analyse statistique montre que les déchets compostés seuls en condition d’aérobiose et d’anaérobiose (C1 et CAN1), ont significativement amélioré la production de la laitue. Ils induisent une augmentation de 49% de la production aérienne. Les autres composts enrichis au BP, à la dolomie et à l’urée n’ont pas amélioré de façon significative la production de la laitue. Concernant la biomasse racinaire, il n’y a pas de différence statistiquement significative entre les traitements en 20 jars et 45 jar.

Tableau XXI: Influence des composts d’abattoir sur la production de matière sèche de la laitue

Traitements	Biomasse aérienne 20 jar en g	Biomasse aérienne 45 jar en g	Biomasse racinaire 20 jar en g	Biomasse racinaire 45 jar en g
Témoin	0,06 a	0,49 ab	0,07 a	0,21 a
C1	0,15 a	0,74 a	0,13 a	0,36 a
C2	0,15 a	0,27 ab	0,13 a	0,43 a
C3	0,25 a	0,25 ab	0,19 a	0,40 a
C4	0,36 a	0,22 ab	0,24 a	0,17 a
C5	0,38 a	0,53 ab	0,18 a	0,54 a
C6	0,25 a	0,48 ab	0,14 a	0,45 a
CAN1	0,36 a	0,72 a	0,18 a	0,31 a
CAN2	0,21 a	0,16 b	0,15 a	0,30 a
Probabilité	0,5708	0,0057	0,6013	0,0959
Signification	NS	HS	NS	NS

Les moyennes affectées d’une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différent au seuil de 5 % selon la méthode Student-Newman-Keuls NS: non significatif, HS: hautement significatif. Jar: jours après repiquage. C1: les déchets d’abattoir compostés seuls, C2: les déchets d’abattoir plus 15kg de BP/t de déchet, C3: les déchets d’abattoir plus 30kg de BP/t de déchet, C4: les déchets d’abattoir plus 45 kg de BP/t de déchet, C5: les déchets d’abattoir plus 20 kg de dolomie /t de déchet, C6: les déchets d’abattoir plus 12 kg d’urée /t de déchet. CAN1: compost anaérobie DA seul, CAN2: compost anaérobie DA + BP.

3.4.1.3. Caractéristiques chimiques des composts de décharges

Les résultats sont présentés dans le tableau XXII.

Les résultats montrent que les composts de décharges ont un taux en matière organique de 14 % en moyenne. Ces composts ont des teneurs en azote de 6,30 g/kg soit 0,63 % de la matière sèche total. Ils ont une teneur en phosphore assimilable de 112,14 mg/kg soit 0.011 % de la matière sèche total. Vu ces teneurs, les composts de décharges ne peuvent pas être considérés comme des engrais organiques. Toutefois, vu la présence de matière organique et des éléments fertilisants ces composts peuvent participer à la nutrition des plantes.

Tableau XXII: Caractéristiques chimiques des composts de décharges

Traitements	MO (%)	C (g/ kg)	N (g/kg)	C/N	Pt (mg/kg)	Pass (mg/kg)	pH eau
C1	11,37	65,94	4,92	13	834,71	124,22	8,14
C2	15,29	88,67	9,55	9	995,13	92,00	8,03
C3	15,32	88,86	7,70	12	4845,11	96,95	7,48
C4	15,06	87,37	4,92	18	6930,52	96,95	8,09
C5	14,07	81,61	6,77	12	9336,76	114,30	8,3
C6	14,08	81,69	5,84	14	995,13	119,26	8,31
CAN1	12,02	69.71	4,51	15	969,87	131,66	8,36
CAN2	13,67	79.27	6,21	13	1129,31	121,74	7,98

C1: déchets de décharge compostés seuls, C2: les déchets de décharges avec inoculation de déchets d’abattoir, C3: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C4: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C5: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C6: les déchets de décharges inoculés plus de la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet. CAN1: composts anaérobie DD seul, CAN2: composts anaérobie DD + DA

3.4.1.4. Influence des composts de décharges sur la production de la laitue

Le tableau XXIII résume l’influence des composts de décharges sur la production de la laitue. Il montre que les composts de décharges n’ont pas amélioré de façon significative la production de la laitue.

Tableau XXIII: Influence des composts de décharges sur la production de matière sèche de la laitue

Traitements	Biomasse	Biomasse	Biomasse	Biomasse
	aérienne	aérienne	racinaire	racinaire
	20 jar en g	45 jar en g	20 jar en g	45 jar en g
Témoin	0,07 a	0,49 a	0,07 a	0,21 a
C1	0,16 a	0,57 a	0,18 a	0,51 a
C2	0,19 a	0,77 a	0,25 a	0,35 a
C3	0,48 a	0,57 a	0,21 a	0,39 a
C4	0,35 a	0,57 a	0,16 a	0,49 a
C5	0,39 a	0,77 a	0,15 a	0,41 a
C6	0,31 a	0,69 a	0,21 a	0,54 a
CAN1	0,17 a	0,84 a	0,13 a	0,19 a
CAN2	0,39 a	0,84 a	0,25 a	0,61 a
Probabilité	0,3494	0,8921	0,3630	0,1222
Signification	NS	NS	NS	NS

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différent au seuil de 5 % selon la méthode Student-Newman-Keuls NS: non significatif. C1: déchets de décharge compostés seuls, C2: les déchets de décharges avec inoculation de déchets d'abattoir, C3: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 15kg/t de déchet, C4: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 30kg/t de déchet, C5: les déchets de décharges inoculés plus du BP à la dose de 45kg/t de déchet, C6: les déchets de décharges inoculés plus de la dolomie à la dose de 20 kg/t de déchet. CAN1: composts anaérobie DD seul, CAN2: composts anaérobie DD + DA

3.4.2. Discussions

Concernant la production de la laitue par les composts d'abattoir, ces composts n'ont pas amélioré de façon significative la production racinaire de la laitue mais l'analyse des moyennes arithmétiques montre que tous les composts ont amélioré légèrement la production de la laitue par rapport au témoin sans apport. Les composts d'abattoir non enrichis ont amélioré de façon significative la production en biomasse aérienne de la laitue. Ceci montre l'importance de la matière organique dans l'amélioration de la production des plantes cultivées. Selon le Mémento de l'agronome (2002), Soltner (2003), la matière organique

permet l'alimentation des plantes en libérant des éléments minéraux absorbés. L'apport des composts enrichis au BP, à l'urée et à la dolomie n'a pas un effet statistiquement différent du témoin sans apport et même que les composts enrichis au BP et à l'urée ont les moyennes de production plus basses que celle du témoin. Ces effets dépressifs pourraient s'expliquer par la présence en défaut ou en excès dans ces composts d'autres éléments chimiques. Soltner, (2003) note que la bonne croissance des plantes n'est pas seulement liée aux éléments majeurs (azote phosphore potassium) mais aussi à la disponibilité suffisante en oligo éléments. Aussi l'effet dépressif peut être lié à la dose appliquée de ces composts. En effet Hann (1981), Berjon *et al* (1997), cités par Attrasi *et al* (2005) notent que l'effet des composts n'est pas seulement lié à leurs caractéristiques chimiques mais aussi à la dose de composts appliquée. Concernant les déchets de décharges on ne note pas une différence significative entre l'apport des composts et le témoin à 20 jar et 45 jar. Cela pourrait s'expliquer également par la dose de 20 t/ha qui est soit en excès soit en défaut.

3.4.3. Conclusion

L'apport de composts d'abattoir seuls améliore la production de la laitue que ce soit en production anaérobie ou aérobie. Ils augmentent la production de la laitue de 49 % à la dose de 20 t/ha. L'utilisation de ces composts est une alternative pour contrer l'insécurité alimentaire tout en assainissant l'environnement. Les composts d'abattoir enrichis au BP, à l'urée et à la dolomie n'améliorent pas la production. Une analyse fine de ces composts et un test avec différentes doses d'apport de ces composts pourrait élucider la cause de leur effet dépressif. Les composts de décharges à la dose de 20t/ha n'améliorent pas de façon significative la production de la laitue. Des tests avec d'autres doses de composts pourraient mieux caractériser l'effet de ces composts sur la production de la laitue.

Conclusion générale

L'utilisation agricole des déchets urbains bruts en agriculture présente des risques de faibles productions liés à leurs caractéristiques intrinsèques tels que leur rapport C/N élevé. IL y a également les risques de pollution des sols cultivés par les microorganismes pathogènes ; les sachets plastiques, les métaux lourds. L'utilisation de ces déchets après compostage permet de réduire ses risques.

Notre étude a permis de caractériser ces déchets, de voir l'effet du compostage sur quelques caractéristiques physico chimiques des déchets seuls, de tester la production de biogaz par les déchets et tester l'efficacité agronomique de ces composts sur la laitue en vase de végétation.

Sur les caractéristiques physico chimiques des déchets, il ressort que les déchets de décharges sont très hétérogènes avec un taux en matière compostable de 50 %. Leur tri avant compostage est nécessaire. Les déchets d'abattoir nécessitent un compostage car ayant un rapport C/N élevé. Les déchets de décharges ont un rapport C/N moins élevé mais le compostage pourrait permettre de les « hygiéniser » et d'abaisser d'avantage leur rapport C/N. Les déchets d'abattoir ont des taux en matière organique, en azote et en phosphore plus élevé que ceux des déchets de décharges et l'inoculation de ces derniers avec les déchets d'abattoir pourraient améliorer la prolifération des microorganismes donc leur décomposition.

Le suivi de l'évolution des composts montre que le compostage augmente le taux de phosphore assimilable d'abattoir de 332% en moyenne. Le compostage n'améliore pas le taux de phosphore assimilable des déchets décharges. Il permet une baisse du rapport C/N des déchets en moyenne de 40% pour les déchets d'abattoir et de 11% pour les déchets de décharges. Cela permettra d'éviter un effet dépressif des composts sur les cultures. Le compostage permet d'abaisser le poids des déchets de 35% pour les déchets d'abattoir et de 7% pour les déchets de décharges. Le compostage est donc à intégrer dans la gestion des déchets pour augmenter leur efficacité et réduire la quantité des déchets à manipuler au champ.

L'adjonction de BP et de dolomie accélère la décomposition des déchets de décharges et d'abattoir et la dose de BP ayant la plus amélioré la décomposition des déchets d'abattoir est celle de 30kg/t de déchet.

On a une acidification des déchets d'abattoir au cours du compostage, les déchets de décharges quant à eux ont leur pH qui fluctue mais reste basique tout au long du compostage.

Le pH basique est souhaitable pour les sols Burkinabé qui ont une tendance à l'acidification. L'adjonction de la dolomie pourraient contrebalancé l'acidité des déchets d'abattoir.

Quant à la production de biogaz on peut noter que les déchets d'abattoir se prêtent à la production de biogaz. Ils ont une production moyenne journalier de 2,21 l/ kg de matière sèche. L'adjonction de BP n'améliore pas cette production. Les déchets de décharges quant à eux ne se prêtent pas à la production de biogaz. La valorisation du biogaz produit par les déchets d'abattoir augmentera les sources d'énergie du Burkina. C'est une source d'énergie potentielle et moins coûteuse.

Concernant l'effet des composts sur la production de la laitue, l'apport de composts d'abattoir seuls améliore la production de la laitue de 49%. L'utilisation de ces composts participera à la sécurisation alimentaire au Burkina Faso. Les composts d'abattoirs enrichis au BP et à l'urée et à la dolomie n'améliorent pas la production à la dose de 20 t/ha.

Les composts de décharge à la dose de 20t/ha n'améliorent pas de façon significative la production de la laitue. Des tests avec d'autres doses de composts pourraient permettre de mieux caractériser leur efficacité agronomique.

Perspectives

Le suivi du compostage des déchets a montré que le compostage améliore les caractéristiques chimiques des déchets d'abattoir. Aussi les déchets d'abattoir sont des sources de production de biogaz. Les tests en vase de végétation montrent que les déchets d'abattoir compostés seuls améliorent la production de la laitue. Avec les déchets de décharges on note une légère baisse du rapport C/N. Dans l'optique de mieux caractériser et valoriser les composts et le biogaz produits:

- ✓ Une analyse chimique approfondie et des analyses microbiologiques des composts contribueront à mieux connaître leurs valeurs agronomiques.
- ✓ Des tests avec d'autres doses de composts pourraient mieux caractériser l'efficacité de ces composts sur la production de la laitue.
- ✓ Des tests réalisés sur d'autres cultures pourraient mieux caractériser l'efficacité de ces composts.
- ✓ Promouvoir l'utilisation des composts des déchets de décharges et d'abattoir par la création d'unités de compostage dans les fermes agricoles.

- ✓ Promouvoir l'utilisation du biogaz produit par les déchets d'abattoir dans les exploitations agricoles à travers la création d'unités de compostage anaérobies.

Références bibliographiques

Afnor., 1981. Détermination du pH. (Association française de normalisation) NF ISO 103 90. In: AFNOR *Qualité des sols*, Paris, 339-348.

Attrassi B., Mrabet L., Douira A., Ouine K., El Haloui N., 2005. Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers. Université Ibn Tofail. Kenitra (Maroc).6p

Bagbila J., 2007. Utilisation des déchets en maraichiculture : Risque de contamination des végétaux par les métaux lourds. Mémoire de fin d'études, IDR/UPB. 70p.

Bazié Y., 1984. Valorisation des résidus cultureux dans la zone du plateau mosi Amélioration de la qualité des composts. Mémoire de fin d'étude IDR/Université de Ouagadougou. 110p.

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. Mém. De fin d'études IDR, Univ. Ouagadougou. 87p.

Bonzi M., 1989. Etudes des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts: Effets des matières organiques sur les cultures et la fertilité des sols. Mémoire de fin d'étude IDR. 66p.

Bray RH., et Kurtz LT., 1945. Determination of total organic and available forms of Phosphorus in soils. Soil Science 59: 39 -45.

Cirad-Gret., 2003. Biogaz. Ministère des relations Extérieures Coopérations et Développement, Paris (FRA). 406p.

Cirad-Gret., Ministère Français des Affaires Etrangères, 2002. Mémento de l'agronome, 5ème éd. 1691p.

Cissé I., Tandia A.A., Touré Fall S., Diop El Hadji S., 2003. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine: cas de la zone des Niayes au Sénégal. Cahiers d'études et de recherches francophones, Agriculture, vol 12, n^o 3. p181-6.

De Bertoldi M., Vallini G., and Pera A. 1983. The biology of composting: a review Waste Manaagement and Research 1:157-176.

FAO., 1999. Agriculture urbaine et périurbaine. Comité de l'agriculture.<http://ftp.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/x0076f.htm>.

FAO-ETC/RUAF., 2000. L'Agriculture Urbaine et Périurbaine, la santé et l'environnement urbain. Document de discussion pour la conférence électronique de sur l'agriculture urbaine et périurbaine.www.fao.org/urbanag/Paper2.f.htm.

FAO., 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux 2. 35p. ftp://ftp.fao.org/agll/docs/lwdp2_f.pdf.

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

FNADE., 2002. Eléments pour la prise en compte des effets des unités de compostage de déchets sur la santé des populations riveraines.34p.

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

Gnankambary Z., Hien V., Thiombiano L., 2000. Impact des déchets urbains solides sur quelques caractéristiques chimiques des sols. 9p.

GUENE O., 2002. Compostage artisanal intégré à la gestion des ordures ménagères - Données de terrain et outils de diffusion. Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management 7-10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002), p.349-356.

Guivarch A., 2001. Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines. Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Lorraine, 274 p.

Houot S., Francou C., Vergé-Leviela C., Michelin J., Bourgeois S., Linères M., Morel P., Parnaudeau V., Le Bissonnais Y., Dignac M., Dumat C., Cheiab A., Poitrenaud M., 2000. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost, in Dossier de l'environnement de l'INRA n°25, 107-124.

Kaboré.W.T., 2004. Impact de l'apport des déchets urbains solides non triés sur les potentialités agronomiques des sols : cas de l'agriculture périurbaine de Ouagadougou. 78p.

Kiba. D.I., 2007. Valorisation agronomique de déchets d'abattoir et de décharges de la ville de Ouagadougou : cas d'essai en station de recherche. Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies IDR.44p.

Kozlowski R., Kozlowska J., Grabowska L., Mankowski J., Szpakowska B., 2003. Métaux lourds dans l'environnement, menaces et possibilités de riposte. <http://www.chanvre-info.ch/info/fr/-le- -chanvre-et-l'-agriculture.html>.

Larbi M., 2006. Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel Institut de Botanique (Laboratoire sol et végétation) Pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences. 140p.

Lompo F., 1983. Problematique de la matière organique dans la zone du plateau Mossi : étude des disponibilités en résidus cultureux et de leurs modes de transformation. Mémoire de fin d'étude IDR. Ouagadougou. 108p.

Lompo F., 1993. Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso : Etude des effets de l'interaction phosphate naturels-matières organiques. Thèse présentée à la Faculté des Sciences Techniques de l'Université Nationale de Côte d'Ivoire pour obtenir le grade de docteur ingénieur. 248p.

Lompo F., Youl S., Bonzi M., 2002. Valorisation des déchets urbains solides et liquides en agriculture urbaine et périurbaine : synthèse des principaux résultats. Ouagadougou. 52p.

Morel J.L., Jacquin F., Guckert A., Barthel C. 1979. Contribution à la réalisation de tests de détermination de la maturité des composts urbains. Compte rendu de fin de contrat, ENSAIA, Nancy, France. 30 p.

Mougeot L.J.A., 2000. Urban agriculture: definition, presence, potential and risks. *In* : Bakker N. *et al.*, Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda, a reader on urban agriculture. Feldafing, Allemagne, Des-Etc.

Mustin M., 1987. Le compost : gestion de la matière organique. Edit. François Dubusc, 954p

Pfeiffer E., Koepf H., 1991. Biodynamie et Compostage. 123p.

Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au Sahara. MCD/CIRAD. 444p.

Sangare A., 1993, Le compostage, fiche technique. IER / SOTUBA (Bamako) / 5 pages

Savadogo P.W., Sougoti M., Kafando P., Bere A., Segda G.B., Koulidiati J., 2005. Guide pour l'utilisation de la méthode « MODECOM » en vue de la caractérisation des ordures ménagères des villes du Burkina Faso. 7p.

Savadogo P.W., Yaye H., Sedogo P.M., Traoré S.A., 2005. Valorisation des ordures ménagères par compostage en tas. Fiche technique n° 14/2005/INERA/GRN/SP/Projet jachère.

Sedogo P.M., Lompo F., Guira T., 1988. Etude des effets des divers apports organiques et minéraux sur l'acidité d'un sol ferrugineux lessivé de Saria . Doc. INERA/CNRST.27p.

Sedogo P.M., Lompo F., 1989. Amélioration de la qualité des composts issus de la filière biogaz. INERA/IBE, 55p (document interne).

Sérémé A., 1995. Gestion des ordures ménagères : cas de la ville de Ouagadougou (BF).
Thème de recherche. Institut Africain de gestion urbaine (IAGU). Recherche appliquée sur la gestion urbaine en milieu africain (RAGUMA). 40p.

Soltner D., 2003. Les bases de la production végétale Tome 1. Le sol et son amélioration
14^{ème} édition : collection sciences et techniques agricoles, 472p.

Soudi B., 2001. Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost : cas de petites et moyennes communes au Maroc. Edition Actes. 104p.

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

Walkley A. et Black J.A., 1934. An examination of the Detjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromatic acid titration method. Soil Science 37, 29-38.

Ye L., 2007. Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso. Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies IDR.48p.

Zongo N., 2007. Les déchets urbains solides (DUS) : Quantités, modes d'utilisation agricole, et effets sur les cultures maraîchères et les sols urbains de la ville de Ouagadougou. Mémoire de fin d'études, IDR/UPB. 80p.

Annexes

Annexe1: Composition du Burkina Phosphate de Kodjari en pourcentage

P ₂ O ₅	25,4
Cao	34,5
Al ₂ O ₃	3,1
Fe ₂ O ₃	3,4
MgO	0,27
Na ₂ O	0,11
K ₂ O	0,23
F	2,5
S	0,04
CO ₂	1,0
SiO ₂	26,2
TiO ₂	0,30
MnO	0,07
Perte au feu	2,88
(Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃) / P ₂ O ₅	0,26
(CaO) / P ₂ O ₅	1,36

Source: Lompo (1993)

Annexe 2: Composition de la dolomie de Tiara

MgO	19 %
CaO	27%
Al2O3	1%
Fe2O3	1%
SiO3	17%

Source: Lompo (1993)

Annexe 3: Les déchets de décharges au Centre d'Enfouissement Technique de Ouagadougou



Annexe 4: Les déchets de décharges triés



Annexe 5: Les déchets d'abattoir frais



Annexe 6: Les fosses de compostage aérobie



Annexe 7: Les cuves de compostage anaérobie

