



UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
(UAC)



FACULTE DES LETTRES, ARTS ET SCIENCES – HUMAINES
(FLASH)

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE « ESPACES, SOCIETES ET DEVELOPPEMENTPT »
(EDP)

LABORATOIRE PIERRE PAGNEY CLIMAT, EAU, ECOSYSTEME ET DEVELOPPEMENT
(LACEEDE)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE MASTER II (ex-DEA)

OPTION : GEOGRAPHIE ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

SPECIALITE : GEOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT ET AMENAGEMENT DE L'ESPACE

N° d'enregistrement/-----/EDP/GEN

THEME

**CARACTERISATION ET VALORISATION PAR
COMPOSTAGE AEROBIE DES DECHETS SOLIDES
MENAGERS DU QUARTIER FIDJROSSE A COTONOU**

Présenté par :

Cyrille TCHAKPA

Sous la Direction de :

Patrick A. EDORH
Maître de Conférences
Biochimiste, Ecotoxicologue
FAST / CIFRED / UAC

Michel BOKO
Professeur Titulaire de
Géographie des Universités
DGAT / FLASH / UAC

Année académique 2009-2010

DEDICACE

Je dédie cette œuvre humaine à vous ma génitrice Philomène ATINYOLOSSOGNI TCHAKPA pour les multiples peines que vous vous êtes données pour cette noble mission, celle de voir votre progéniture émergée. Que Dieu vous accorde une longue vie afin que vous puissiez en jouir autant.

Cyrille TCHAKPA

REMERCIEMENTS

La conception et l'aboutissement de ce document ont été possibles grâce au soutien moral et physique et à la collaboration de plusieurs personnes à qui je voudrais ici, témoigner ma profonde gratitude.

Au Professeur Michel BOKO, Professeur Titulaire de Géographie des Universités, qui a accepté conduire ce travail avec toute la dextérité et la rigueur scientifique que cela exige malgré ses multiples occupations et sollicitations. C'est ici l'occasion de lui adresser mes sincères reconnaissances.

Au Professeur Patrick A. EDORH, Maître de conférences des universités, Biochimiste et Ecotoxicologue, Professeur à la FAST et au CIFRED, pour ses précieux conseils et enseignements qui ont été de véritables guides à l'exécution de ce travail.

Au Professeur Agrégé Issifou TAKPARA, Ministre de la santé publique, gynécologue obstétricien, pour son encouragement, son soutien moral et ses conseils avisés, je me dois de lui exprimer toute ma profonde gratitude.

Au Directeur du CREPA-BENIN, Monsieur YADOULETON M. Jean, pour mon encadrement, son soutien moral m'a réconforté dans la réalisation de ce travail.

A Monsieur Odilon CHANGOTADE, pour sa constante disponibilité et ses suggestions constructives dans le cadre des analyses physico-chimiques aux laboratoires fréquentés, dont je ne peux circonscrire la portée.

A Monsieur le Directeur de l'ONG OXFAM QUEBEC / PGDSM et ses collaborateurs qui m'ont soutenu moralement et matériellement pour la collecte des déchets et la caractérisation.

Aux Chefs des différents ménages pour m'avoir autorisé l'accès à leurs maisons pour la pré-collecte des déchets.

A tous les enseignants de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de la FLASH.

A tous les membres du Jury d'accepter de juger ce travail.

A mes frères et sœurs de la famille TCHAKPA.

A mes frères amis, Armel LAHAMY, Fataou IDRISOU, Rigobert DENANGAN, Saturnin FADONOUGBO, Ambroise AHODEGNON et Maurice GANVOEDO

A tous les paysans de la terre qui souffrent des problèmes de fertilité de leurs sols.

Enfin à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette œuvre humaine, je voudrais leur exprimer toute ma profonde gratitude.

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ABE	Agence Béninoise pour l'Environnement
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar
CeRPA	Centre Régional pour la Promotion Agricole
CREPA	Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût
DCAM	Développement Communautaire et Assainissement du Milieu
DHAB	Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base
EPAC	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
FAO	Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation)
FLASH	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
FSA	Faculté des Sciences Agronomiques
IGN	Institut Géographique National
IITA	International Institute of Tropical Agriculture (Institut International d'Agriculture Tropicale)
INRAB	Institut National de Recherche en Agriculture au Bénin
INSAE	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MDGLA AT	Ministère de la Décentralisation, de la Gouvernance Locale, de l'Administration et de l'Aménagement du territoire
MEPN	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
PGDSM	Projet de Gestion des Déchets Solides Ménagers
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RABEDE	Réseau Africain sur les Bio ressources et les Energies pour le Développement et l'Environnement
SAIC	Service d'Appui aux Initiatives Communautaires (Mairie de Cotonou)

SOMMAIRE

TITRES	PAGES
DEDICACE	2
REMMERCIEMENTS	3
SIGLES ET ACRONYMES	4
LISTE DES FIGURES, DES TABLEAUX ET DES PHOTOS	6
RESUME/ABSTRACT	7
INTRODUCTION	8
Chapitre I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	9
1- Cadre théorique de l'étude	10
1-1 Problématique	10
1-2 Hypothèses et objectifs de la recherche	11
1-3 Cadre conceptuel et Clarification des concepts	12
1-4 Cadre géographique de l'étude	16
Chapitre II : METHODOLOGIE	22
2- Méthodologie	23
2-1 Revue de littérature	23
2-2 Travaux de terrain	28
2-2-1 Enquête de terrain	28
2-2-2 Tri/Caractérisation	29
2-2-3 Compostage	29
2- 2-4 Analyses physico-chimiques au laboratoire	30
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	32
3-Résultats et discussions	33
3-1 Résultats des travaux de terrain	33
3-2 Suivi du compostage	40
3-3 Caractéristiques physico-chimiques du compost fabriqué	42
3-4 Importance de la valorisation pour une gestion durable et efficace des déchets	45
3-5 Perspectives pour la thèse	48
CONCLUSION	50
SUGGESTIONS	51
BIBLIOGRAPHIE	52
ANNEXES	57

LISTE DES FIGURES

N° Ordre	Désignation	Pages
Figure 1	Cadre conceptuel sur la valorisation des déchets	12
Figure 2	Carte de la ville de Cotonou et ses Arrondissements	18
Figure 3	Carte géographique du quartier de Fidjrossè	21
Figure 4	Graphique montrant l'évolution de la Température dans les tas	40

LISTE DES TABLEAUX

N° Ordre	Désignation	Pages
Tableau I	Centres de documentation et informations recueillies	27
Tableau II	Résultats d'enquête au niveau des ménages	34
Tableau III	Résultats d'enquête au niveau des maraîchers et producteurs de compost	36
Tableau IV	Résultats de la caractérisation des ordures ménagères de Fidjrossè	38
Tableau V	Caractéristiques physico- chimiques du compost fabriqué	43

LISTE DES PHOTOS

N° Ordre	Désignation	Page
Photo 1	Compost tamisé réalisé à Fidjrossè	41

RESUME

Le présent travail s'est déroulé dans le quartier Fidjrossè à Cotonou de novembre 2009 à décembre 2010. Il a consisté à une enquête de terrain, à la caractérisation des déchets solides urbains collectés dans ce quartier, à la valorisation par compostage aérobie de la fraction fermentescible des déchets. Des travaux d'enquête révèlent que 25 % des ménages continuent de jeter leurs ordures sur des dépotoirs sauvages tandis que 13,33 % continuent de faire l'incinération contre 0% d'enfouissement nocturne. 81,67% des ménages enquêtés ont une production journalière inférieure ou égale à 1kg. La caractérisation des déchets collectés donnent en masse 50,19 % de matières biodégradables; 32,18 % de sable fin ; 8,31 % de matières plastiques ; 4 % de Cartons et papiers ; 1,58 % de métaux ; 1,11 % de textiles et de débris de mousse ; 1,01 % de verres ; 0,79 % de chaussures et cuirs ; 0,63 % de coquilles, de carapaces, de crabes et de perles ; 0,13 % de gravions et de morceaux de briques ; 0,7 % de piles usées. 60% d'humidité pour la fraction fermentescible. Au total, 262kg de déchets fermentescibles ont été compostés avec un rendement de 65,67% soit environ 172kg de compost mûr. Les caractéristiques physico-chimiques du compost obtenu donnent entre autres valeurs un rapport C/N de 11,69% et un taux de 0,062% de phosphore total. L'humus de notre compost a une forte CEC et fixe les ions minéraux nutritifs tels que les cations K^+ et Ca^{2+} et les phosphates de manière à les rendre disponibles aux plantes pour leur croissance et leur développement ressortant ainsi l'état de pauvreté du sol du site et son besoin accru d'amendement organique.

Mots clés : Ordures ménagères, caractérisation, compostage aérobie.

ABSTRACT

This work proceeded in the Fidjrossè district in Cotonou from november 2009 to december 2010. It consisted with an investigation of field, with the characterization of the urban solid waste collected in this district, with valorisation by aerobic composting of the fermentable fraction of waste. From work of investigation, it arises that 25 % of the households continues to throw their sheet on wild dumps while 13,33 % continues to make the incineration 0% the night hiding. 81, 67% of the surveyed households have a day labourer production lower than 1kg. The characterization of collected waste give in mass 50,19% of biodegradable matters; fine sand 32,18%; 0,63% of shells, carapaces of crabs and pearls; 0,13% of engraved and pieces of brick; 8.31% of plastics; 4% of Paperboard; 1,58% of metal; 1,11% of textile and remains of mattress; 1,01% of glasses; 0,79 of shoes and leathers; 0,7% of dead batteries; 75% of moisture for the fermentable fraction. On the whole, 262kg of fermentable waste was composted with an output of 65, 67% is approximately 172kg of ripe compost. The physicochemical characteristics of the compost obtained give inter alia values a report of ratio C/N of 11,69% and one rate of total phosphorus 0,062%. The leal-mould of our compost has a heavy CEC and holds the nutritive minerals ions as the cations K^+ and Ca^{2+} and phosphate in way to put available at plant for their growth and their developmentbringing out the state of poverty of the ground of the site and its need increased for organic soil conditioner.

Key words: Solid home waste, characterization, aerobic composting.

INTRODUCTION

Corollaires du niveau de développement des types d'activités et de regroupements humains, les déchets tant en milieu rural qu'en milieu urbain ont connu ces dernières années une évolution croissante tant en volume qu'en diversité. Malgré de multiples tentatives leur gestion et leur devenir restent toujours mal maîtrisés (CREPA, 1995).

Cependant, les Plans Nationaux d'Action pour l'Environnement (PNAE, 1995) au Sénégal, les Programmes Sociaux d'Urgence (PSU, 1995) au Cameroun, le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU, 1992) au Bénin et les programmes similaires dans d'autres pays montrent clairement que le traitement des déchets est un enjeu vital tant sur le plan économique que sur les plans écologique et politique (SECK, 1999)

Parmi la pléthore de démarches et de procédés de résolution de cette équation, le traitement des déchets par compostage restent le seul système de gestion « producteur » d'environnement intégrant les diverses rationalités. Cette dimension explique la présence d'un pôle de « compostage, valorisation des déchets, amendement organique » (RABEDE, 1995) et la création du Réseau Africain du Compost qui devraient aider à mieux conjuguer les réponses aux besoins d'assainissement, d'enrichissement du sol en matières organiques avec les rigueurs d'une démarche scientifique novatrice. C'est là l'exigence d'une promotion de valeur ajoutée aux déchets, que cette valeur soit physique ou simplement un plus à la qualité de la vie ou un moindre risque de pollution des nappes phréatiques.

Conscientiser, Sensibiliser, Proposer et Agir sont aujourd'hui de bonnes actions pour susciter une véritable synergie au niveau des différents acteurs. N'est-ce pas là un moyen d'établir des critères d'évaluation des techniques permettant une information objective des instances de décisions sur la pertinence des choix de procédés de gestion des déchets ?

Par ailleurs les études réalisées par TONON, (1987) au Bénin portant sur « la contribution à la connaissance de l'espace urbain et la recherche de solutions aux problèmes de gestion de déchets solides dans la ville de Cotonou » ont préconisé la mise en décharge contrôlée, le compostage, le recyclage et l'incinération, comme méthodes de traitement possible des déchets. C'est dans cet ordre d'idées que s'insère la présente étude consacrée au compostage aérobie des déchets solides urbains de Fidjrossè à Cotonou.

Le premier chapitre de ce travail est consacré au cadre théorique de l'étude.

La méthodologie utilisée a été développée dans le deuxième chapitre. Enfin, le cadre d'étude, les résultats, discussions et perspectives pour la thèse sont abordés dans le troisième chapitre suivi d'une conclusion et des annexes.

CHAPITRE I

CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

1-CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

1-1 Problématique

L'extension continue des villes africaines vis-à-vis des déchets solides ménagers pose des problèmes de gestion de plus en plus aigus et de plus en plus difficiles à résoudre et reste inconciliable avec l'amélioration de l'hygiène du milieu et de la protection de l'environnement (NDUNBE *et al.*, 1995)

Dans ces villes et dans la capitale économique du Bénin, 40 % des déchets sont collectés et évacués par des structures agréées (D.S.T. / Mairie de Cotonou, 2007) et ce, sans aucune forme de traitement. L'excédent non évacué, estimé à 60 % par jour, affecte la qualité de vie des Cotonnois qui ont d'ailleurs un cadre de vie particulièrement insalubre. On en veut pour preuve, la présence de gros tas d'immondices en pleine ville dans les espaces vides et les rues secondaires. Ces dépôts d'ordures ont pour corollaire la pollution visuelle, la prolifération des vecteurs de maladies (larves de moustiques, moustiques, mouches et microbes), la pollution atmosphérique due aux émanations nauséabondes et l'émission des gaz à effet de serre (méthane, CO₂) La situation est d'autant plus inquiétante que ces dépotoirs sauvages se trouvent, pour la plupart des cas, dans des marécages et servent de lieux d'aisance aux populations riveraines. Ces marécages qui étaient des réceptacles naturels des eaux de ruissellement, sont soumis à un comblement rapide dont les conséquences se manifestent par des inondations des quartiers en période de pluie. Cotonou vit cette situation parce qu'elle manque de sites de transfert appropriés pouvant servir de décharges transitoires des déchets solides urbains. La mairie n'arrive donc pas à assurer réellement la gestion de ces déchets solides. Ce qui entraîne des difficultés d'aménagement et de la pollution de l'environnement.

Le chômage grandissant a poussé une frange de la population cotonnoise à développer une agriculture périurbaine, utilisant des quantités importantes d'intrants agricoles de synthèse (engrais chimiques, pesticides) sur un sol sableux. Ceci n'est pas sans conséquence nocive sur la qualité chimique des eaux de surface et de la nappe phréatique affleurante (CREPA, 2002) Face à cette situation d'insalubrité quasi-généralisée, couplée au développement d'une agriculture périurbaine à risque pour les plans d'eau et les eaux souterraines, il est important de trouver un mécanisme permettant à la fois de faire face efficacement à l'assainissement de la ville de Cotonou et au problème de contamination chimique des ressources en eau. La valorisation des déchets solides ménagers par compostage semble constituée une des solutions

possibles. C'est dans cette optique que la présente étude intitulée: « Caractérisation et valorisation par compostage aérobie des déchets solides ménagers du quartier Fidjrossè à Cotonou » trouve sa justification.

Cette étude intègre la problématique liée aux moyens matériels et financiers limités de ces agriculteurs, le développement de méthodes de traitement les moins chères et les plus écologiquement rationnelles pour sauvegarder l'environnement des villes et valoriser à moindre coût, l'agriculture périurbaine. Selon de SILGUY (1996) la valorisation agricole des ordures riches en matières organiques après compostage apparaît comme une orientation à privilégier surtout dans les pays en voie de développement. Les déchets ménagers biodégradables valorisés par compostage servent de fertilisants pour les sols de culture en milieu périurbain à Cotonou. Le compost ainsi obtenu pourra constituer un complément et/ou un substitut aux engrais chimiques importés dont l'utilisation sur des sols pauvres en matières organiques comme ceux de Cotonou, accélère leur lessivage vers les eaux souterraines et/ou de surface (SOCLO *et al.*, 1999) .

1-2 Hypothèses et Objectifs de la recherche

1-2-1 Hypothèses de la recherche

De tout ce qui précède, quelques hypothèses peuvent être émises:

- les déchets solides ménagers de Fidjrossè contiennent de fortes proportions de matières organiques fermentescibles ;
- le compostage de ces déchets solides ménagers pourrait constituer une voie de réduction des nuisances dans le quartier Fidjrossè ;
- le compost obtenu serait un fertilisant efficace pour les sols de culture périurbaine de Cotonou et constituerait un atout important dans la gestion durable et efficace des ordures ménagères.

1-2-2 Objectifs de l'étude

➤ Objectif général

Valoriser les ordures ménagères biodégradables par compostage aérobie en vue de leur utilisation en agriculture périurbaine comme produit de substitution des engrais chimiques de synthèse.

➤ **Objectifs spécifiques**

- Caractériser les ordures ménagères du quartier Fidjrossè ;
- Composter la fraction organique biodégradable des ordures ménagères pré collectées ;
- Evaluer la qualité agronomique du compost et montrer son importance dans la gestion durable et efficace des ordures ménagères.

1-3 Cadre conceptuel et clarification de concepts

1-3-1 Cadre conceptuel de l'étude

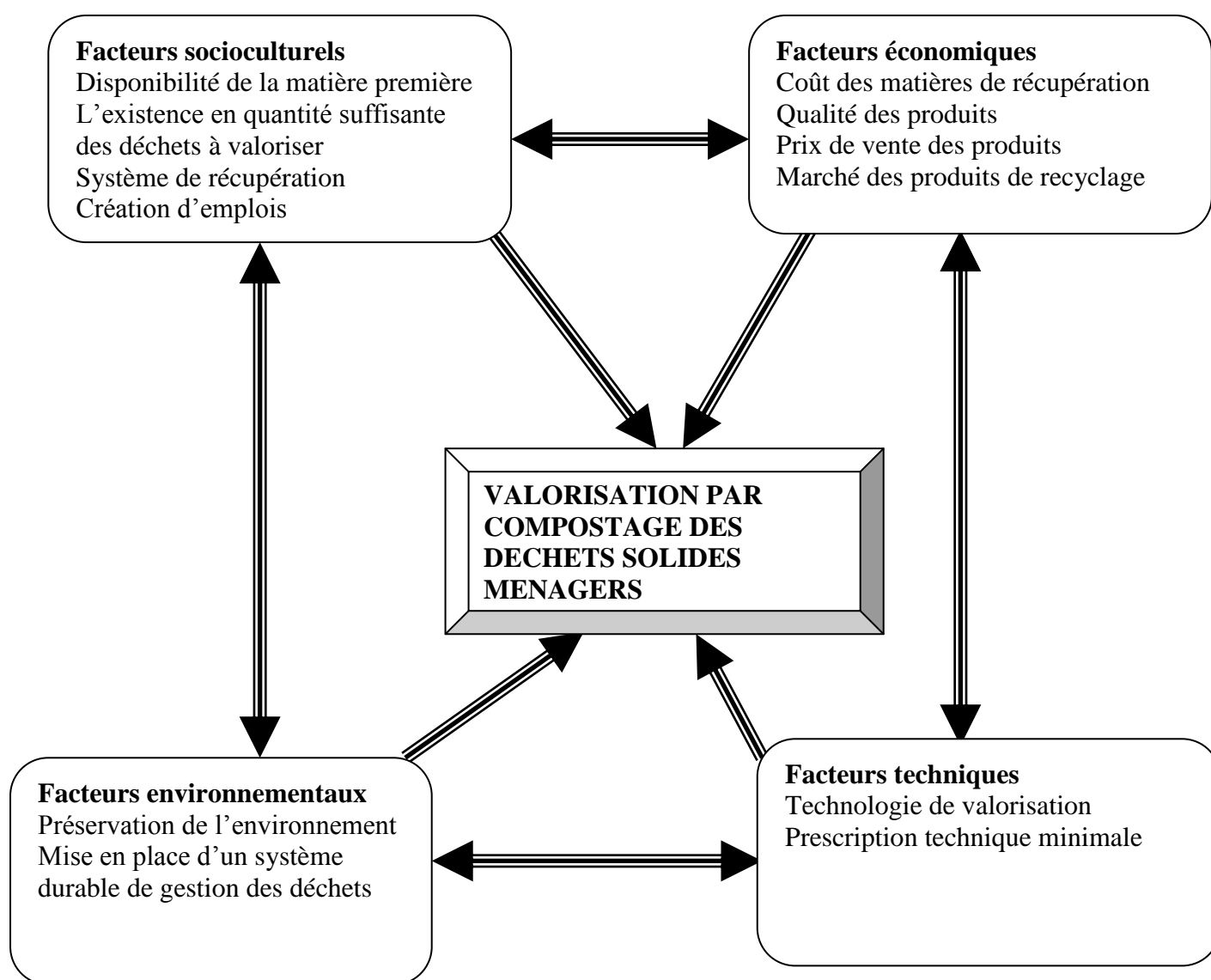


Figure 1 : Cadre conceptuel sur la valorisation par compostage des DSM

La figure 1 du cadre conceptuel de la valorisation par compostage des déchets solides ménagers du quartier fidjrossè à Cotonou montre qu'il existe des interactions entre les différents facteurs.

En effet les facteurs socio culturels (la disponibilité des matières premières que constituent ici les déchets solides ménagers..) agissent sur les facteurs économiques et environnementaux. La conception que les populations ont des déchets et des produits de valorisation influe sur leur comportement. Cette influence les pousse à la production et l'exploitation qu'elles font des déchets et leur attitude sur le marché leur permet d'avoir des produits de valorisation. Le coût des matières de récupération peut de même changer la perception qu'elles ont des déchets, ce qui peut les amener à s'y intéresser, et la protection de l'environnement révèle de leur devoir qu'elles doivent accomplir.

Egalement il existe une interaction entre les facteurs économiques et techniques dans la mesure où l'existence d'un marché pour l'écoulement des produits à des prix intéressants pousse au renforcement ou à la modernisation des techniques de valorisation. Ce qui permet en retour de répondre aux exigences du marché. Mais aujourd'hui il se pose un épineux problème de financement des systèmes de gestion des déchets urbains auquel sont confrontées la plupart des villes africaines. Il se présente comme le facteur le plus important.

Enfin, les facteurs techniques de valorisation influent sur les facteurs environnementaux vice-versa, étant donné que la préservation de l'environnement y compris la santé humaine est la préoccupation majeure pour la mise en place de telles technologies. En d'autres termes l'abondance des déchets dans des conditions données poussent à une adaptation de technologies de valorisation appropriée.

La combinaison de ces facteurs détermine donc la qualité des résultats du système de gestion mis en place.

1-3-2 Clarification de concepts

La clarification des concepts concerne entre autre la définition de quelques mots ou expressions, il s'agit de :

Ville : La ville est une entité géo spatiale qui se définit par rapport à son poids démographique, son importance dans les flux commerciaux, sa position géographique et son rôle dans le développement de la nation. Elle est caractérisée par les équipements urbains, les infrastructures, la diversité des hommes, des cultures et des fonctions. Elle comprend deux types d'environnement : l'environnement interne et l'environnement externe (TCHAKPA, 2008).

La ville de Cotonou est la plus grande au Bénin avec des fonctions multiples. Elle doit son développement à son port, ses gares routières et ferroviaires et son aéroport (ADAM et BOKO, 1983)

Environnement : la notion est relativement récente. Selon la loi cadre sur l'environnement en vigueur en République du Bénin en rapport avec celle rencontrée dans la littérature, l'environnement peut alors se définir comme « l'ensemble des éléments naturels et artificiels des agents physiques, chimiques, biologiques ainsi que des facteurs économiques socioculturels susceptibles d'agir directement ou indirectement sur les organismes vivants et leurs activités dans un milieu » (MEHU, 1999)

Déchets : Au sens de la loi n° 98 – 030 portant loi cadre sur l'environnement en République du Bénin, on entend par déchet « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation ou tout bien meuble abandonné ou destiné à l'abandon ». Le déchet, c'est aussi « un matériau que son détenteur ne peut ni valoriser, ni rejeter tel quel dans le milieu extérieur » ; ce déchet peut être solide ou liquide. (MEHU, 1999)

Ordures ménagères : on entend par ordures ménagères, des déchets de toute nature provenant des ménages. Il faut savoir que la composition des ordures ménagères est très différente selon les cultures, selon les régions et selon le niveau de vie des ménages.

Dans l'optique du compostage, il est indispensable de connaître la composition des déchets solides. En effet ce procédé de valorisation n'est intéressant que si les déchets renferment une fraction élevée de matière organique. (ONIFADE, 2006)

Gestion des déchets : c'est l'organisation de l'ensemble des opérations de production de pré-collecte, de collecte et de traitement des déchets.

Pré-collecte : c'est l'opération qui se déroule au niveau du ménage, de la parcelle ou de la villa jusqu'au dépotoir, au container ou au dépôt de la poubelle devant la maison pour être vidée par le véhicule de collecte. (ADJAHOSSOU et AGUEWE, 1995)

Collecte : c'est l'opération de transport des déchets de la parcelle, des dépotoirs ou des containers jusqu'au point de décharge finale (ADJAHOSSOU et AGUEWE, 1995)

Traitement : c'est l'ensemble des opérations d'élimination ou de disparition physique des déchets ou de leur valorisation.

Valorisation : c'est l'opération qui consiste en la récupération et au traitement de certains articles. Elle permet de créer des débouchés (CREPA Bénin, 1995)

Compostage : le compostage est une technique qui consiste à faire fermenter et à faire décomposer dans des conditions contrôlées des déchets organiques en présence de l'oxygène de l'air. Il peut s'effectuer toute l'année pour autant que l'on ait assez d'eau à disposition

(CREPA Bénin, 1995). En d'autres termes, le Compostage consiste à utiliser le processus de transformation de la matière organique d'origine végétale et animale pour fournir un produit fini voisin des humus naturels (MUSTIN, 1987)

Compost : le compost est un produit d'amendement du sol résultant de la dégradation par les micro-organismes de la matière organique des ordures ménagères, des produits post récoltes ou des produits d'élevage (RABEDE, 1995)

Déchets organiques : tout déchet pouvant être compostible ou fermentescible (pailles, fumiers frais, herbes, feuilles, écorces, déchets de cultures) (MUSTIN, 1987)

Matière organique : peut se définir comme étant un mélange de biomasse vivante de résidus de plantes et d'animaux à différents degrés de décomposition. Cette substance est dite "organique" parce qu'elle est constituée de la combinaison de 3 éléments principaux : carbone, hydrogène, oxygène auxquels s'ajoutent l'azote, le soufre et le phosphore permettant une alimentation régulière des plantes (HERMANT, 1977).

Fertilisant organique : engrais naturel provenant de la décomposition des végétaux ou d'animaux que d'aucuns qualifient de "l'or gris".

Retournement : c'est l'ensemble des opérations qui consistent à remuer le compost afin d'apporter de l'air dans ses parties profondes. Il a pour rôle d'oxygéner et de déshumidifier l'intérieur des andains au cours du compostage.

Le retournement correspond à l'aération (MIQUEL, 2003).

Agriculture urbaine et périurbaine : Au sens large, l'agriculture désigne l'ensemble des travaux transformant le milieu naturel pour la production des végétaux et d'animaux utiles à l'homme (CLEMENT, 1981). Dans un sens plus restreint, et en fait plus agronomique, l'agriculture est l'art de mettre en œuvre les méthodes par lesquelles l'homme peut tirer du milieu dans lequel il vit, à l'aide du sol de la plante et de l'animal, et dans les meilleures conditions possibles, les produits nécessaires à la satisfaction de ses besoins (KOUNDE, 1998). Il ressort de cette définition que l'agriculture est une activité non seulement nécessaire à la vie et pouvant être menée en milieu urbain, périurbain et rural, mais elle est aussi vaste et regroupe pour cela plusieurs sous-secteurs d'activités parmi lesquels, le maraîchage. Dans une vision plus approfondie, le comité de l'agriculture en 1999 perçoit l'agriculture urbaine et périurbaine comme l'ensemble des pratiques agricoles dans les villes et autour des villes qui utilisent les ressources (terres, eau, énergie, main d'œuvre) pouvant également servir à d'autres usages pour satisfaire les besoins de la population urbaine. Cette agriculture comprend diverses composantes à savoir : l'horticulture, le maraîchage, l'élevage, la production laitière et fourragère, l'aquaculture et la foresterie (ONIFADE, 2006).

Maraîchage : dérivé du mot latin mariscus relatif aux lacs et marais, le terme de maraîchage s'est d'abord appliqué aux cultures de légumes effectuées dans les marais. Ce terme a connu des évolutions dans le temps et est devenu une branche de l'horticulture orientée vers la culture intensive et professionnelle des légumes (MUSTIN, 1987).

L'horticulture est définie comme une branche de l'agriculture comprenant la culture des légumes des petits fruits des fleurs des arbres et arbustes d'ornement (GEORGES, 1984). Selon ce même dictionnaire, le maraîchage est la culture intensive des légumes et de certains fruits, en plein air ou sous abri.

1-4 Cadre géographique de l'étude

1-4-1 Données physiques de la ville de Cotonou

La ville de Cotonou est située en bordure du Golfe de Guinée entre 6° 20' et 6° 24' latitude Nord et entre 2° 22' et 2° 29' longitude Est. Elle est limitée au Nord par le lac Nokoué, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par la commune de Sèmè-Kpodji et à l'Ouest par les Communes d'Abomey-Calavi et de Ouidah. Elle est localisée sur un cordon littoral constitué de sables alluviaux présentant deux caractéristiques principales :

- des dépressions longitudinales parallèles à la côte ;
- des bas-fonds dont la superficie s'amenuisent progressivement du fait de l'occupation des terres à des fins d'habitation. Elle couvre une superficie de 7006 hectares dont 70% sont situés à l'ouest du chenal. Trente trois (33%) de la superficie de Cotonou sont constituées de zones marécageuses et soixante sept (67%) de zones urbanisées.

La ville est divisée en deux par le chenal encore appelé lagune de Cotonou. Trois ponts permettent la liaison entre les deux parties de la ville. La nappe phréatique affleurante est très exposée aux risques de pollution en saison pluvieuse où on assiste souvent à de grandes inondations (INSAE, 2004).

Le relief de Cotonou est relativement plat et son altitude oscille entre 0,3 et 6 mètres.

Le climat est de type subéquatorial ou béninien, les vents y sont relativement modérés dont la direction est du Sud Ouest au Nord Est. Les précipitations ont lieu principalement entre Mars et Juillet avec un maximum en Juin (300 à 500 mm) et la température moyenne varie entre 27 et 31° centigrades (ASECNA, 2002). On y distingue quatre saisons, à savoir :

- une grande saison sèche de mi-novembre à mi mars ;
- une grande saison pluvieuse de mi-mars à mi juillet ;
- une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre ;

- une petite saison pluvieuse de mi-septembre à mi Novembre.

Quant aux sols, Cotonou s'étend sur des sols sableux, hydromorphes et acides dans leur majeure partie avec une végétation formée des essences de reboisement telles que eucalyptus canaldulensis, azadiracta indica (neems), terminalia cattapa (colatiers). Mais il subsiste encore une végétation primitive constituée essentiellement d'espèces marécageuses.

La ville de Cotonou est érigée en département par le dernier découpage administratif (MDGLAAT, 2007). Ce département est le plus petit des douze (12) du Bénin en terme de superficie (79 km²) et compte une population de 665100 habitants (RGPH, 2002) Contrairement à tous les autres départements, celui du Littoral est constitué d'une seule commune qui est la ville de Cotonou. Elle est composée de 13 arrondissements et de cent quarante (140) quartiers de ville dont Fidjrossè (INSAE, 2004). C'est la capitale économique du Bénin.

La figure II ci-dessous représente les traits physiques de la ville de Cotonou et ses arrondissements.

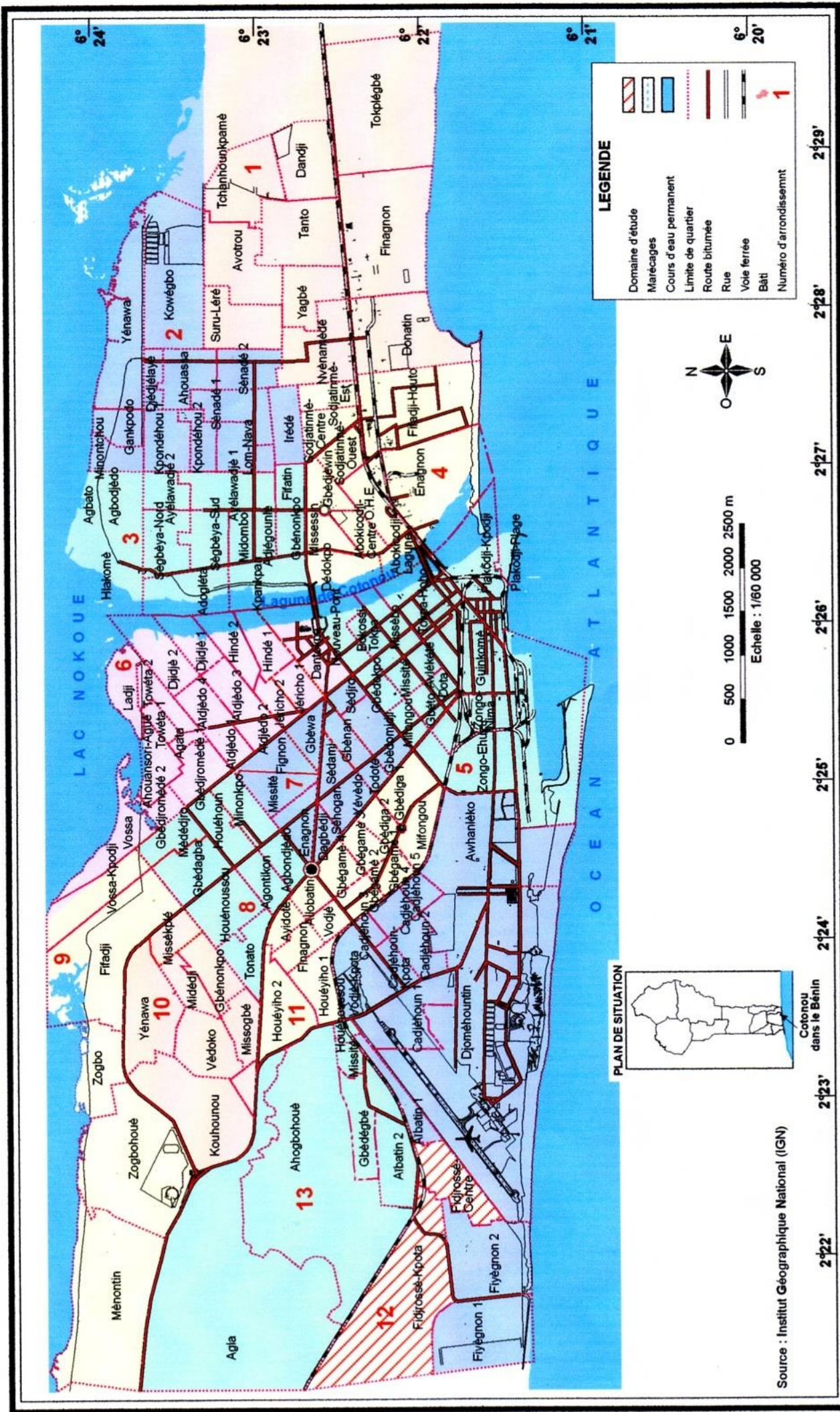


Figure 1 : COTONOU ET SES ARRONDISSEMENTS

1-4-2 Présentation, description et caractéristiques du quartier Fidjrossè

Le quartier Fidjrossè est composé de deux grandes parties : Fidjrossè Kpota et Fidjrossè Centre séparées par une voie pavée ; c'est un quartier du 12^e arrondissement de la commune de Cotonou d'après le découpage administratif territorial. Localisé dans la partie ouest du département du littoral, il est situé entre 6° 21' et 6° 23' latitude Nord et entre 2° 22' et 2° 24' longitude Est et limité au Nord par la voie ferrée Cotonou-Parakou, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par Fiyègnon I et à l'Est par la clôture de l'aéroport. Sa superficie s'étend sur environ 91,92 ha pour une population de 33937 habitants, soit une densité de 370 habitants par hectare. Quant aux parcelles, 1200 seulement sont loties (INSAE, 2004).

Le relief y est assez homogène et constitué d'un ensemble morphologiquement uniforme. Il est basé sur un cordon littoral constitué d'une bande de sable alluvial que traverse un ensemble de marécages qui se communiquent par endroits. Les apports marins de sable obstruent périodiquement l'embouchure du chenal sur la mer au niveau de l'extrémité de la clôture de l'aéroport.

Sur le plan pédologique, le quartier de Fidjrossè repose sur un sédiment meuble et s'étend en majorité sur des sols sablonneux acides :

- sols bruns situés vers la plage ;
- sols blancs à tendance podzolique situés à l'Est et au Nord du quartier.

Ces sols, peu évolués de profil, sont chimiquement pauvres et gorgés d'eau jusqu'en surface au cours des saisons pluvieuses ; ce qui engendre des inondations par endroits.

Quant aux formations végétales, on peut distinguer un certain nombre de formations sur le cordon littoral: une zone de végétation rare et clairsemée formée d'halophytes et de quelques plantations de cocotiers.

Sur le plan humain, la population de Fidjrossè dénombrée est de 33937 habitants au troisième RGPH de février 2002 (INSAE, 2004). On en compte 90 hommes pour 100 femmes. Le nombre de ménages est de 7731. Les ethnies majoritairement rencontrées sont les locuteurs fonphonés. On y rencontre également des Mina, des Gouns, des Yoruba, des Tchabè, des Idaasha. Le quartier est marqué du point de vue des religions par le catholicisme et l'islam. Les autres chrétiens et les célestes sont également représentés.

En ce qui concerne les infrastructures socio-communautaires, le quartier bénéficie de centres de santé (centre psychiatrique de Djako, des dispensaires et des maternités), d'un

commissariat ; l'accès à l'eau potable et l'électricité est assurée. Dans le domaine éducatif, le quartier dispose de 23 écoles primaires (INSAE, 2004).

Les principales activités économiques du quartier sont multiples et assumées par quelques industries manufacturières, de la pêche, de l'élevage, du jardinage, du commerce et du transport. On distingue aussi la restauration et hôtellerie, l'artisanat de métier et de service et le commerce de détail qui sont des activités secondaires (INSAE, 2004).

La figure 3 ci-dessous représente les caractéristiques physiques du quartier fidjrossè.

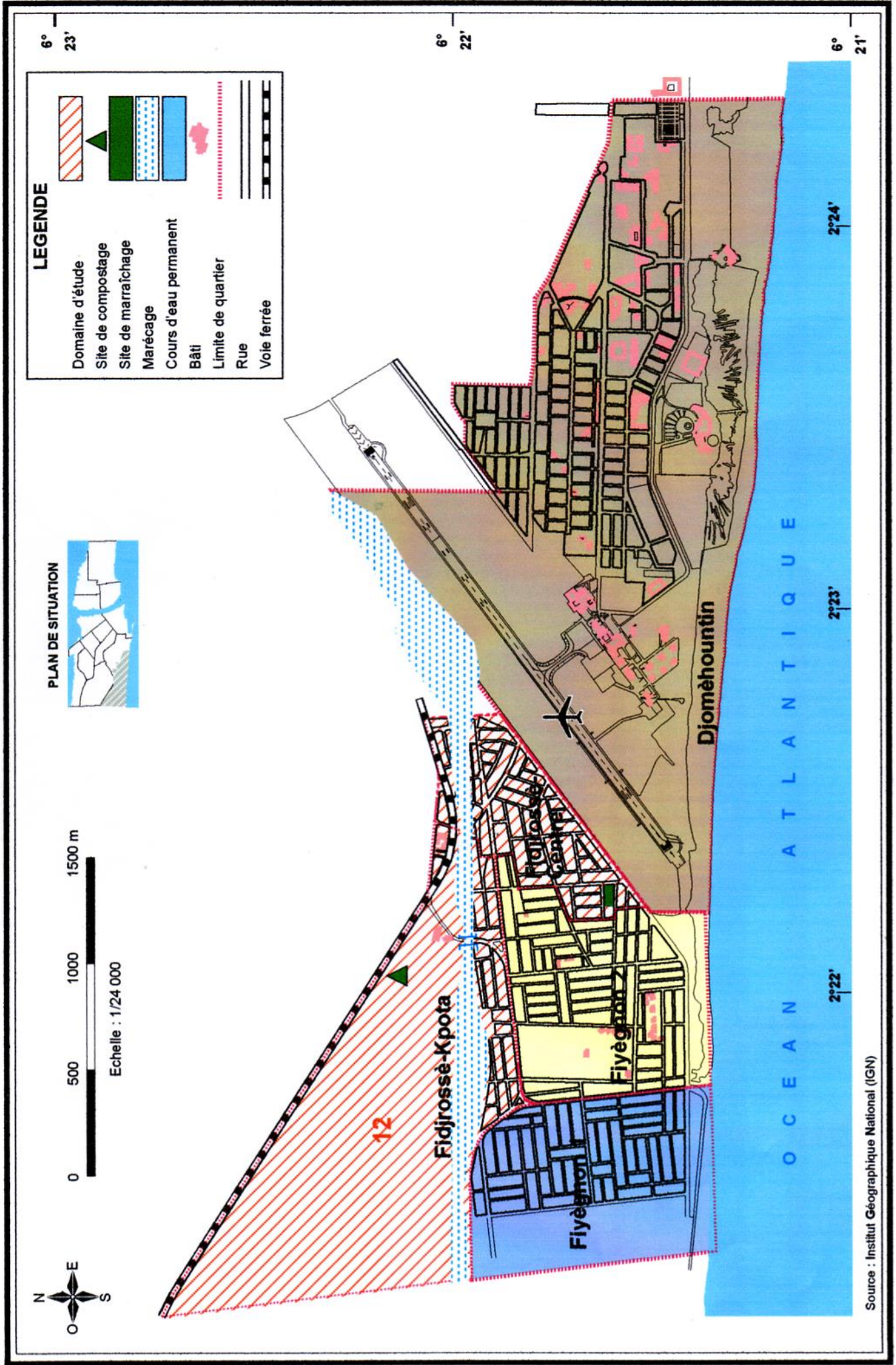


Figure 2 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE FIDJROSSE

CHAPITRE II
METHODOLOGIE

2 – METHODOLOGIE

La méthodologie suivie a consisté à la revue de littérature, des travaux de terrain (enquêtes et interviews, des opérations de pré-collectes de déchets ménagers, de tri, de compostage de la fraction fermentescible des ordures ménagères) et des analyses physico-chimiques au laboratoire pour déterminer la qualité fertilisante agronomique du compost fabriqué.

2-1 La revue de littérature

La recherche documentaire nous a emmené dans les différents centres de documentation de la place et nous a permis de mieux situer notre travail par rapport aux nombreux travaux qui ont porté sur le thème des déchets sans pour autant aborder directement ou complètement l'aspect valorisation par compostage des déchets solides ménagers à Cotonou.

Le premier ouvrage étudié est la thèse de doctorat du troisième cycle en sciences de l'environnement de docteur TONON (Cotonou, 1987) intitulé « La contribution à l'étude de l'environnement en république populaire du Bénin ; espace urbain et gestion des déchets solides dans la ville de Cotonou ». Dans cet ouvrage, l'auteur a fait une analyse de l'état d'assainissement de la ville de Cotonou en identifiant les différents paramètres à prendre en compte pour la formulation de propositions pour la gestion des déchets. Il a mis l'accent sur un certain nombre d'aspects opérationnels du système-déchet qu'il définit comme « l'ensemble de tous les éléments ou facteurs des trois composantes que sont : le sous système milieu physique, le sous système milieu socio-économique et le sous système moyens matériels et organisationnels qui déterminent la nature et la composition des déchets, les modes de sa production, les moyens de sa collecte, de son évacuation, de son élimination ou de sa valorisation. Les propositions formulées par l'auteur pour améliorer la gestion des déchets à Cotonou ont essentiellement trait aux aspects techniques, financiers et institutionnels. Propositions dont l'application dépend des comportements des populations, du cadre juridique et de la volonté politique.

Cet ouvrage a été d'une grande utilité pour notre étude. Il a traité d'un sujet assez proche du notre sans porter directement sur un mode de traitement des déchets. Les résultats de cette étude nous ont permis d'orienter de façon plus spécifique nos recherches et nous ont servi de référence pour apprécier la fiabilité de nos résultats.

Le second ouvrage étudié est le mémoire de DEA de GBEDO (Cotonou, 2002) intitulé « Etude des pratiques endogènes des déchets solides ménagers à Cotonou : Approche pour une gestion durable des déchets solides ménagers ». Au travers de cette étude qui a

consisté à identifier, à décrire les pratiques endogènes de valorisation des déchets solides ménagers à Cotonou et à montrer comment leur promotion peut constituer une alternative pour une gestion durable de ces déchets nous avons dans l'étude de cet ouvrage pu avoir une idée assez claire sur la filière des déchets soldes ménagers, notamment sur le type d'opération qu'est la valorisation.

Enfin l'étude de l'ouvrage du collectif RABEDE (1995) intitulé « Réseau Africain des Bio-ressources et d'Energie, Développement, Environnement » a révélé qu'il s'agit d'un ouvrage dans lequel plusieurs auteurs ont présenté des articles et des communications sur l'utilisation agronomique et le compostage des déchets.

En effet les déchets ménagers sont utilisés dans maints domaines qui constituent des filières de traitement des ordures. Ces filières sont adoptées lorsque les contraintes financières permettant l'acquisition de technologies appropriées.

Selon OUSSEYINOU (1996) la filière du compostage est maîtrisée dans les conditions africaines car des études ont été faites sur le compost au Bénin, au Burkina Faso (siège CREPA), au Mali, en Côte d'Ivoire, au Sénégal, au Cameroun et dans quelques pays du Maghreb (Algérie, Tunisie et Maroc). Ce qui reste à savoir est la rentabilité économique du Compostage et la production de biogaz qui est encore très mal connu en dépit de multiples efforts qui sont fournis dans ce domaine. Ainsi les ordures ménagères sont utilisées en fonction des réalités que vivent les populations urbaines.

L'une des possibilités d'utilisation des ordures ménagères en agronomie est leur transformation en fertilisants organiques pour la production agricole, surtout dans le domaine du maraîchage.

Selon de SILGUY (1996), les agronomes montraient aux paysans déjà au XIXe siècle l'intérêt de l'usage des ordures ménagères en raison de leur teneur en matières organiques. Les nouveaux produits proposés furent baptisés « compost ». Selon le même auteur, les Anglais désignaient sous le terme compost, « des mélanges de terre, de fumier, de végétaux verts, de sciures de bois, de cendres, d'os, de déchets de l'économie ménagère et autres disposés en couches superposées et laissées à la fermentation, pour rendre plus assimilables les éléments fertilisants qui y sont contenus. Dans les zones où se pratiquent maraîchage et horticulture il peut être utile au travers d'expériences pilotes où le compost serait offert gratuitement aux utilisateurs, de susciter leurs intérêts et d'augmenter ainsi la demande. Bon nombre d'utilisateurs ont tendance à croire que, tant que la plante parvient à satisfaire ses besoins en nutriments à partir des engrais chimiques, les rendements continueront à s'améliorer.

Selon HEBETTE (1996), l'expérience a montré que ce n'est toujours vrai, car les engrais chimiques n'apportent pas aux plantes tous les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires et n'ont qu'un effet limité sur les autres facteurs de la fertilité du sol comme la structure, la résistance à l'érosion et le pouvoir de rétention en eau.

Pour remédier à une pareille situation, il serait prudent d'utiliser le compost qui normalement contient tous les oligo-éléments nécessaires outre une quantité appréciable d'éléments majeurs (N, P, K). En effet le compost, par la matière organique qu'il renferme, assure une amélioration très nette de la structure du sol. Incorporé régulièrement aux sols, le compost réduit et bien souvent annule les effets désastreux de l'érosion hydrique et éolienne. A côté de ces actions physiques et mécaniques, il exerce sur les sols une action chimique qui en particulier permet une meilleure utilisation des engrais chimiques, ce qui équivaut à une moindre dépense (HEBETTE, 1996). En fait la matière fertilisante organique du compost joue un rôle capital sur l'ensemble des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol par :

- des effets stabilisants et structurants du sol ;
- une augmentation de la perméabilité ;
- un pouvoir tampon ;
- un effet protecteur des micro-organismes du sol ;
- la régulation et la stimulation de la nutrition minérale des plantes ;
- l'augmentation de l'activité biologique ;
- la protection du sol contre l'érosion.

Selon VERMANDE (1995), compte tenu des moyens matériels et financiers des pays en voie de développement, il s'agit de rechercher des méthodes de traitement les moins coûteuses et les plus écologiquement rationnelles pour sauvegarder l'environnement des villes. Ainsi le compostage est l'ensemble des opérations (tri, fragmentation, fermentation aérobie, affinage) par lesquelles on obtient à partir des végétaux et des déchets contenant de la matière organique, un produit stable et hétérogène appelé compost ; celui-ci présente des caractères généraux de l'humus.

Selon SOCLO *et al.*, (1999), pour relever le double défi de la satisfaction des besoins alimentaires et de la protection de l'environnement, la promotion d'une option de gestion des ordures intégrant une agriculture biologique durable convient aux pays en voie de développement l'une des méthodes actuellement adoptées pour l'élimination des déchets ménagers est la valorisation par compostage, car d'un coût modeste par rapport aux autres modes de traitement (incinération, enfouissement..)

Selon NDUNBE, NGNIKAM et WHETE (1995), le compostage apparaît ainsi comme un moyen permettant tout à la fois d'assainir les villes à moindre coût, de réduire les importations d'engrais chimiques et d'améliorer l'environnement global.

Selon HAUG (1980), le compostage peut être défini comme « la décomposition biologique et la stabilisation des substrats organiques dans les conditions qui permettent le développement des micro-organismes. L'élévation de la température lors d'un tel processus est le résultat d'une production calorifique d'origine biologique qui permet l'obtention d'un produit final suffisamment stable pour le stockage et pour l'utilisation sur les sols sans impacts négatifs sur l'environnement ». Un compost mûr ne présente pas une montée de température et son rapport MO/N est suffisamment faible pour que les cultures ne subissent pas un effet dépressif, appelé « faim d'azote » (HEBETTE 1996). HEBETTE propose en fonction du rapport MO/N les définitions suivantes de la maturité du compost.

- Produit frais $MO/N \geq 60$
- Produit mi frais $50 \leq MO/N < 60$
- Produit mûr $MO/N < 50$

Elle recommande ainsi un produit mûr en grandes cultures de maraîchage, pépinières et comme support en horticulture. Selon l'Agence Française pour la Récupération et l'Élimination des déchets (1990), la maturité du compost ne peut être appréciée de façon fiable en utilisant conjointement divers critères d'ordres physiques (granulométrie, rétention en eau, couleur) chimiques (rapport C/N, $N-NO_3 / N-N+...$) ou biologiques. ADJADEME (1994) a proposé comme définition au compostage aérobie que c'est «un procédé biologique contrôlé ayant pour objet l'accélération et l'optimisation de la bioconversion aérobie des matières organiques par des systèmes microbiens naturels en un produit stabilisé, hygiénique et riche en substances humiques ».

En effet le compostage aérobie passe par des étapes techniques qui sont les suivants :

- le tri des déchets pour en tirer les matières non putrescibles ;
- la mise en andain des matières à composter ;
- la fragmentation grossière des déchets ;
- l'arrosage nécessaire à la fermentation ;
- le contrôle du rapport carbone, azote, de la température et de l'humidité ;
- le retournement des tas ou des andains ;
- la maturation du compost ;
- le tamisage.

Selon JEANGILLE (1995), le compostage aérobie est un processus qui consiste à faire fermenter en présence d'oxygène des déchets organiques (pailles, fumiers, feuilles, écorces, déchets de cultures...) dans des conditions contrôlées

En général, le compostage, c'est le processus de décomposition des matières organiques et leurs transformations en humus par l'action d'un grand nombre de micro-organismes dans un milieu chaud humide. Ainsi le compostage est un processus microbiologique en perpétuel changement, produit par l'activité d'une succession de micro-organismes, chaque groupe étant adapté à un milieu d'une durée relativement élevée.

Cette revue de littérature nous a permis d'orienter notre étude sur « caractérisation et valorisation par compostage aérobie des déchets ménagers du quartier Fidjrossè à Cotonou ».

A ces documents, il convient d'ajouter tous les autres ouvrages mentionnés dans la bibliographie de ce mémoire.

Le tableau suivant rapporte par centre, la nature des documents obtenus et les types d'informations recueillies.

Tableau I : Centres de documentation et informations recueillies

N°	CENTRE DE DOCUMENTATION	NATURE DES DOCUMENTS	TYPES D'INFORMATIONS RECUEILLIES
1	Centre de documentation de la FLASH / CIFRED	Thèses mémoires et rapports	Données générales à caractères méthodologiques sur les déchets
2	Centre de documentation EPAC / FSA	Livres, thèses mémoires et rapports	Données générales à caractères méthodologiques Donnée sur la valorisation des déchets
3	Centre de documentation de DCAM - BEHESDA et PGDSM	Livres, rapports d'études et articles	Données sur la valorisation des déchets
4	Bibliothèque du PNUD	Livres, rapports d'études	Données sur la valorisation des déchets
5	INSAE	Rapports d'études	Données démographiques
6	Centre de documentation du MEPN	Livres thèses mémoires et rapports	Données générales sur les déchets solides ménagers
7	INTERNET	Articles, communications	Définitions, données sur la valorisation des déchets

Source : Travaux de terrain, Août et septembre 2010

2-2 Travaux de terrain

2-2-1 Enquêtes de terrain

Avant d'entreprendre la phase pratique de la recherche, une enquête guidée à l'aide de questionnaire d'enquête (dont des exemplaires se trouvent en annexe I, II) a été menée sur un échantillon de 60 ménages dont 30 ont été identifiés respectivement à Fidjrossè Centre et 30 à Fidjrossè-Kpota de façon aléatoire. De même l'enquête a concerné 60 maraîchers et producteurs de compost de Houéyiho, de Sheraton et de Fidjrossè à raison de 20 maraîchers et/ou producteurs de compost par site suscités.

L'objectif de cette enquête était de recueillir des informations sur :

- le mode de gestion des ordures dans les ménages ;
- les modes de traitements des ordures ménagères ;
- le tri des ordures ménagères par les maraîchers et/ou producteurs du compost,
- la maîtrise et la pratique du compostage à leur niveau ;
- les possibilités d'utilisation en maraîchage du compost produit ;
- les essais agronomiques (confections des planches, plantes cultivées, rendement agronomique).

2-2-2 Technique de pré-collecte

A ce niveau la démarche a consisté à ajouter aux ménages réglementairement pré-collectés par les structures de pré-collecte, 30 ménages de niveau de vie modeste des deux sous quartiers (Fidjrossè Centre et Fidjrossè-Kpota) à raison de 15 ménages par sous quartier. Cette approche trouve sa justification dans le fait qu'on a supposé que les ménages pré-collectés par les ONG avaient un niveau de vie relativement élevé et de ce fait risquaient de biaiser les résultats si l'on voulait caractériser exclusivement les déchets provenant de la collecte des ONG. Ainsi une pré-collecte des 30 ménages parallèlement aux ONG, a été organisée du 11 novembre au 23 décembre 2009. Elle a été opérée suivant le procédé de porte à porte. Les déchets sont collectés dans des demi-fûts initialement remis aux ménages choisis, suite à un travail de sensibilisation. L'ensemble de toutes les ordures ménagères ramassées dans le quartier par jour est convergé par charrette vers un site de décharge transitoire identifié par nous mêmes pour la circonstance. Le site est localisé au voisinage des rails du côté d'un bas-fond à Fidjrossè. Sa superficie est d'environ 100 m². Il s'agit d'un milieu basique dont le sol

est de couleur grise proche des sols hydromorphes. Sur ce site les déchets sont mélangés pour être caractérisés et la fraction fermentescible compostée.

2-2-3 Tri / Caractérisation

Les 522 kg d'ordures ménagères pré-collectées après mélange sont immédiatement pesées et triées à main levée en onze catégories à savoir : 1)- matières biodégradables composées majoritairement des déchets de cuisine (épluchures de fruits, de légumes, restes de repas...) et de déchets végétaux (feuilles mortes, branchages, fleurs et débris de bois) ; 2)- matières minérales fines constituées principalement de sable fin et de cendres ; 3)- matières plastiques (ce sont surtout des objets à base de dérivé de pétrole à savoir : sachets, sacs, vieux ustensiles, jouets et caoutchouc) ; 4)- papiers et cartons 5)- matières métalliques (boîtes de conserve et rebus des forges) ; 6)- textiles et morceaux de matelas ; 7)- verres (morceaux de verre cassé et bouteilles en verre) ; 8)- les chaussures et/ou morceaux de cuir ; 9)- coquillages et perles ; 10)- gravions et morceaux de briques ; 11)- les piles usagées . Chaque fraction est ensuite pesée et le pourcentage des différents composants calculé.

2-2-4 Compostage

La technique adoptée est celle du compostage aérobie du 06 janvier au 25 mars 2010 Elle a consisté à la confection du lit du compost avec des branches de palmier avant sa mise en andain. Les 262 kg de matières biodégradables qui constituent le matériel organique fermentescible des ordures ménagères, sont utilisées pour la réalisation de deux andains rectangulaires de dimensions 5m x 2m x 1m. Les deux andains sont espacés de 10m. Les mesures de températures et d'humidité sont régulièrement relevées. Au cours de cette étape, la prise est effectuée une fois tous les dix jours, à l'aide d'un thermomètre portatif. En cas de déclin de la température, les andains sont retournés pour permettre l'aération de ces derniers et relancer l'activité microbienne. Chaque retournement est suivi d'un arrosage contrôlé. Le retournement permet le brassage complet du compost et son évolution homogène. Au bout de 3 mois environ le compost arrive à maturité. Il est stocké en tas et bâché dans un coin où la maturation continue encore pendant deux semaines et plus. Après ce temps il est mis en sac et conservé dont un échantillon est prélevé pour les analyses physico-chimiques et les essais agronomiques.

2-2-5 Analyses physico-chimiques au laboratoire.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées respectivement dans le Laboratoire d'Hydrogéologie Appliquée de la FAST et dans le Laboratoire des Sciences du Sol de l'Eau et de l'Environnement (LSSEE) de l'INRAB. Ces analyses ont consisté à déterminer :

- Le pH (eau)

Ici 20g de compost ont été dissous dans 50ml d'eau désionisée. Après 20 min d'agitation, on laisse décanter le mélange pendant 30minute et on prend le pH à l'aide d'un pH mètre de type HANNA HI 8014.

- Le pH (KCl)

La démarche expérimentale est la même que précédemment à la seule différence que l'eau distillée a été remplacée par une solution de KCL 1M. L'intérêt de cette mesure est qu'elle permet d'évaluer la contribution du complexe argilo humique dans l'acidité de la solution du sol. Car le KCL libère des ions H⁺ du complexe argilo humique qui viennent s'ajouter à ceux libres dans la suspension. Ainsi le pH (KCL 1M) est plus faible que le pH (eau) de 0,5 à 1 unité en moyenne.

- La matière sèche (MS), la matière organique (MO), et la matière minérale (MM)

Elles ont été déterminées en laboratoire au moyen d'une étuve, d'un four et d'une microbalance. La détermination de la matière sèche est faite par dessiccation à 105°C à l'étuve pendant 48 heures, le pourcentage de la matière sèche est donné par la formule suivante :

$MS (\%) = \text{Poids de l'échantillon séché à } 105^{\circ}\text{C} \times 100 / \text{Poids de l'échantillon humide.}$

Delà on déduit le taux d'humidité par : $\text{Humidité}\% = 100 - (MS\%)$. La matière minérale (MM) est déterminée en minéralisant à 625°C en 24 heures la matière sèche obtenue après dessiccation. La cendre obtenue est pesée et correspond à la masse de MM de l'échantillon traité. Ainsi le taux de matière minérale (MM%) est donné par : $MM\% = \text{masse de la cendre obtenue à } 625^{\circ}\text{C} \times 100 / \text{Poids de l'échantillon humide.}$ Le taux de matière organique (MO%) est donné par : $(MS - MM) \times 100 / \text{Poids de l'échantillon humide.}$

- le Carbone organique total

Le carbone organique total est déterminé par la méthode de Walkley et Black (2010) Le carbone de la matière organique est oxydé par un mélange de dichromate de potassium et d'acide sulfurique. On admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. L'excès de dichromate inutilisé dans la réaction est dosé par le sel de Mohr

(sulfate ferreux ammoniacal) en utilisant le diphénylamine comme indicateur d'oxydo-réduction. L'oxydation a lieu à froid, mais elle est incomplète. La proportion de carbone oxydé varie de 60 à 86%, avec une moyenne de 76% qui est utilisée comme facteur de correction $100/76 = 1.32$.

- Phosphore total

Le phosphore total a été déterminé par minéralisation de l'échantillon en présence de sulfate de potassium en milieu acide sulfurique concentré à 120°C pendant 2 heures (Gächter *et al.*, 1993) où les ions phosphates ont été générés. Ces derniers à leur tour sont dosés par la méthode utilisant le molybdate d'ammonium en spectrophotométrie à flamme. En fait en milieu acide et en présence du molybdate d'ammonium, les phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.

- Azote total KJELDAHL

L'azote de la matière organique est transformé à ébullition, en azote ammoniacal sous l'action de l'acide sulfurique (oxydant). Le carbone et l'hydrogène se dégagent à l'état de CO₂ et de vapeur d'eau (H₂O) tandis que l'azote transformé en azote ammoniacal est fixé immédiatement par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammoniaque. Pour accroître l'action oxydante de l'acide, on ajoute au milieu réactionnel du sulfate de potassium, du sulfate de cuivre et du sélénium comme catalyseur. Lorsque la matière organique est totalement oxydée, l'ammonium formé est déplacé de ces combinaisons par entraînement à la vapeur et recueillie dans une solution d'acide borique. Il est enfin dosé par une solution aqueuse d'acide sulfurique titrée (KJELDAHL).

- Nitrate

Il est déterminé à l'aide des KITS (spectroquant 1.14773.0001, Merck)

-Potassium et Sodium

Le dosage du potassium et du sodium est effectué par le spectrophotomètre de flamme.

La technique d'analyse par photométrie de flamme procède par comparaison avec une série de quelques solutions étalons (Na⁺ et K⁺) dont les propriétés sont analogues aux solutions inconnues. Cet étalonnage de l'appareil doit être fait lors de chaque série de dosage. S'il est préférable de ne pas savoir à côté des éléments à doser, de fortes quantités de produits étrangers, il est possible, la plupart du temps, de compenser toute interaction qui pourrait en résulter, en ajoutant aux solutions, ces produits à des concentrations voisines (<http://www.google.com/méthode d'analyse.org>).

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSIONS

3- RESULTATS ET DISCUSSIONS

Ici, il s'agit de présenter les résultats obtenus lors des différents travaux de terrain, le suivi de compostage et les analyses du compost au laboratoire.

3-1 Résultats des travaux de terrain

Les enquêtes menées auprès des ménages, des potentiels maraîchers et producteurs de compost ont permis de faire un état des lieux sur le système de gestion des ordures ménagères à Fidjrossè afin d'apprécier leur connaissance sur le sort des ordures après ramassage.

3-1-1 Résultats d'enquête auprès des ménages

Le tableau II ci-après représente les résultats obtenus auprès des ménages.

Tableau II : Résultats d'enquête au niveau des ménages

Questions	Réponses		Pourcentage	
Avez-vous une poubelle pour vos ordures ?	Oui : 58		96,67%	
	Non : 2		3,33%	
Êtes-vous abonnés à une structure de pré-collecte ? Ou jetez- vous vos ordures ? Vous les enfouissez ? où vous les incinérez ?	Abonné à une structure de ramassage : 37		61,67%	
	Rejet sur les dépotoirs sauvages : 15		25%	
	Enfouissement : 00		00%	
	Incinération : 8		13,33%	
Quelle est la quantité de déchets ménagers que vous produisez par jour ?	≤ 1kg : 49		81,67%	
	Compris entre 1kg et 2kg : 9		15%	
	> 2kg : 2		3,33%	
Connaissez-vous le devenir de vos ordures après vous en être débarrassé ?	Oui : 10		16,67%	
	Non : 50		83,33%	
Pensez-vous qu'on peut gérer autrement vos déchets ? Autrement dit vos déchets peuvent être soumis à un mode de traitement durable et efficace ? (Valorisation par compostage ?)	Oui : 53 (comment) 36	Une réponse :	60%	88,33%
		Sans réponse :	28,33%	
	Non : 7	Une réponse : 6	10%	11,67%
		Sans réponse : 1	1,67%	

Source : Travaux de terrain, octobre et novembre 2009

L'analyse des données du tableau II montre que 96,67 % des ménages enquêtés possèdent de poubelles et 61,67 % sont abonnés à aux structures de pré-collecte. Ceci dénote de l'importance accordée par la population à l'assainissement du cadre de vie suite aux multiples efforts de sensibilisation des ONG et des autorités locales. Malgré les multiples interdictions et mesures répressives engagées tant par les services du Ministère de la Santé que ceux de

l'environnement, 25 % des ménages continuent de jeter leurs ordures sur des dépotoirs sauvages tandis que 13,33 % continuent de faire l'incinération. Bien que ce comportement dénote d'un incivisme caractérisé, il semble lié à la pauvreté de ceux qui le pratiquent dont les revenus ne permettent pas toujours de s'abonner à une structure de pré collecte. En effet l'enfouissement nocturne ne se fait plus. La quasi-totalité des personnes interrogées, savent désormais le devenir de leurs déchets qu'après s'en être débarrassées. 81,67 % des ménages enquêtés ont une production journalière inférieure ou égale à 1kg de déchets ménagers alors que 15% produisent une quantité de déchets comprise entre 1kg et 2 kg. Ces ménages sont généralement d'un niveau de vie élevé. Le reste des personnes interrogées génèrent une quantité de déchets supérieure à 2 kg/j. Elles représentent 3,33% de la population enquêtée. Cette frange de notre échantillon est constituée dans sa grande majorité de vendeuses de denrées périssables (fruits et légumes) dont les déchets provenant de leurs activités commerciales viennent grossir leurs ordures ménagères. 88,33 % des ménages pensent qu'on peut gérer autrement leurs déchets et proposent le renforcement des informations en leur sein, mais quant à la question de savoir comment 60 % ont proposé la méthode du compostage. Pour ceux qui n'ont pu donner de réponses, elles sont tout aussi variées que parfois contradictoires.

Le tableau III suivant représente les résultats d'enquête des maraîchers et producteurs de compost de Houéyiho.

3-1-2 Résultats d'enquête auprès des maraîchers et producteurs de compost de Houéyiho

Tableau III : résultat d'enquête au niveau des maraîchers et producteurs de compost

Questions	Nombre de personnes réponses/type de réponse	Pourcentage		
Etes-vous maraîchers et/ou producteurs de compost ?	Maraîchers: 24	40%		
	Fabricants exclusifs de compost : 5	8,7%		
	Les deux: 31	51,67%		
Quelle technique de compostage utilisez-vous ?	Compostage aérobie: 30	100%		
	Compostage anaérobie: 00	0%		
Comment obtenez-vous la matière première	Chez les structures de pré collecte: 00	0%		
	Dans les marchés, hôtels et ménages	100%		
Triez-vous les déchets avant compostage ?	Oui: 30	A la source: 30	100%	100
		Sur le terrain: 00	0%	%
	Non: 00	0%		
Volume moyen de déchets organiques compostés par cycle	≤ 21m ³ : 18	60%		
	Comprise entre 21 et 25m ³ : 12	40,%		
	> 25m ³ : 00	0%		
Volume moyen de compost mûr obtenu par cycle	≤ 2000kg: 18	60%		
	Comprise entre 2000 et 2500kg: 12	40%		
	> 2500kg: 1	0%		
Durée du cycle de compostage	≤ 3 mois: 30	100%		
	Entre 3mois et 6mois: 00	0%		
	> 6mois: 00	0%		
Quel est le devenir de votre compost ?	Utilisation dans le maraîchage: 15	50%		
	Vente : 15	50%		
Quels fertilisants utilisez-vous dans vos activités professionnelles?	Fertilisants synthétiques seuls: 00	0%		
	Fertilisants synthétiques + fiente: 11	36,67%		
	Compost seul: 6	20%		
	Fertilisants synthétiques + Compost: 13	43,33%		

Source : Travaux de terrain, octobre et novembre 2009

Quarante pour cent (40 %) des personnes interviewées sont des maraîchers, huit virgule trente trois pour cent (8,33 %) sont des producteurs de compost et sont constituées

exclusivement des structures de pré-collecte. Cinquante un virgule soixante sept pour cent (51,67 %) sont des maraîchers et producteurs de composts, ils fabriquent et utilisent le compost pour le maraîchage. Ces derniers reconnaissent faire le compostage à partir de matières premières récupérées des marchés des hôtels et des structures de pré-collecte de déchets urbains. Cent pour cent (100 %) des fabricants de compost utilisent des matières biodégradables pré-triées à la source. Ils affirment tous faire le compostage aérobie en trois mois au maximum. La quantité moyenne de déchets compostés par cycle est inférieure ou égale à 21m³ pour soixante pour cent (60 %) des fabricants. Cette proportion des fabricants affirme produire par cycle de compostage une quantité moyenne de compost inférieure ou égale à 2000 kg, cinquante pour cent (50 %) de la population de fabricants de compost reconnaissent vendre une partie ou la moitié du compost produit aux agriculteurs périurbains. Pour tous les maraîchers interrogés les fertilisants synthétiques viennent toujours en complément aux engrais organiques dans les pratiques culturales. Trente six virgule soixante sept pour cent (36,67 %) d'entre eux utilisent les fertilisants synthétiques avec fientes. Ils n'ont jamais utilisé le compost et souhaitent l'essayer alors que quarante trois virgule trente trois pour cent (43,33 %) les utilisent avec du compost. Seulement vingt pour cent (20 %) des maraîchers utilisent exclusivement du compost dans la production des fruits et légumes.

De ce qui précède on peut retenir que le quartier Fidjrossè qui est l'un des quartiers périphériques de Cotonou, a connu des avancées notoires dans le domaine de l'assainissement du cadre de vie, mais des efforts supplémentaires restent à faire. Contrairement aux pratiques qui ont cours dans le passé à Cotonou où les déchets urbains pré-collectés sont purement jetés dans les bas-fonds, ici ils sont en partie valorisés à travers le compostage. C'est également l'un des quartiers où l'agriculture périurbaine se développe en s'appuyant en partie sur l'utilisation des composts concomitamment avec celle des engrais chimiques et des fientes de volaille.

3-1-3 Pré collecte et Tri

La pré collecte des ordures effectuée auprès des ménages a permis de faire le tri sur un site identifié à Fidjrossè.

Ainsi le tableau ci- après représente les résultats issus du tri des ordures ménagères.

Tableau IV : Résultats de la caractérisation des ordures ménagères de Fidjrossè

Périodes	Quatités (kg)											Total
	Matières biodégradables	Matières Fines	plastiques	Papiers, carton	métaux	Textile chiffon	verre	Chaussures cuir	Os et coquilles	Gravions, morceaux de briques	Piles	
1 ^{ere} semaine	56,2	36	9,2	3,8	1,3	1,1	1,0	0,7	0,4	0,3	0,0	110
2 ^{ème} semaine	68,9	44,2	10,8	6,6	2,9	1,5	1,6	1,1	1,2	0,0	0,2	139
3 ^{ème} semaine	60,5	38,7	10	4	0,7	1,2	1,1	0,9	0,6	0,2	0,1	118
4 ^{ème} semaine	76	49	13,4	7,1	3,1	2	1,6	1,3	1,1	0,3	0,1	155
total	261,9	167,9	43,4	20,5	8,0	5,8	5,3	4,1	3,3	0,7	0,4	522
Pourcentage (%)	50,19	32,18	8,31	4	1,58	1,11	1,01	0,79	0,63	0,13	0,7	100

Source : Travaux de terrain, janvier 2010

L'analyse des données du tableau III montrent que 50,19 % des déchets collectés et traités sont constitués de matières biodégradables dont majoritairement des déchets de cuisine (restes d'aliments, épluchures de fruits, légumes, ...) et de déchets végétaux (feuilles mortes, branchages, fleurs et débris de bois) ; 32,18 % de sable fin ; 8.31 % de matières plastiques ; 4 % de cartons et papiers ; 1,58 % de métaux ; 1,11 % de textiles et de débris de mousse ; 1,01 % de verres ; 0,79 % de chaussures et cuirs ; 0,63 % de coquilles, de carapaces, de crabes et de perles ; 0,13 % de gravions et de morceaux de briques ; 0,7 % de piles mortes.

Une prise de mesure au niveau du tas révèle que le pourcentage d'humidité des déchets est de 75%. Cette valeur trouvée est comparable à celle rapportée par les études d'ADJAHOSSOU et AGUEWE en 1995 qui ont trouvé un taux d'humidité de 75 % pour les ordures ménagères des quartiers périphériques de Cotonou. Par contre elle est différente aux taux d'humidité se situant entre 57,1 et 65 % (NGNICAM *et al*, 1995) trouvé pour certaines villes d'Afrique Centrale. Elle l'est également par les études de TCHAKPA (2008) qui ont trouvé un taux d'humidité de 60 %. Il ressort de l'étude d'ADJAHOSSOU *et al*, (1995) que le taux d'humidité varie non seulement selon les saisons, mais également selon le niveau de vie des populations collectées.

S'agissant du compostage, certains auteurs pensent qu'un fort taux d'humidité ne favorise pas la pénétration de l'air dans au moins 50 % de la masse du compost, et de ce fait, bloque l'évolution de ce dernier. Ainsi l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets propose un taux d'humidité compris entre 50 et 60 % au démarrage du compostage, tandis que JEANGILLE (1995) préconise des valeurs comprises entre 50 et 75 %. Notre taux d'humidité étant compris entre ces dernières limites.

Au total 262 kg de matières biodégradables ont été compostées sur une aire de 100 m².

D'après ces résultats, on peut donc retenir que l'hypothèse selon laquelle les déchets solides ménagers de Fidjrossè contiennent de fortes proportions de matières organiques fermentescibles est vérifiée.

3-2 Suivi du compostage

3-2-1 Suivi de l'évolution de la température des andains.

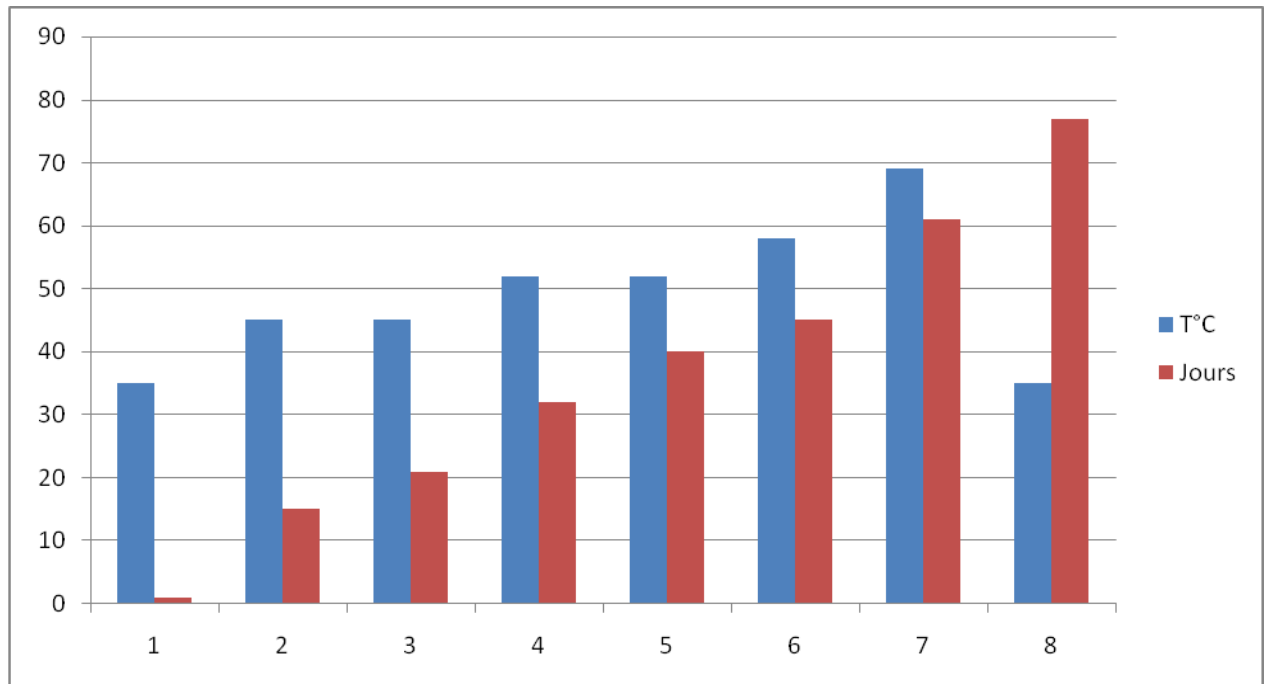


Figure 4 : Graphique d'évolution de la température du compost en fonction des jours
Source : TCHAKPA, 2010

Le graphique de la figure 4 ci-dessus traduit l'évolution de la température moyenne relevée au niveau des deux andains en fonction du temps. La température moyenne des andains a démarré à partir de 35°C le 1^{er} jour et a connu une légère augmentation jusqu'au voisinage de 38°C au 2^{ème} jour et 45° le 15^{ème} jour. De là elle est restée constante jusqu'au 21^{ème} jour signalant un ralentissement voire un arrêt du processus de dégradation de la biomasse. A cette date les andains ont connu le premier retournement et le premier arrosage pour relancer l'activité microbienne. Du 21^{ème} jour au 32^{ème} la température s'est accrue de six (07) unités passant de 45°C à 52°C. Cette augmentation de la température est une expression de la reprise de l'activité des microorganismes décomposeurs. Du 32^{ème} au 40^{ème} jour la température est redevenue constante et égale à 52°C signalant l'arrêt des processus microbiologiques. A cet instant un deuxième retournement des andains est intervenu le 40^{ème} jour qui a fait passer la température de 52°C à 58°C le 45^{ème} jour et enfin un troisième retournement qui a fait passer la température de 58°C à 69°C au 61^{ème} jour. Delà elle a commencé par décroître jusqu' à 35°C voire 25°C au 77^{ème} jour. Les expériences de l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (France) ont conduit à des températures comprises entre 60 et

70°C en compostant les ordures ménagères produites en France. Il en est de même pour les expériences de (BINTOU, 1995) qui ont conduit à des températures élevées comprises entre 70 et 73°C en compostant les déchets et substrats végétaux disponibles en zone sahélienne et dans la ville de N'djaména. Pour lui les déchets riches en micro-organisme et azote favorisent bien la fermentation. Des niveaux plus élevés de températures permettent d'obtenir un produit plus sain. En réalité, le dimensionnement de l'andain influe sur l'évolution des températures. Cette évolution de la température du compost rend compte de l'activité biologique qui a lieu en son sein. Selon ONIFADE 2006, la température du compost commence par croître quand l'activité microbienne est très intense et la dégradation de la matière organique est amorcée. Cette montée de la température au cours de l'opération de compostage est un moyen de destruction des germes pathogènes conduisant ainsi à l'innocuité du compost à maturité. Dès que la quantité de matière organique finit de se décomposer, l'activité des microorganismes cesse et la température descend à son minimum. A ce stade le compostage prend fin, mais le compost issu de l'opération n'est pas encore totalement mûr. Il doit être ré-entassé et soigneusement recouvert pendant une période d'environ deux à trois semaines pour permettre sa maturation. C'est pendant cette phase que la minéralisation de la matière organique s'achève et le compost peut être utilisé pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques, de même que pour les essais agronomiques.

La photo suivante traduit le compost mûr ainsi fabriqué.

3-2-2 Compost fabriqué



Photo 1 : Compost tamisé réalisé à Fidjrossè

Source : Cliché TCHAKPA, (Avril 2010)

L'analyse de la photo 1 ci-dessous réalisée traduit le compost mûr fabriqué à Fidjrossè.

En effet des 262 kg de déchets fermentescibles on a obtenu 172 kg de compost frais soit un rendement de 65,67 %. Rapporté à la masse d'ordures collectées ce rendement donne 43 %. Ce taux de transformation des ordures ménagères est non négligeable et peut contribuer considérablement à réduire les nuisances si la collecte et le compostage sont régulièrement effectués. Le compost réalisé est morphologiquement homogène avec une couleur grise sombre et illustre les caractéristiques d'un compost mûr.

Ces résultats obtenus permettent de confirmer que l'hypothèse selon laquelle le compostage de ces déchets solides ménagers pourrait constituer une voie de réduction des nuisances dans le quartier Fidjrossè est vérifiée.

3-3 Caractéristiques physico-chimiques du compost fabriqué

Pour réaliser les caractéristiques physico-chimiques du compost, un échantillon a été prélevé

Pour des analyses physico-chimiques au laboratoire. Les résultats de ces analyses sont consignés dans le tableau V.

Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques du compost à base d'O M

PARAMETRES	UNITE	Norme	METHODE METSON
Matières sèches	%		58
Humidité	%		42
Matières minérales	%		88,92
Matières organiques	%	15 -20	11,08
Carbone organique total	%		6,43
Azote totale	%		0,55
C/N	-	10-15	11,69
Phosphore total	%		0,062
Nitrate	%		0,35
pH eau	-		6,72
pH KCl	-		6,11
Sodium	Bases Echangeables	méq/100gMS	1,82
Potassium		méq/100g MS	8,22
Calcium		méq/100g MS	16,31
Magnésium		méq/100g MS	19,22
Somme Bases Echangeables		méq/100g MS	45,57
CEC (capacité d'échange cationique)			méq/100g MS
>2000µm (Refus)	Granulométrie	%	29,8
2000-200 µm (Sable grossier)		%	67,1
200-50µm (Sable fin)		%	2,94
50-20 µm (Limon grossier)		%	0,568
20-2 µm (Limon fin)		%	0,105
2-0 µm (Argile)		%	0,07
Texture			Grossier

Source : Analyse au laboratoire d'Hydrogéologie Appliquée de la FAST et au LSSEE de L'INRAB, novembre et décembre 2010

Le compost analysé présente un taux plus ou moins fort d'humidité, une faible acidité mais des valeurs élevées en matières organiques. On note aussi des valeurs élevées en bases échangeables (Ca=16,31 ; Mg=19,22 ; K=8,22 ; Na=1,82) et en capacité d'échange cationique. L'évaluation de la qualité d'un compost est une question complexe étant donné que les besoins particuliers des sols et des plantes en plus de l'éventail des méthodes d'utilisation des composts :

- La Norme Nationale du Canada concernant les amendements organiques (1996) stipule qu'un compost mature doit avoir un rapport C/N inférieur ou égal à 25 "puisque en général, la

décomposition d'un compost ayant un rapport C/N inférieur ou égal à 25 dans un sol n'entraîne pas l'immobilisation de l'azote du sol au détriment des végétaux".

- La maturité est aussi souvent évaluée par le rapport C/N. Il a été établi qu'un rapport C/N voisin de 10 -15 correspond à un compost mature qui peut amender considérablement les sols sur lesquels les plantes tirent leurs substances nutritives (NAMKOONG *et al*, 1999).

En ce qui concerne le compost que nous avons produit, le rapport C/N est de 11,69 ce qui est tout à fait acceptable. Ce qui indique que le compost était mûr. Cette valeur est légèrement supérieure à celle trouvée par GNONZAN, (2003) qui est de 11,50. Pour JUSTE et POMMEL (1987), un rapport C/N compris entre 10 et 25 est stabilisant pour les sols sur lesquels le compost est appliqué. Mais ce rapport seul n'est pas suffisant pour estimer la maturité d'un compost, il est nécessaire de le combiner avec d'autres paramètres physico-chimiques.

Plusieurs auteurs dont HAMDA et INOKO (1980) citent qu'un compost ayant une CEC égale ou supérieure à 60 méq /100g MS est mature. Le compost produit dans nos essais a excédé ce critère. La capacité d'échange cationique est la capacité d'une matière organique de capter réversiblement les cations. L'humus a une forte CEC et fixe les ions minéraux nutritifs tels que les cations K^+ et Ca^{2+} et les phosphates de manière à les rendre disponibles aux plantes pour leur croissances et leur développement (MUSTIN, 1987). La CEC est un indice général de la maturité d'un compost et sa valeur a tendance à augmenter graduellement lors du compostage puis à plafonner.

Le pH est aussi un indicateur de maturité du compost. En effet, les composts matures ont un pH compris entre 7 et 9 (AVNIMELECH *et al*, 1996). Les pH mesurés variant de 6,11 à 6,72 sont un peu faibles et seraient dû aux sols acides de la ville de Cotonou où l'expérimentation a été réalisée.

Les particules dont la taille est inférieure à 2 mm constituent la proportion la plus importante quelque soit le traitement. Le compost présente une structure dont les particules sont plus petites et assez homogènes, et la texture se rapproche de celle d'un sol. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par plusieurs auteurs dont SOUDI (2001) et CHARNAY (2005).

Le fort taux d'éléments fins du compost pourrait s'expliquer par le processus de décomposition / dégradation au cours du compostage et les teneurs élevées en éléments fins des déchets. Les fortes proportions des éléments fins témoignent d'une bonne qualité des composts bien que les refus avoisinent les 29,8 %.

Ces résultats permettent de dire qu'à dose acceptable, le compost étudié pourrait être valorisé en agriculture.

3-4 Importance de la valorisation pour une gestion durable et efficace des déchets solides urbains

Selon plusieurs auteurs, la valorisation des déchets solides urbains revêt une grande importance pour une gestion efficace et durable. Pour VERNIER (2001), cette importance se note essentiellement à deux niveaux :

-du point de vue économique, il note en premier lieu une économie financière dans la mesure où la valorisation permet de donner de la valeur financière à un matériau usagé. En second lieu, la valorisation permet également une économie de matière première (le bois pour le papier) ou une économie d'énergie (recyclage du verre ou de l'aluminium)

-du point de vue traitement global des déchets on peut espérer une amélioration qualitative du traitement (en séparant le verre, on évitera de le retrouver inerte dans le refus d'incinération ou de compostage) ou simplement quantitative (en recyclant tout ce qui est possible, on allège la quantité de déchets à traiter par des procédés plus coûteux).

Dans un pays comme la Suisse qui dispose d'un système de gestion des déchets urbains les plus performants au monde, un accent particulier est mis sur la valorisation des déchets. Une étude de l'Office Fédérale de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEP) en Suisse révèle que 48 % des déchets urbains sont recyclés. Selon cette même étude avec 7,2 millions d'habitants, la Suisse et la principauté de Lichtenstein produisent 4,99 millions de tonnes de déchets urbains par an. Les 48 % de ces déchets représentant 2,41 millions de tonnes sont recyclés grâce à une collecte sélective efficace des différentes composantes valorisables. Ainsi, la filière de recyclage s'est imposée en Suisse comme un moyen de plus en plus efficace de traitement des déchets urbains diminuant de façon considérable la part des déchets urbains incinérés ou enfouis.

En France également la valorisation des déchets occupe une place prépondérante. Selon VERNIER, en 2007, en France 71 % de verre est récupéré pour le réemploi et le recyclage ; 54 % des emballages en papier carton est récupéré et valorisé ; 15 % des textiles pour la réutilisation et le recyclage ; 19 % des bouteilles plastiques est récupéré pour la réutilisation ou le recyclage ; 100 % des emballages métalliques en acier, et 27 % des emballages métalliques en aluminium sont également récupérés et recyclés. Pour récupérer ces déchets dans des conditions requises pour la valorisation, la quasi-totalité de la population française est aujourd'hui desservie par une collecte sélective contre seulement 20 % en 1997.

Il est à noter cependant que si dans les pays comme la France et la Suisse, le niveau organisationnel et technologique a permis d'atteindre un taux de collecte sélective et de valorisation élevé, il n'en est pas de même dans les pays en développement comme le Bénin.

3-4-1 Importance du compostage dans l'aménagement du territoire

A l'heure actuelle où il est de plus en plus questions de la valorisation des ordures ménagères dans la double perspective d'optimiser la gestion des ordures afin de protéger l'environnement, il paraît important de montrer amplement le rôle du compostage dans l'aménagement du territoire afin d'amener les acteurs à s'intéresser au mieux ce secteur.

3-4-1-1 Utilité de la collecte dans la gestion des déchets

La collecte des ordures ménagères est un type d'aménagement pour une localité. En effet la collecte où la pré-collecte est effectuée par les charretiers qui passent dans les ménages abonnés pour collecter les ordures et les déposer au poste de transfert où elles sont évacuées par un camion vers la décharge finale. Ce mode de gestion contribue à la réduction d'immenses tas d'immondices qui jonchent les parcelles vides et les rues secondaires. Actuellement pour réussir à l'assainissement de la ville de Cotonou, le service de la pré collecte et de la collecte est assuré par 52 ONG et 6 entreprises régulièrement autorisées par la mairie et qui sont réparties sur 95 secteurs d'intervention sur tout le territoire de la ville de Cotonou (DST / Mairie de Cotonou, 2007). Au quartier Fidjrossè, la pré-collecte des déchets est assurée par 5 structures qui assurent le service dans 5554 ménages abonnés sur 7731. Le taux de couverture et de pré-collecte est estimé à 68 %. Par ailleurs, il ressort de cette étude que 96,67% des ménages enquêtés possèdent de poubelles et 75 % sont abonnés à une structure de pré-collecte. La production d'ordures par ménage varie entre 0 et 2 kg/j.

Tous ces indicateurs témoignent de la non réticence des habitants face aux modalités de prestation de service qu'exige le contrat d'abonnement afin d'avoir un environnement social assaini pour le bien être de la population. Ainsi la prolifération des intervenants dans les services urbains de proximité amène ceux-ci à être plus imaginatifs dans la proposition des prestations aux habitants.

L'assainissement du quartier qui est du domaine de la municipalité relève de la responsabilité collective des habitants, ou chacun est appelé à apporter sa contribution et à avoir des comportements écologiquement moderne visant à lui conférer un aspect de ville propre qui attire davantage et mieux les investisseurs.

3-4-1-2 Utilité du compostage dans la gestion des déchets

Au regard du rôle important que joue la matière organique qui constitue la fraction fermentescible des ordures, la gestion d'une grande quantité de déchets ne doit plus être problématique. En effet, 100 % des producteurs de compost de PGDSM utilisent des matières biodégradables pré triées à la source provenant des ordures urbaines collectées dans certains quartiers de Cotonou. Le volume de déchets compostés par cycle est inférieur ou égal à 21m³. la quantité moyenne de compost produit par cycle est inférieure ou égale à 2000 kg. Le compost produit contribue à l'amélioration de l'environnement en ce sens la matière organique favorisant le développement des vecteurs est stabilisé durant le compostage. Cette opération qui consiste à composter les ordures ménagères pourra résoudre la question d'infiltration des substances toxiques des ordures en milieu urbain ou péri urbain. Il convient de rappeler que les substances toxiques affectent les nappes phréatiques, les eaux de surface ou de souterraine. Ces eaux qui sont utilisées dans l'agriculture péri urbaine ont des effets nocifs sur les cultures consommables par la population. Ce mode de gestion des déchets relatif au compostage permet bien évidemment de sauvegarder ces ressources naturelles et contribue à la bonne santé de l'environnement. Par ailleurs, l'analyse de ce travail montre que la production d'ordures ménagères paraît inutile pour la population. Or la transformation de ces ordures en compost pourrait amender les sols siliceux acides rencontrés à Cotonou en général et plus particulièrement à Fidjrossè. Dans ce quartier, 50,19 % des déchets collectés sont constitués de matières fermentescibles. Le compostage de ces déchets a donné un rendement en compost de 65,67 %. Ce qui favorise la réduction de la dégradation des conditions d'hygiène et de salubrité et constitue une réelle activité génératrice de revenus importants pour les organismes intervenants dans ce mode de gestion des ordures.

Ainsi donc comprise, la valorisation des ordures ménagères a pour fin à la fois de promouvoir la sauvegarde de l'environnement, d'améliorer les cadres de vie et des conditions d'hygiène des habitants en atténuant les risques environnementaux par une organisation prospective de l'espace, reposant sur une orientation concertée des activités et des équipements afin d'avoir un développement durable, équilibré et soutenu, seuls gages de succès

De ces valeurs agronomiques du compost et de son importance dans l'aménagement on peut donc retenir que l'hypothèse selon laquelle le compost obtenu serait un fertilisant efficace pour les sols de culture périurbaine de Cotonou et constituerait un atout important dans la gestion durable et efficace des ordures ménagères est vérifiée.

3-5 Perspectives pour la thèse

3-5-1 Importance du problème

La situation actuelle des villes africaines par rapport aux ordures ménagères est inconciliable avec l'amélioration de l'état de santé des populations de l'hygiène du milieu et de la protection de l'environnement.

Ces villes et surtout la capitale économique, Cotonou montre des réalités insupportables : développement urbain tentaculaire, quartiers entiers exclus des services urbains, équipes municipales débordés et inefficaces paysages urbains marqués par des amoncellements de détritiques et un cadre de vie particulièrement insalubre.

Malgré la création d'un cadre institutionnel et réglementaire les discours et les prises de positions pour la salubrité, l'environnement ou la santé pour tous, le problème des déchets semble empirer de jour en jour. Par ailleurs, la mobilisation des jeunes, des communautés, des secteurs privés, aux côtés des services municipaux et de l'état n'ont pas débouché sur la maîtrise de la gestion des déchets. Or la place des déchets dans les villes est révélatrice du niveau de maîtrise du développement urbain par ses responsables et ses habitants. C'est dire qu'il y a nécessité de s'engager dans la recherche de solutions nouvelles.

Par ailleurs les études réalisées par TONON, 1987 portant sur « la contribution à la connaissance de l'espace urbain et la recherche de solutions aux problèmes de gestion de déchets solides dans la ville de Cotonou » ont préconisé la mise en décharge contrôlée, le compostage le recyclage et l'incinération comme méthode de traitement possible des déchets. Mais l'une des méthodes la plus appropriée adaptée à la condition de vie et au climat tropicale est le compostage. Ainsi, il s'est avéré possible d'accroître la potentialité agricole en assainissant autrement dit produire du compost pour enrichir les sols à partir de la décomposition des ordures ménagères. C'est de ces considérations que découle le choix de notre thème intitulé « caractérisation et valorisation par compostage aérobie des déchets solides ménagers à Cotonou » trouve sa justification.

Dans ce cadre l'étude aura pour objectif de Valoriser les ordures ménagères biodégradables par compostage aérobie en vue de leur utilisation en agriculture périurbaine comme produit de substitution des engrais chimiques de synthèse. De façon spécifique il s'agira de :

- Caractériser les ordures ménagères du quartier Fidjrossè ;
- Composter la fraction organique biodégradable des ordures ménagères pré collectées ;
- Evaluer les propriétés physico-chimiques et la qualité agronomique du compost à base d'ordures ménagères.

- Montrer l'importance du compostage dans la gestion durable et efficace des ordures

3-5-2 Méthodologie

La démarche méthodologique qui sera utilisée pour la conduite de cette étude, s'articulera autour de trois points principaux :

La documentation, les travaux de terrain, l'analyse et l'interprétation des résultats.

3-5-2-1 Documentation

Cette phase consistera à parcourir un certain nombre de centres de documentation pour compléter la bibliographie établie lors de la rédaction du mémoire de DEA. Une étude de différents documents sélectionnés nous permettra de faire le point sur les travaux déjà réalisés sur le sujet et d'approfondir nos réflexions en la matière.

3-5-2-2 Travaux de terrain

- Les enquêtes de terrain : un échantillonnage sera réalisé parmi les principaux groupes cibles dont les ménages, les marchés, les structures de valorisation, les autorités locales. Les enquêtes seront faites à travers des interviews complétées au besoin par des questionnaires qui seront élaborés à cet effet.

- Les observations directes et indirectes se feront sur le terrain à l'aide de grilles élaborées pour apprécier l'état d'assainissement des zones cibles, les conditions d'exercice des pratiques de valorisation et les impacts des rebus l'environnement.

- La collecte des déchets se fera par le procédé de porte à porte à l'aide des démis-fûts initialement remis aux ménages. Les déchets obtenus seront caractérisés et mis en compostage. Un échantillon du compost fabriqué sera prélevé pour des analyses physico-chimiques de même que pour les essais agronomiques.

Ces différentes phases permettront d'obtenir des données et des informations qui seront ensuite analysées et interprétées.

3-5-2-3 Analyse et interprétation des données

Les données et informations collectées à travers les ouvrages et sur le terrain seront classées par acteurs et par domaine. Leur mise en corrélation ainsi que leur interprétation conduiront à la rédaction de la thèse.

CONCLUSION

La présente étude nous a permis d'obtenir des informations sur le mode de gestion des ordures ménagères à Fidjrossè, de les caractériser, de composter la fraction fermentescible de ces déchets et d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et agronomiques du compost obtenu. Pour y parvenir des enquêtes exhaustives ont été menées auprès des ménages, des structures de pré-collecte et des maraîchers. De ces travaux il ressort que 96,67% des ménages enquêtés possèdent de poubelles et 61,67 % sont abonnés à une structure de pré-collecte ; 25 % des ménages continuent de jeter leurs ordures sur des dépotoirs sauvages tandis que 13,33 % continuent de faire l'incinération. En effet l'enfouissement nocturne ne se fait plus. La quasi totalité des personnes interrogées savent désormais le devenir de leur déchet après s'en être débarrassées 81,67 % des ménages enquêtés ont une production journalière inférieure à 1kg de déchets ménagers alors que 15 % produisent une quantité de déchets comprise entre 1kg et 2 kg. Ces ménages sont généralement d'un niveau de vie élevé. Le reste des personnes interrogées génèrent une quantité de déchets supérieure à 2 kg/j. Elles représentent 3,33 % de la population enquêtée. Cette frange de notre échantillon est constituée dans sa grande majorité de vendeuses de denrées périssables (fruits et légumes). 100 % des fabricants de compost utilisent des matières biodégradables pré-triées à la source provenant des ordures pré-collectées. Le volume de déchets compostés par cycle est inférieur ou égal à 21m³ pour 60 % des fabricants. Cette proportion des fabricants affirme produire par cycle de compostage une quantité moyenne de compost inférieure ou égale à 2000 kg 50 % de la population des fabricants de compost reconnaissent vendre la moitié du compost produit aux agriculteurs périurbains. Pour tous les maraîchers interrogés les fertilisants synthétiques viennent toujours en complément aux engrais organiques dans les pratiques culturales. 36,67 % d'entre eux utilisent les fertilisants synthétiques avec fientes, ils n'ont jamais utilisé le compost et souhaitent l'essayer alors que 43,33 % les utilisent avec du compost. Seulement 20 % des maraîchers utilisent exclusivement du compost dans la production des fruits et légumes. 50,19 % des déchets collectés et traités sont constitués de matières biodégradables dont majoritairement des déchets de cuisine (restes d'aliments, épluchures de fruits, légumes) et de déchets végétaux (feuilles mortes, branchages, fleurs et débris de bois) ; 32,18 % de sable fin ; 8,31 % de matières plastiques ; 4 % de Cartons et papiers ; 1,58 % de métaux ; 1,11 % de textiles et de débris de mousse ; 1,01 % de

verres ; 0,79 % de chaussures et cuirs ; 0,63 % de coquilles, de carapaces, de crabes et de perles ; 0,13 % de gravions et de morceaux de briques ; 0,7 % de piles mortes.

Le volume total de déchets pré-collectés est d'environ 1,6 m³. Le pourcentage d'humidité des déchets est de 75 %. Un rendement de 65,67% a été obtenu lors du compostage des déchets. Au vu des valeurs de pH le compost est basique et peut facilement équilibrer des sols siliceux acides comme ceux rencontrés à Cotonou et ses banlieues surtout que sa capacité de rétention en eau est plus ou moins forte 43 %. Un rapport C/N de 11,69 obtenu est stabilisant pour les sols sur lesquels le compost sera appliqué. L'humus de notre compost a une forte CEC et fixe les ions minéraux nutritifs tels que les cations K⁺ et Ca²⁺ et les phosphates de manière à les rendre disponibles aux plantes pour leur croissances et leur développement. Signalons que la durée de notre étude n'a pas permis d'analyser les coûts de production et les difficultés d'avoir des sites de tri à Cotonou.

De ce qui précède on peut retenir que le quartier Fidjrossè qui est l'un des quartiers périphériques de Cotonou, a connu des avancées notoires dans le domaine de l'assainissement du cadre de vie, mais des efforts supplémentaires restent à faire. Contrairement aux pratiques qui ont cours dans le passé à Cotonou où les déchets urbains pré-collectés sont purement jetés dans les bas-fonds, ici ils sont en partie valorisés à travers le compostage. C'est également l'un des quartiers où l'agriculture périurbaine se développe en s'appuyant en partie sur l'utilisation des composts concomitamment avec celle des engrais chimiques et des fientes de volaille.

Il s'en suit que le traitement des déchets par compostage est le meilleur système de gestion qu'il faut encourager et financer.

SUGGESTIONS

Au vu des résultats obtenus à l'issue de nos travaux il est recommandé :

- un soutien plus accru aux structures de pré collecte ;
- de créer des sites de transferts (entreposage temporaire) et de décharge pour le traitement des déchets et multiplier les entreprises de collecte ;
- de revoir à la baisse le coût d'abonnement aux ONG de pré collecte afin d'amener toute la population à adhérer à leur programme ;
- d'encourager et de financer la valorisation des ordures ménagères par compostage ;
- de favoriser le suivi des maraîchers dans l'utilisation des composts.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- **Ouvrages généraux**

1- de SILGUY, C., (1996) ; Histoire des hommes et de leurs ordures : du moyen âge à nos jours. Le chercheur midi éditeur, pp. 85-106.

2- CLEMENT, J. M., (1981) ; Larousse agricole. Librairie Larousse, France, 1208 pages.

3- GILLET, R., (1986) ; Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en développement .Copenhague : OMS-PNUD 211 pages.

4- GEORGES, P., (1984) ; Dictionnaire de géographie. 3^e édition revue et augmentée. PUF, Vendôme, 485 Pages.

5 – GOOTAS, H. B., (1959) ; Compostage et assainissement. Genève, suisse, OMS, 209 Pages.

6- HAUG, R.T., (1980) ; Compost engeneering Principe and practice. Edition ANNARBOR Science Machigan, USA, 655 pages.

7- MUSTIN, M., (1987) ; Le compost : gestion de la matière organique. Editions François DUBUSC 35, rue Mathurin Régnier 75015 paris, 960 pages.

8-VELDKAMP, T., (1992) ; Fertilité du sol. Première Edition française 618 pages.

- **Ouvrages spécifiques**

1-ADAM K., S., BOKO, M., (1983) ; Le Bénin. Sodimas / Edicef, Paris1983,-95 pages.

2- ADJADEME, N., (1994) ; Contribution à l'étude de la gestion et du traitement des déchets ménagers et par compostage dans les conditions tropicales. Etude de cas de quelques quartiers de la ville de Cotonou (Bénin) travail pratique de diplôme d'ingénieur EPFL, suisse 73 pages.

3-ADJAHOSSOU, B., AGUEWE M., (1995) ; Gestion, caractéristiques physico-chimiques des déchets solides dans la ville de Cotonou et valorisation par compostage. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux (DIT), APE / CPU / UAC 98 pages.

4- AGENCE BENINOISE POUR L'ENVIRONNEMENT (ABE),, (1998) ; Guide général de réalisation d'une étude d'impact sur l'Environnement, 52 pages.

5- AGENCE NATIONALE Pour LA RECUPERATION et L'ELIMINATION DES DECHETS., (1990) ; Le Tri-compostage des ordures ménagères.Edition des transformateurs. N° 27 Minitel, France.

- 6- ASECNA., (2002)** ; Rapport scientifique sur la variabilité du climat au Bénin, 11 pages.
- 7- AVNIMELECH, Y., (1996)** ; Stability indexes for municipal solid waste compost. Compost Science & Utilization, pages 26.
- 8- RABEDE., (1995)** ; Compostage, Valorisation des déchets, Amendements organiques et le Sommet solaire mondial : ou en est le processus ? Edité par Enda énergie, BP3370, Dakar Sénégal, 43 pages.
- 9-BINTOU, A., (1995)** ; Compostage et méthanisation des déchets et substrats végétaux disponibles en zone sahélienne et dan la ville de N'djaména, thèse doctorale, Tchad 288 pages.
- 10- CREPA-BENIN., (2002)** ; Rapport annuel d'activité du sur la gestion des déchets solides urbains à Cotonou. Exercice 2002, 27 pages.
- 11- CREPA-BENIN., (1995)** ; élimination des déchets solides dans le quartier st Michel à Cotonou 5 pages.
- 12- DALZELL, H. W., et al., (1988)** ; Aménagement du sol : production et usage du compost en milieu tropical et subtropical. Bulletin pédologique de la FAO. N° 56 1958, 21 pages.
- 13- DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES., (2007)** ; Synthèse sur la gestion des ordures ménagères. DST/ Mairie de Cotonou 17 pages.
- 14-GACHTER, et al., (1996)** ; Méthodes d'analyse en phosphore total, façon importante à la charge en phosphore sur les eaux superficielles, pages similaires.
- 15- GBEDO, V., (2002)** ; Etude des pratiques endogènes de Valorisation des déchets solides ménagers à Cotonou : approche pour une gestion durable des déchets ; mémoire de DEA, EDP FLASH, UAC 122 pages.
- 16-GIGG., (1983)** ; Ville de Cotonou-plans directeurs et d'études d'ingénierie pour l'alimentation en eau potable, l'assainissement et l'évaluation des déchets solides. Plan directeur : Tome1, partie et B ; Cotonou ; SBEE / MIME ; 117 pages.
- 17-GNANIH, V., (1989)** ; Des ordures au compost, une œuvre très célèbre de TOHOUE, projet CTOM, Porto-Novo. In info CREPA N°6, 3 pages.
- 18-GNONZAN, P. A., (2003)** ; Valorisation des ordures ménagères : influence du rapport des constituants de compost à base d'ordure sur la production du chou-pommé (*Brassica oleracea* L.). Mémoire de fin de formation pour le diplôme d'ingénieur des travaux. (DIT), APE/CPU, 75 pages.
- 19- HEBETTE, A., (1996)** ; Guide pratique de la gestion des déchets solides urbains en Afrique subsaharienne. Edition LUX - DEVELOPPEMENT, Luxembourg, 151 pages.

- 20- HERMANT, G., (1997) ;** La matière organique, son évolution. Cours de physique du sol FSA/UNB 62 pages.
- 21-INSAE., (2004) ;** Cahier des villages et quartiers de ville. Département du littoral, Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, Mai 2004, 22 pages.
- 22- JEANGILLE, P., (1995) ;** Le compostage pour utilisation en horticulture. FAO Projet, GCP / RAF 1244 / Bell Dakar Sénégal, 26 pages.
- 23- JUSTE, C., POMMEL, B., (1977) ;** La valorisation agricole des déchets. Article publié, Yaoundé, 9 page.
- 24-KOUNDE, C. Z., (1998) ;** Etude de l'impact du compost à base des ordures ménagères sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical à DJOUGOU. Thèse d'ingénieur soutenue en 1998, FSA, Science du sol, 88 pages.
- 25-KROLL, R., (1994) ;** Les cultures maraîchères, 130 pages
- 26-MDGLAAT., (2007) ;** Mission de la décentralisation, recueil des lois sur la décentralisation au Bénin.1999, 172 pages.
- 27-MEHU., (1999) ;** Lois cadres sur l'environnement en République du Bénin N°98-030. Collection ABE Cotonou, 66 pages.
- 28- MEHU., (2003) ;** Agenda de l'environnement, direction de l'Environnement, 173 pages.
- 29- MIQUEL, G., (2003) ;** Recyclage et valorisation des déchets ménagers, rapport 415 (98 – 99). Office parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technologique, Paris 211 pages.
- 30-NAMKOOG, W., (1999);** A comparative evaluation of maturity parameters for food waste composting. Compost Science of Utilization 7 : 55-62.
- 31-NDUMBE, N. H., NGNIKAM, E., WHETE J., (1995) ;** Le compostage des ordures ménagères: expérience du Cameroun après la dévaluation du Franc CFA. In Bulletin Africain RABEDE N°5, 13 pages.
- 32-OMS., (1989) ;** Amélioration des conditions d'hygiènes de l'environnement dans les habitats à faibles revenus 61pages.
- 33-ONIFADE, K. O., (2006) ;** Valorisation des fèces et de l'urine :aspects sanitaires et agronomiques sur les productions de la tomate (*lycopersicum esculentum*) et de la grande morelle (*solanum macrocarpum*). Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux (DIT) DGE / EPAC / UAC 52 pages.
- 34-OUSSEYNOU, E. D., (1996) ;** Problématique de la gestion des déchets solides en Afrique de l'ouest et Centrale. Série séminaires PDM VIII, Publication GREA. AO, 28 pages.

- 35-OURO-DJERI, I., (2006)** ; Problématique de la gestion durable des déchets solides ménages dans le cinquième arrondissement de Cotonou : approches éducationnelle et communicationnelle, mémoire de DESS ; CIFRED / UAC 76 pages.
- 36-PGDSM., (2007)** ; Document de synthèse d'information, sur la gestion des déchets solides ménagers à Cotonou, 37 pages.
- 37-RGPH., (2002)** ; Données sur le Recensement Général de la Population et de l'Habitat, INSAE, 32 pages.
- 38- SECK, M. A., (1999)** ; Compostage valorisation des déchets, amendement organique ; RAC, Dakar, 43 pages.
- 39- SOCLO, H. H., AGUEWE, M., ADJAHOSSOU, B.C., HOUNGUE, T.H., AZONTONDE, A., (1999)** ; Recherche de Compost type et toxicité résiduelle au Bénin. Technique sciences et méthodes 10 pages.
- 40- SOUDI, B., (2001)** ; Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost : cas des petites et moyennes communes au Maroc, édition Actes, 104 pages.
- 41- TCHAKPA, C., (2008)** ; Caractérisation et valorisation par compostage aérobie des déchets solides ménagers du quartier Fidjrossè à Cotonou. Mémoire de Maîtrise DGAT / FLASH / UAC, 66 pages.
- 42-TONON, F., (1987)** ; contribution à l'étude de l'environnement en République Populaire du Bénin Espace urbain et gestion des déchets solides dans la ville de Cotonou. Thèse de doctorat de 3^e cycle ; Université Cheik Anta Diop ; ISE. Dakar, 311 pages.
- 43-VERMANDE, P., (1995)** ; Les aspects scientifiques technologiques et environnementaux liés au Compostage des déchets en Afrique. Actes, Conférence Constitutive du Réseau Africain de Compost, ENSUT Dakar, 12 pages.
- 44-VERNIER., (2001)** ; Importance de déchets valorisés dans les immeubles équipés du système de containers différenciés. Paris (France), pages similaires.
- 45-WAAS, E., et al. (1996)** ; Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. Publié par SKAT, 1^{ère} édition, 143 Pages.
- 46-WALKLEY, A. BLACK, A., (2010)** ; Détermination du carbone organique total dans les sols agricoles : méthode Walkley-Black modifiée.MA.1010-WB-WB10 , 3 pages.
- 47-Méthode d'évaluation de la maturité des composts.** Ecological Agriculture Projects. www.eap.mcgill.ca
- 48- Le compostage va à l'école.** Conseil Canadien du Compostage. www.compost.org

ANNEXES

**ANNEXE 1 : GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES DIFFERENTES PERSONNES
(MENAGES ET ASSOCIATIONS DU QUARTIER)**

Date de l'enquête :.....

Nom et prénom de l'enquêté :.....

Niveau d'instruction :.....

Résidence :.....

Séjour :.....

Age :.....

Sexe : M F

Quartier :.....

Chef du ménage

Nombre de ménage personnes à charges vivant dans les chambres de l'enquêté

1 - Avez-vous une poubelle pour vos ordures ?

Oui Non

Si oui en quelle matière ?

En plastique en métal en carton en panier autre

2 - Quel est le volume de la poubelle ?

3 - Quelle quantité de déchets ménagers produisez-vous par semaine ?

Si non, comment procédez-vous ?

- simple ramassage et dépôt sur un tas d'ordures
- balayage jusqu'à un tas d'ordures situé dans la parcelle

4 - chaque ménage dans la parcelle dispos-t-il de sa propre poubelle oui Non

5 - Vos ordures sont –elles enlevés par la voisine ? Oui non

6 - Si oui quelle en est la fréquence ?

Si non, êtes-vous abonnés à une ONG chargée du ramassage des ordures ?

Oui Non

Si non, pourquoi ?.....

Où déposez-vous vos ordures ?

Si oui donnez le Nom de l'ONG.

Quelle en est la fréquence ?

7- Combien payez-vous par mois la collecte des ordures,

8 Payez-vous régulièrement les frais d'abonnement ?

9 - comment payez-vous les frais d'abonnement ?

- par cotisation

Par le chef du ménage

10 - Existe-il des sites de transfert dans le quartier ?

11 - Votre niveau de vie permet-il de générer des ordures riches en matière organique ?

12 - Connaissez-vous des sites de valorisation des déchets en compostage ? si oui décrivez-nous le procédé et donnez-nous vos connaissances ?

ANNEXE 2 : Questionnaire d'enquête

Ici il s'agit de sillonner le quartier pour faire des constats visuels appuyés par l'éclaircissement avec les habitants.

***Questionnaire aux producteurs, aux maraîchers ou institutions**

Date de l'enquête :

Nom et prénom de l'enquêté :

Age :

Sexe : M F

Commune :

Arrondissement :

Village ou quartier de ville :

Date de création :

Séjour/durée :

1- Quelle mode adoptez-vous dans le cadre d'évacuation des ordures ménagères ?
dans des bacs directement dans des sites de transfert dans des dépôts sauvages
incinération enfouissement autres

2- Quelles sont les structures chargées d'évacuer les déchets dans le quartier ?
Structures privées structures publiques association

- donnez les noms des structures ou associations que vous connaissez

3- quels moyens utilisez-vous pour pré-collecter les ordures ?
demi-fûts pous se charrettes à animale
camions b véhicule

4- Selon vous quelle est la fréquence de la pré-collecte ?.....

5- Quels sont les coûts de la pré-collecte ?.....

6- Quelles sont les sources de la matière organique ?

Ordures ménagères déjection animale déchets agricoles
autres

7- où faites-vous le tri et le pesage ?

A la source au site de transfert décharge sauvage autres

8- quels sont les matériels utilisez-vous pour faire le tri ?

.....
.....

9- Citez les fractions organiques que vous obtenez après le triage des ordures papier et carton

tesson de bouteille déjection animale cendre

- donner la quantité de chaque constituant ou fraction organique

10 quel est le but du tri ?

Alimentation du bétail compostage autres

11- par rapport au compostage, quelle est la quantité de matière organique brute utilisée ?

- Selon vous est-il nécessaire de faire le broyage ?

Oui Non

- Si oui par quel moyen

12 – Donnez les dimensions de type de compostière suivant :

Types de compostière et dimensions

Tas _____

Andain _____

Silos _____

Fosses _____

Enclos _____

Autres _____

13 – Quels sont les moyens d'arrosage que vous utilisez ?

Arrosoir tuyau sous pression autres

14 – quelle est la quantité d'eau que vous utilisez par jour ?.....

15 – Quelles est la source d'eau que vous utilisez ?

Ponts barrage eau de réseau eau d'égout eaux usées ménagères

16 – Comment faites-vous l'aération ?

Statique retournement

- S'il s'agirait du retournement, pour combien de fois faites-le vous ?

une fois par semaine Deux fois par mois trois fois par mois

une fois par trimestre aucune fois par trimestre aucune fois

17- Quelle est la durée d'un cycle de compostage ?

Un mois deux mois trois mois plus

18- la quantité du compost produite permet-elle d'évaluer le rendement ?

Oui non

- si oui donnez-nous le rendement agronomique du compost

.....
.....

19- Le compost produit est-il testé avec les plantes ?

Oui Non

-Si oui donnez-nous le rendement agronomique du compost

20- Comment réalisez-vous le conditionnement du compost produit

En sac brouette charrette autres

21- Selon vous qui sont les utilisateurs ou preneurs ?

Maraîchers horticulteurs agriculteurs urbains privés
autres

22 – Quel est le prix de vente du compost ?

Le sac de (.....) à

Charrette de (.....m3) à

Brouette de (.....m3) à

Autres (.....m3) à.....

23-Quels fertilisants utilisez-vous dans vos activités professionnelles ?

-Fertilisants synthétiques seuls.....fertilisants synthétiques+fientes.....

-compost seul..... Fertilisants synthétiques+compost.....

24-la rentabilité des plantes produites avec le compost est-elle meilleure ? oui.....non....

Oui.....non.....

25-Quelle comparaison faites-vous entre l'utilisation agronomique du compost par rapport

à celle de l'engrais chimique ?.....

.....
.....
.....

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	2
REMMERCIEMENTS	3
SIGLES ET ACRONYMES	4
SOMMAIRE	5
Liste des figures, des tableaux et des photos	6
RESUME/ABSTRACT	7
INTRODUCTION	8
Chapitre I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	9
1- cadre théorique de l'étude	10
1-1 Problématique	10
1-2 Hypothèses et Objectifs de la recherche	11
1-2-1 Hypothèses	11
1-2-2 Objectifs	11
1-3 Cadre conceptuel et Clarification des concepts	12
1-3-1 Cadre conceptuel	12
1-3-2 Clarification de concepts	13
1-4 Cadre géographique de l'étude	16
1-4-1 Données physiques de la ville de Cotonou	16
1-4-2 présentation description et caractéristique du quartier Fidjrossè	19
Chapitre II : METHODOLOGIE	22
2- Méthodologie	23
2-1 La revue de littérature	23
2-2 Travaux de terrain	28
2-2-1 Enquête de terrain	28
2-2-2 Technique de pré-collecte	29
2-2-3 Tri/Caractérisation	29
2-2-4 Compostage	29
2-2-5 Analyses physico-chimiques au laboratoire	30
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	32
3-Résultats et discussions	33
3-1 Résultats des travaux de terrain	33
3-1-1 Résultats d'enquête auprès des ménages	33
3-1-2 Résultats d'enquête auprès des maraichers et producteurs de compost	36
3-1-3 Résultats de pré collecte et tri / Caractérisation	39
3-2 Suivi du compostage	40

3-2-1 Suivi de l'évolution de la température des andains	40
3-2-2 compost fabriqué	41
3-3 Caractéristiques physico-chimiques du compost fabriqué	42
3-4 Importance de la valorisation pour une gestion durable et efficace des déchets	45
3-5 Perspectives pour la thèse	48
CONCLUSION	50
SUGGESTIONS	51
BIBLIOGRAPHIE	52
ANNEXES	57