

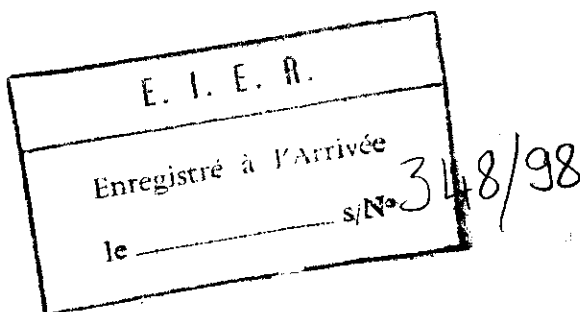
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

LOUSSOUKOU Dieudonné

**Evaluation de la gestion des
déchets occasionnés par les
activités commerciales et
artisanales dans les marchés
de la zone périurbaine de la
ville de Ouagadougou**

MENTION :



Encadrement
M. MOREL

DEUXIEME PARTIE: CARACTERISTIQUES DE LA GESTION ACTUELLE DES DECHETS A OUAGADOUGOU

CHAPITRE III: LA GESTION DES DECHETS SOLIDES.....	16
III.1 CONTEXTE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET ADMINISTRATIF.....	16
III.2 LES SOURCES DES DECHETS SOLIDES A OUAGADOUGOU.....	21
III.3 LES INTERVENANTS.....	21
III.3.1 Les services publics.....	21
III.3.2 Les entreprises privées.....	22
III.3.3 Le secteur informel.....	22
III.4 LE SYSTEME DE GESTION.....	22
III.4.1 Les équipements.....	22
III.4.2 La collecte.....	24

TROISIEME PARTIE: LA GESTION DES DECHETS SOLIDES DES MARCHES DE LA ZONE PERI- URBAINE DE OUAGADOUGOU.

CHAPITRE IV: IMPACTS DES DECHETS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	31
IV.1 LA POLLUTION DE L'ESPACE.....	31
IV.2 LES POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES ET VISUELLES.....	31
IV.3 LA POLLUTION DE LA NAPPE PHREATIQUE ET DES EAUX DE SURFACE.....	32
IV.4 LA PROLIFERATION DES VECTEURS DE MALADIE ET LE DEVELOPPEMENT DES MALADIES A CARACTERE ENDEMIQUES ET EPIDEMIQUES.....	32
CHAPITRE V: ETUDE DES MARCHES.....	33
V.1 GENERALITES.....	33
V.1.1 Répartition des marchés par commune.....	33
V.1.2 Caractéristiques physiques des marchés.....	35
V.1.3 Activités économiques dans les marchés.....	37
V.1.4 Importance économique des marchés.....	39
V.1.5 Organe de gestion des marchés.....	39
V.2 DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDIES.....	39

CHAPITRE VI: PRODUCTION ET MODE DE GESTION DES DECHETS SOLIDES DANS LES MARCHES DE LA ZONE PERIURBAINE.....	44
VI.1 VISITE DES ENTREPRISES ET ENTRETIENS AVEC LES RESPONSABLES	40
VI.1.1 Echantillonnage des entreprises.....	40
VI.1.2 Méthodologie de l'étude.....	41
VI.1.3 Résultats des différents entretiens.....	41
VI.2 VISITE DES MARCHES ET ENTRETIENS AVEC LES DELEGUES DES MARCHES.....	41
VI.2.1 Echantillonnage des marchés.....	41
VI.2.2 Méthodologie de l'étude.....	50
VI.2.3 Résultats.....	50
VI.2.3.1 Résultats des observations.....	50
VI.2.3.2 Résultats des entretiens.....	50
VI.2.3.3 Caractéristiques des déchets.....	51
CHAPITRE VII: PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION.....	57
VII.1 LA PRECOLLECTE.....	57
VII.1.1 Définition.....	57
VII.1.2 Aspects techniques.....	57
VII.1.3 Aspects financiers.....	58
VII.2 LA RECUPERATION ET LA TRANSFORMATION.....	61
VII.2.1 Introduction.....	61
VII.2.2 La récupération.....	61
VII.2.3 La transformation.....	64
VII.2.4 Conclusion.....	68
VII.3 LE COMPOSTAGE.....	68
VII.3.1 Introduction.....	68
VII.3.2 Définition.....	68
VII.3.3 Aspects techniques.....	68
VII.3.4 Aspects économiques.....	77
VII.4 LA COLLECTE ET LE TRANSPORT.....	80
VII.5 LA MISE EN DECHARGE CONTROLEE.....	81
PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS.....	85
CONCLUSION GENERALE.....	87
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	88
BIBLIOGRAPHIE.....	89

DEDICACE

Au moment où s'achève ma formation à l'E.I.E.R, un bel exemple d'abnégation, mes pensées sont pour vous mes enfants:

Djani,

Christa,

Divine.

vous qui avez été privés de la chaleur paternelle trois années durant.

Trouvez dans ce travail, une consolation et une récompense.



REMERCIEMENTS

La formation d'un ingénieur est une oeuvre ardue mais louable.

Que tous ceux qui se sont investis dans cette oeuvre, trouvent ici l'expression sincère de ma reconnaissance. Je pense à:

- La coopération française qui a bien voulu m'octroyer cette bourse de formation;
- Le corps des enseignements de l'E.I.E.R. qui, jour après jour pendant trois ans, a su mettre à ma disposition tous les outils qui ont permis la réalisation de ce mémoire;
- La bibliothèque du CREPA, dont les portes me sont restées grandes ouvertes;
- Le Centre National de l'Education pour la Santé, qui a proposé ce sujet de mémoire;
- Monsieur Michel MOREL, mon encadreur principal;
- Tous mes collègues et amis qui, d'une manière ou d'une autre, ont été d'un grand réconfort moral pour moi.

PREAMBULE

La croissance démographique et l'exode rural massif des populations, dans les villes africaines, ont pour corollaires la naissance des quartiers spontanés et l'accroissement de la production des déchets.

Cette extension incontrôlée des villes n'obéit à aucun schéma directeur. Les zones périurbaines se caractérisent par l'insuffisance des voies d'accès, la non délimitation en zones fonctionnelles (habitations, industrielles, commerciales, portuaires,...), la promiscuité des différents types d'habitats (résidentiels, spontanés, immeubles), la cohabitation des personnes de niveaux de vie et de comportement socioculturel différents. Tout cela pose le problème de la stratification de la société urbaine africaine.

La gestion des déchets est souvent caractérisée par un manque de cadre réglementaire et institutionnelle; une prédisposition à l'utilisation des technologies et techniques sophistiquées, coûteuses, non adaptées et non maîtrisées par les techniciens locaux; l'absence d'une démarche scientifique fondée sur une bonne connaissance de la composition des déchets. Ces aspects limitent l'efficacité dans la gestion des déchets des villes africaines

Les populations, qui sont la source, mais également les victimes potentielles de l'impact des déchets, sont peu ou pas du tout sensibilisées sur les risques sanitaires et environnementaux qu'une mauvaise gestion de ceux-ci engendre. Elles se trouvent ainsi exposées aux multiples conséquences de cette mauvaise gestion. Cela se traduit par une passivité des populations face au problème de gestion des déchets.

Les Etats africains, dans la définition des priorités, relèguent la gestion des déchets au second plan. Cela se traduit par une absence de ligne budgétaire propre à la gestion des déchets, une mauvaise utilisation des crédits alloués à cette gestion, une absence de politique de financement, une non maîtrise des coûts de l'opération de gestion des déchets, des conflits de compétence entre administrations dans la gestion de ces déchets. La conséquence est l'insuffisance des moyens de gestion et le manque de coordination dans l'action de quelques acteurs de la gestion des déchets solides.

Enfin, les déchets apparaissent encore comme entièrement destinés à la décharge, les multiples procédés de valorisation échappent aux populations.

RESUME

La multiplication des marchés dans la ville de Ouagadougou, notamment dans sa zone périurbaine, traduit une nette expansion des secteurs commercial et artisanal. On compte aujourd'hui environ 59 marchés à Ouagadougou dont une trentaine dans sa zone périphérique. Parallèlement à cette expansion des secteurs commercial et artisanal, on note une production croissante des déchets solides dans les marchés. La production moyenne des déchets solides dans un marché est d'environ $0,97 \text{ m}^3$ par jour; cela engendre d'importants risques environnementaux et sanitaires. L'action des différentes entreprises publiques et privées déjà actives dans la gestion des déchets solides ne touche pas encore les marchés. L'intervention sporadique des ramasseurs isolés, dans les marchés, engendre des coûts élevés auprès des commerçants et favorise la prolifération des dépôts sauvages dans la ville. Une approche communautaire; impliquant les autorités municipales pour la sensibilisation des commerçants et les associations pour une gestion intégrée: précollecte, récupération, transformation et compostage; s'impose dans la gestion des déchets produits au niveau des marchés. L'étude économique de la filière déchets solides a dégagé, pour la précollecte, un délai de retour d'un an et cinq mois pour un investissement de 355700 F.CFA et un coût individuel du service de 10 F.CFA par mois et par commerçant. Le revenu moyen d'un récupérateur est de 15800 F.CFA par semaine et celui d'un transformateur de 125175 F.CFA environ. L'étude du compostage a donné un prix de revient du compost de 21455 F.CFA la tonne sans subvention et de 12825 F.CFA la tonne avec une subvention sur l'acquisition et l'aménagement du terrain. La collecte et la mise en décharge contrôlée, feront l'objet de l'intervention du secteur public, ou d'une entreprise privée, à cause de l'importance de l'investissement.

INTRODUCTION GENERALE

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude s'inscrit dans le cadre des mémoires de fin de formation de la 27^{ième} promotion des élèves de l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (E.I.E.R). Le Centre National d'Education pour la Santé (C.N.E.SA) a proposé, à cette occasion, l'étude du thème "Evaluation de la gestion des déchets solides, occasionnés par les activités commerciales et artisanales, dans les marchés de la zone périurbaine de la ville de Ouagadougou".

2. OBJET DE L'ETUDE

Ouagadougou, comme beaucoup d'autres villes africaines, est confrontée à un problème d'accroissement démographique important.

Cette augmentation de la population urbaine a pour conséquences:

- la naissance d'habitats spontanés dans les zones périphériques de la ville;
- l'augmentation de la population active dans le secteur informel (petit commerce, artisanat,...);
- l'installation anarchique des marchés dans les places publiques et les réserves administratives;
- la détérioration des conditions sociales et sanitaires des populations;
- l'augmentation des besoins en assainissement due à une production croissante des déchets.

Si la production des déchets solides d'origine ménagère de Ouagadougou a fait l'objet de plusieurs études, d'autres secteurs aujourd'hui considérés comme sources importantes de ces déchets n'ont pas encore été étudiés. Il en est ainsi des marchés, dont la multiplication, à la faveur d'une démographie galopante, pose un sérieux problème d'environnement naturel et humain.

Notre étude portera, essentiellement, sur les marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou où, les activités commerciales et artisanales occasionnent la production d'une grande partie des déchets solides de la ville.

3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette étude revêt un double aspect de protection de l'environnement naturel et humain et, d'évaluation de la filière économique déchets solides, dans une approche communautaire de gestion de ces déchets. Il s'agira de façon spécifique:

- de recenser les marchés et d'étudier les différentes activités productrices de déchets dans ces marchés (commerce et artisanat);
- d'évaluer la production des déchets dans les marchés de la zone périurbaine de la ville;
- d'étudier le mode de gestion des déchets produits dans ces marchés;
- de proposer un mode de gestion de ces déchets adapté au contexte de Ouagadougou.

4. CADRE DE L'ETUDE

Le cadre physique de cette étude est l'ensemble des marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou (voir annexe 3). L'étude porte sur la production et la gestion des déchets solides résultants des activités commerciales et artisanales. Elle s'est déroulée pendant les mois d'Avril et de Mai.

5. METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE

L'étude s'est déroulée en trois phases:

① La recherche documentaire

La recherche documentaire a constitué la première phase de notre étude. Elle nous a permis en amont de circonscrire le sujet, et d'acquérir les informations préalables à une descente sur le terrain. Nous avons, notamment pu nous informer sur la situation géographique des marchés, les acteurs de la gestion des déchets solides à Ouagadougou, leur mode de gestion actuel, la législation en matière de gestion des déchets au Burkina faso, etc...

En aval, la recherche documentaire nous a permis de voir la conformité de nos résultats avec ceux des études antérieures.

② Les travaux de terrain

Cette deuxième phase a servi à compléter et à actualiser certaines informations, obtenues par la recherche documentaire.

La visite de quelques marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou nous a permis de nous faire une idée, sur l'importance des activités commerciales et artisanales dans chaque marché, sur la production et la gestion des déchets dans ces marchés et sur la gestion de ces marchés. Les observations ont été complétées par des discussions avec les délégués des marchés.

Nous avons évalué la quantité des déchets produits dans chaque marché, selon sa spécificité.

Nous avons également visité quelques structures privées (ECONFA) et publique (Service Technique Municipal) de gestion de déchets dans la ville de Ouagadougou, afin de comprendre leur mode d'intervention et leur zone d'action. Nous avons eu des entretiens avec les responsables de ces structures.

③ L'analyse des informations et la rédaction du rapport

Enfin, la troisième étape a consisté à regrouper et à analyser toutes les informations recueillies et à rédiger le rapport.

PREMIERE PARTIE

**CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
DEMOGRAPHIQUES ET ECONOMIQUES
DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU**

CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU

I. 1. LA SITUATION HISTORIQUE

La cité qui s'appelait Kombemtinga "La terre des guerriers", serait fondée au 11^e siècle par les Nyonyonsé. Face aux multiples assauts des peuples voisins, les fondateurs avait demandé la protection de l'Empereur mossi Zoungrana, installé à Tenkodogo. Celui-ci aurait confié la défense de la ville à son fils Oubri. Les Nyonyonsé se soumirent et la ville fut appelée "Wogdogo", ce qui signifie "venez m'honorer". Ce nom aurait donc évolué en "Woghodogo", puis Ouagadougou.

I. 2. LA SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Le Burkina faso est un pays de l'Afrique de l'ouest. Il partage ses frontières au sud avec la Côte-d'ivoire, le Ghana et le Togo; à l'ouest et au nord avec le Mali; à l'est avec le Niger; et au sud-est avec le Bénin. Sa superficie est de 274000 Km².

Ouagadougou, la capitale, est située au coeur du pays; entre les parallèles 12° 20' et 12° 25' de latitude nord, et les méridiens 1° 27' et 1° 35' de longitude ouest; sur une superficie de 1708 Km² (voir annexe 1).

I. 3. LA SITUATION ADMINISTRATIVE.

La ville de Ouagadougou compte trente (30) secteurs regroupés en cinq (5) communes. Ce sont:

- la commune de Baskui;
- la commune de Bogodogo;
- la commune de Boulmiougou
- la commune de Nongrémasson;
- la commune de Signonghin.

(voir annexe 2).

Les communes sont administrées par des maires, nommés en conseil des Ministres. Un haut commissaire, jouant le rôle de maire de la ville, préside "la Délégation Spéciale" qui est l'instance administrative de la ville. Les membres de cette instance sont nommés en conseil des Ministre.

I. 4. LE CLIMAT

La ville de Ouagadougou appartient à la zone climatique nord soudanien caractérisée par:

- deux saisons distinctes
 - .une saison des pluies qui dure quatre (4) mois, de juin à septembre;
 - .une saison sèche d'environ 8 mois, d'octobre à mai;
- deux courants d'air
 - .l'alizé continental ou Harmattan, vent sec et froid la nuit, et chaud le jour qui souffle dans la direction nord-est à est de décembre à février;
 - .le mousson, vent humide de direction sud-ouest à sud qui prédomine en août.

Cette zone climatique est limitée par les isohyètes 900 mm au sud et 750 mm au nord. La pluviométrie moyenne calculée entre 1960 et 1986 est de 797 mm. La température varie entre 17° ET 39° celcius.

I. 5. LA GEOLOGIE

La majeure partie de la ville de Ouagadougou s'inscrit dans un contexte géologique de socle cristallin, datant du précambrien inférieur. Il est formé de migmatites et de granites indifférenciés. La connaissance du substratum se fonde sur les coupes géologiques des forages exécutées dans le cadre des programmes d'hydraulique villageoise.

La région est caractérisée par une faible épaisseur d'altérations, résultant de la lente dégradation de la roche mère. La présence d'altérites à prédominance argileuse n'offre qu'une potentialité hydraulique limitée. Localement, les réseaux des fractures aux mailles parfois serrées améliorent ces potentialités. L'épaisseur moyenne des altérites est de 25 m, mais elles peuvent atteindre 60 m par endroit.

Ce contexte géologique ne permet pas, la formation de bons réservoirs d'eau souterraine, et l'infiltration des eaux de surface.

I. 6. HYDROGEOLOGIE ET HYDROGRAPHIE

La Direction des Ressources Hydraulique a inventorié 345 forages, 60 puits, entre 2000 et 3000 puisards dans le périmètre urbain de Ouagadougou. La géologie de la région exclue l'existence des nappes aquifères continues. Dans ce contexte, on trouve des petites nappes isolées ou interconnectées.

La puissance des altérites saturées à Ouagadougou est en moyenne de 15 m, avec des valeurs extrêmes allant de 0 à 34 m. Les épaisseurs les plus réduites, inférieures à 10 m, se trouvent dans les quartiers de tanghin et de saabin-barrage. Les puissances maximales concernent les parties sud des barrages et du secteur 16 (pissy).

La nappe phréatique a une profondeur qui varie entre 5 m et 10 m, selon les saisons, avec un niveau statique proche de la surface du sol en saison pluvieuse.

Il existe trois principaux aquifères dans le socle cristallin de Ouagadougou:

- les aquifères des altérations superficielles et des alluvions, de caractère temporaire et alimentant les puisards, sont plus exposés à la contamination car peu profonds;
- les aquifères du socle altéré et ceux du socle fissuré, sont moins exposés à la contamination. Ils alimentent la plupart des forages.

Le sous-sol de Ouagadougou mobilise près de 2.2 millions de m³ d'eau souterraine¹ avec 5400 m³/j soit 1900000 m³/an exploitables au maximum. Les infiltrations sont estimées entre 25 et 80 m³/an, soit 3 à 10% de la précipitation annuelle². Cela minimise le risque de pollution par infiltration des aquifères.

Le réseau hydrographique est composé de:

- quatre (4) marigots temporaires, alimentant trois (3) barrages en cascade de capacité totale 6 millions de m³, dans lesquels ils drainent les eaux de ruissellement de la ville. Il s'agit :

¹ Estimation du BRGM, 1993.

² Source IWACO, 1986.

- . du marigot du Moro Naba;
- . du marigot central;
- . du marigot de zogona;
- . du marigot de dassasgo.

- le massili, affluent du nakambé situé à 15 Km de Ouagadougou, sur lequel a été construit le barrage de Lumbila. Ce barrage a une capacité de 38 millions de m³. Ces eaux de surface sont exposées à une éventuelle pollution par les déchets solides qui y sont entraînés par les eaux de ruissellement.

CHAPITRE II: LA SITUATION ECONOMIQUE

II. 1. L'INDUSTRIE

L'activité industrielle dans la ville de Ouagadougou est représentée par:

- 5 industries agro-alimentaires;
- 4 industries textiles et cuir;
- 5 industries mécaniques métaux;
- 7 industries chimiques;
- 7 industries diverses.

Cette activité est concentrée dans deux zones:

- le secteur 9, ou zone industrielle de GOUGHIN;
- la zone industrielle de Kossodo, dans la périphérie nord-est de la ville.

II. 2. L'ARTISANAT

L'artisanat, sous toutes ses formes, y est très développé. C'est un secteur très important pour l'économie, qui fait vivre environ 28 000 personnes. Il est dominé par le secteur informel.

II. 3. LE COMMERCE

C'est un secteur très développé, dominé par le secteur privé avec une prédominance pour le secteur informel. Il se pratique en général dans les marchés et autour des marchés, notamment pour le petit commerce. On y vend, les produits manufacturés, les produits alimentaires, les produits d'artisanat. Ouagadougou est un centre de transactions pour l'ensemble de l'approvisionnement du pays.

II. 4. L'AGRICULTURE

C'est l'activité principale de la vie économique du Burkina. Elle occupe 90% de la population active. Quoique d'autosubsistance, l'agriculture est l'activité pourvoyeuse des produits alimentaires locaux dans les marchés de Ouagadougou.

II. 5. LES TRANSPORTS ET LES COMMUNICATIONS

La ville de Ouagadougou est couverte par un important réseau routier, développé par le 2^{ème} Projet Urbain. Elle abrite également des infrastructures ferroviaires, aéroportuaires et routières importantes.

La couverture téléphonique, bien que très développée, n'arrive pas toujours à satisfaire les demandes. Ouagadougou compte 63% des abonnés du Burkina.

II. 6. LE TOURISME ET L'HOTELLERIE.

Ouagadougou ne possède que très peu de sites touristiques. Mais, certaines manifestations, tant culturelles (FESPACO, SIAO,...), que professionnelles (conférences, colloques, séminaires,...) font de Ouagadougou une ville qui reçoit de nombreux touristes. On compte environ trente (30) hôtels dont deux de luxe dans la ville de Ouagadougou.

DEUXIEME PARTIE

CARACTERISTIQUES DE LA GESTION ACTUELLE DES DECHETS SOLIDES DE OUAGADOUGOU

INTRODUCTION

Plusieurs acteurs interviennent dans la gestion des déchets solides de la ville de Ouagadougou. Chacun utilise un système de gestion particulier. Dans cette partie nous parlerons des différents intervenants dans la gestion actuelle des déchets solides, des moyens utilisés par ces intervenants, de leur zones d'intervention et des textes qui régissent cette activité.

DEFINITIONS DES DECHETS SOLIDES

① On appelle déchet, tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. (loi française, 1975)

② Les déchets urbains sont des détritiques solides, liquides ou gazeux en provenance des maisons d'habitation ou assimilés, des immeubles administratifs, des salles de spectacles, de restauration et de tout autre établissement recevant du public.

Sont assimilées à des maisons d'habitation les casernes et les écoles

Sont compris dans la dénomination déchets urbains:

- les ordures ménagères, les cendres, les débris de verre ou de vaisselle, les emballages plastiques, les feuilles, les balayures et les résidus de toute sorte, déposés dans des récipients individuels ou collectifs placés devant les maisons ou sur la voie publique, les eaux usées domestiques, les excréta;

- les déchets non industriels, les déchets assimilés à des déchets urbains des établissements industriels, les déchets des établissements commerciaux, bureaux, cours et jardins privés, déposés dans des récipients, dans les mêmes conditions que les ordures ménagères;

- les crottins, lisiers, fumiers, feuilles mortes, boues et d'une façon générale, tous les produits provenant du nettoyage des voies publiques, voies privées abandonnées au balayage, jardins publics, parcs, cimetières et leurs dépendances, rassemblés en vue de leur évacuation;

- les produits du nettoyage et détritrus des halles, foires, marchés, lieux des fêtes publiques, lieux d'attache des bêtes de somme ou de trait, rassemblés en vue de leur évacuation;
- les résidus en provenance des écoles, casernes, hospices, prisons et tout bâtiment public, groupés sur des emplacements déterminés, dans des récipients appropriés, les résidus non toxiques et non dangereux des formations sanitaires et assimilés;
- le cas échéant, tous objets abandonnés sur les lieux, places et voies publiques ainsi que les cadavres d'animaux.
(Loi N° 005/97/ADP portant code de l'environnement au Burkina faso)

CHAPITRE III: LA GESTION DES DECHETS SOLIDES

III. 1. CONTEXTE LEGISLATIF REGLEMENTAIRE ET ADMINISTRATIF

Il n'existe actuellement aucun texte législatif précis (loi, décret, arrêté, circulaire,...) sur la gestion des déchets. Seules les articles 31, 32, 33 et 34 de la loi n° 005/97/ADP portant code de l'environnement au Burkina faso parlent des mesures sur les déchets urbains (voir annexe). Mais, les textes d'application de cette loi n'existent pas.

La nouvelle politique de gestion des déchets solides est définie dans le Plan d'Action pour la Gestion des Déchets Solides Ménagers et Industriels à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso, établi dans le cadre du Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaines (PACVU).

Conformément aux recommandations du séminaire régional sur la gestion durable des déchets solides, tenu à Abidjan en février 1996, ce plan s'appuie essentiellement sur les points suivants:

- Le déchet est aussi une ressource et, la filière des déchets doit être considérée également sous l'angle de l'activité économique et de la création d'emplois;
- La production des déchets étant avant tout locale, la gestion de toute la filière doit se faire localement;
- Pour que la gestion des déchets ménagers solides soit durable, il faut qu'elle bénéficie de financements réguliers (notion de paiement du "service rendu" par les utilisateurs), gérés de manière transparente. Autant que possible, ces financements feront appel à plusieurs sources dont la principale doit être les producteurs;
- La gestion des déchets solides doit faire l'objet d'un partenariat entre les quartiers et les municipalités; les relations entre les différents acteurs doivent être contractuelles;

- Pour avoir les meilleurs coûts et des prestations de qualité afin d'accroître les ressources financières, les autorités locales doivent recourir à la concurrence au niveau de chaque séquence de la filière et impliquer le secteur privé;
- L'Etat doit définir une politique nationale de gestion des déchets solides en élaborant des lois d'orientation qui indiquent les options en matière d'objectifs sanitaires, sociaux, économiques et environnementaux, tout en précisant le rôle des différents acteurs privés et publics. Cette politique devra autant que possible affirmer le rôle central des municipalités pour la gestion des déchets, ce qui implique le transfert effectif de cette compétence dans le cadre d'une politique de décentralisation.

Les principes de base retenus pour ce plan d'action sont:

- L'exercice de la maîtrise d'ouvrage par les communes, la clarification des responsabilités et des compétences des divers intervenants et l'organisation de manière stricte et claire des filières (Ordures ménagères et déchets industriels), en établissant des procédures et règles transparentes entre les communes, les populations et les opérateurs et en dotant les municipalités des capacités de gestion, d'évaluation et de contrôle (ressources humaines, procédures de suivi, moyens, formation,...)
- La distinction de trois étapes successifs dans la chaîne des opérations qui conduit à l'élimination finale des ordures: la précollecte et un tri envisagé, la collecte et le transport et l'élimination avec possibilité de valorisation ainsi que la mise en place d'un mécanisme opérationnel.
- Le ramassage des déchets dans les quartiers, leur collecte par des bacs déposés dans les zones retenues, puis le transfert des containers dans les centres d'enfouissement techniques (C.E.T) pour élimination constituent un service rendu aux usagers. En conséquence, ce service a un prix qui doit être payé par les ménages et les opérateurs, afin de permettre à terme (5 années environ) un équilibre financier de toute la filière ordures ménagères et la réduction des charges financières de l'Etat puis des communes;
- La mise en place d'une redevance pour service rendu et d'un mécanisme de financement des équipements (investissement et maintenance).

Le recouvrement de cette redevance se fera progressivement (du centre vers les périphéries) et un tarif modulé pourra être établi selon le niveau de confort de l'habitation et le nombre de personnes par concession, le type d'activité.

- La reconnaissance, dans la mise en oeuvre du plan d'action, du rôle déterminant des entreprises du secteur privé, des associations, organisations non gouvernementales et coopératives comme partenaires à part entière des communes; mais aussi de la place des recycleurs et des récupérateurs spontanés en leur conférant un statut (organisation en association, relation contractuelle avec les mairies);

- La mise en place par le Bureau du Projet et les municipalités d'un dispositif de suivi qui permettra l'actualisation régulière du plan d'action;

- Un programme de formation, sensibilisation et assistance technique à court terme est également prévu dans le projet pour renforcer l'impact des propositions faites dans le plan d'action et améliorer leur chance de succès;

- La mise en place des principes de participation communautaire et des dispositifs permettant la prise en compte des besoins des usagers.

Sur le plan juridique, la participation du secteur privé dans la gestion des déchets peut s'effectuer selon différentes formes qui sont:

- La gestion directe (Régie directe);

- La gestion semi-directe: c'est une gestion directe avec exécution d'une partie des tâches par une entreprise privée;

- La gestion déléguée: ce sont la concession, l'affermage, la régie intéressée, la gérance, l'exploitation aux risques et périls, la gestion avec garantie des recettes, la gestion aux prix forfaitaires,... ;

- La gestion semi-déléguée: ce sont, la gestion déléguée à une société d'économie mixte, la gestion assurée par un organisme de coopération intercommunale, la gestion déléguée à une association.

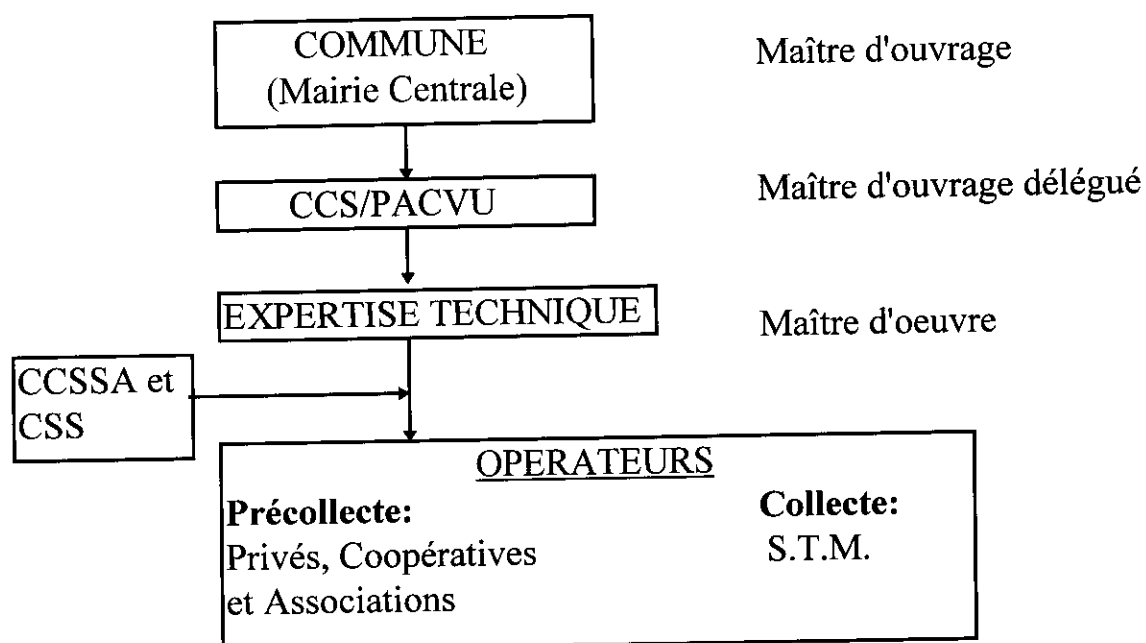
Les fondements juridiques de ces formes de gestion sont:

- Le contrat de gestion, par lequel la collectivité locale fait exécuter certaines tâches précises à une entreprise privée, contre une rémunération payée par cette collectivité;
- La concession, par laquelle la communauté permet à une entreprise privée de développer une activité lucrative à partir des déchets urbains dont la collectivité cède la priorité à l'entreprise. L'entreprise prend le risque des investissements et se rémunère directement à partir de la vente de ses services concernant les déchets (collecte, valorisation,...);
- La franchise ou monopole territorialisé, qui ressemble à la concession, à ceci près que ce terme semble préférer quand l'investissement est réduit. Les bénéfices tirés de la vente directe des prestations aux usagers permettent de payer une licence (ou un droit de franchise) à la collectivité. Ce droit de franchise est demandé en échange de la garantie offerte par la collectivité locale à travers le monopole donné sur un terrain précis. Il sert à financer les actions de contrôle fait par la collectivité.
- La libre concurrence, par laquelle les activités concernant la gestion des déchets sont autorisées indifféremment sur tout le territoire.

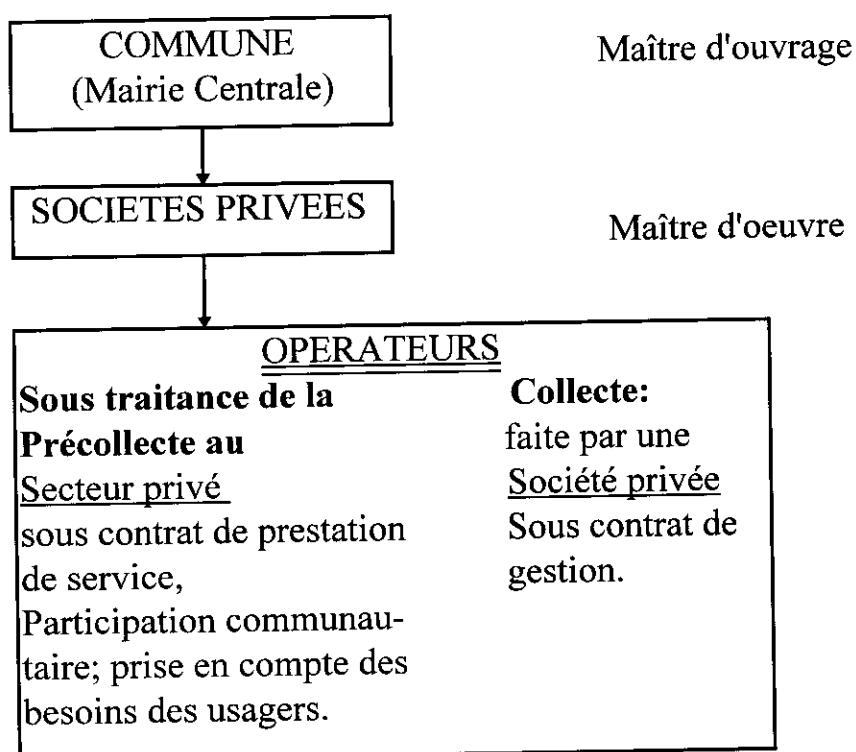
Ce plan d'action s'applique en deux phases. Une première phase dite provisoire allant de 1997 à l'an 2000, et une phase dite définitive à partir de 2001.

Figure 1: Schéma organisationnel et institutionnel pour la gestion de la collecte des déchets.

SCHEMA PROVISOIRE (1997-2000)



SCHEMA DEFINITIF (à partir de 2001)



III. 2. LES SOURCES DES DECHETS SOLIDES A OUAGADOUGOU

Les déchets sont le résultat de l'activité humaine. On recherchera donc les sources des déchets parmi les activités sociales, culturelles, artisanales, commerciales, industrielles, etc...

Parmi les sources les plus importantes des déchets solides à Ouagadougou, on peut citer:

- les ménages;
- le commerce et l'artisanat;
- l'industrie;
- les hôtels,...

Toutes ces activités sont à l'origine d'importantes quantités de déchets solides dans la ville de Ouagadougou. Leur gestion exige beaucoup de moyens (matériels et humains) et une grande capacité organisationnelle (structure de gestion).

III. 3. LES INTERVENANTS

On distingue trois groupes d'intervenants dans la gestion des déchets solides de la ville de Ouagadougou:

- Les services publics représentés par le Service Technique Municipal (S.T.M.);
- Les entreprises privées;
- Le secteur informel. et les associations.

III. 3. 1. Les services publics

Les services publics sont représentés par le Service Technique Municipal. Elle intervient dans la collecte et le transport des déchets vers les zones de dépôt, puisque disposant d'un matériel adapté.

Cette intervention se fait de deux manières:

- Le porte à porte pour les abonnés;
- Le ramassage des bacs publics.

Son. domaine d'intervention se limite essentiellement dans la commune centrale de Baskuy.

III. 3. 2. Les entreprises privées

Elles travaillent selon le système des abonnements, avec collecte porte à porte des déchets. Leur équipement peu adapté ne leur permet pas le transport des déchets jusqu'aux zones de dépôt autorisées. Elles utilisent donc des dépotoirs sauvages. Ces entreprises interviennent souvent dans les zones périphériques de la ville. Parmi ces entreprises, on peut citer:

- ECONFA
- ECMM
- SENDES

III. 3. 3. Le secteur informel

Son action est difficile à appréhender. Il est composé des associations et des particuliers sans statut juridique. La collecte se fait de porte à porte et, souvent la zone d'action se limite à un seul secteur de la ville. Ils interviennent aussi dans certains marchés. Parmi les associations actives, on peut citer:

- l'association du secteur 10;
- l'association du secteur 15;
- l'association du secteur 16;
- l'association du secteur 19.

III.4 . LE SYSTEME DE GESTION

III. 4. 1. LES EQUIPEMENTS

III. 4. 1. 1. Les équipements conventionnels

Ces équipements sont essentiellement utilisés par le Service Technique Municipal. Il s'agit:

- **Des camions polybennes à bac de levage unique:** Cinq sont fonctionnels , ils sont utilisés pour le ramassage des déchets des bacs publics, des tas sauvages et du balayage;
- **Des bennes tasseuses:** Elles sont utilisées pour le ramassage au porte à porte chez les abonnés, et pour les déchets issus du balayage. On en compte trois, leur capacité est de 6.5 à 7.3 tonnes;

- **Des camions multibennes:** Un seul est fonctionnel. Il s'occupe du ramassage des déchets dans les bacs et les tas sauvages ;
- **Du chargeur sur pneus:** il sert au ramassage des tas sauvages;
- **Des bacs publics:** ils ont une capacité de 7 m³. On en compte 115.

Tableau 1 : Matériel de collecte utilisé par le Service Technique Municipal

Type de matériel	mise en service	Moyen d'acquisition	coût en 10 ^e F.CFA	unités	fonctionnels
Camions polybennes à bras de levage unique	1993	Prêt de la Banque Mondiale (2 ^e P.D.U.)	30	7	5
Bacs publics de 7 m ³	1993	Prêt de la Banque Mondiale	2	115	115
Bennes tasseuses	1995	Don de la ville de Lyon	55	3	3
Camions multibennes	1986	Achat	amortis	2	1
Chargeuse sur pneus	1978	Achat	amortie	1	1

III. 4. 1. 2. *Les équipements non conventionnels*

Ils sont utilisés par les entreprises privés et le secteur informel, on distingue:

- **Les tracteurs agricoles:** Ce sont des véhicules à traction mécanique, à quatre roues, de puissance 15 CV et de vitesse 20 Km/h. Une remorque de 2.5 à 3 m³ de capacité est attelée au tracteur et permet le transport des déchets. Le ramassage se fait de porte à porte, le remplissage est manuel et la vidange se fait par basculement. On compte plus d'une quinzaine de tracteurs agricoles, dont:
 - 10 pour ECOFA;
 - 3 pour ECMM;
 - 2 pour SENDES, ...

- **Les charrettes type CREPA/IAGU:** Ce sont des tombereaux ou charrettes métalliques fermées, à traction animale, conçues et expérimentées par le CREPA, en collaboration avec l'I.A.G.U. Ce sont des charrettes qui ont deux pneus de voiture, elles ont une hauteur de déversement de 0.65 m. Il y a deux prototypes de charrettes type CREPA/IAGU, celles qui ont une capacité de 1.40 m³ et celles qui ont une capacité de 0.70 m³. La collecte se fait de porte à porte avec ce type de matériel. La vitesse moyenne est de 3 à 4.5 Km/h. Elles sont principalement utilisées par les associations des secteurs 10, 15, 16 et 19.

- **Les charrettes ordinaires:** Elles sont métalliques à ciel ouvert et de traction asine. Leur capacité est de 0.45 m³, la hauteur de déversement est de 30 cm. La vitesse moyenne est de 3 à 4.5 Km/h. Elles sont généralement utilisées par les ramasseurs isolés pour la collecte au porte à porte.

Quel que soit le type de matériel utilisé, les manoeuvres disposent généralement des outils pour le ramassage des ordures. Il s'agit:

- des pelles;
 - des brouettes;
 - des râtaux;
 - des fourches
- etc...

III. 4. 2. LA COLLECTE

L'organisation de la collecte dépend du type de matériel utilisé.

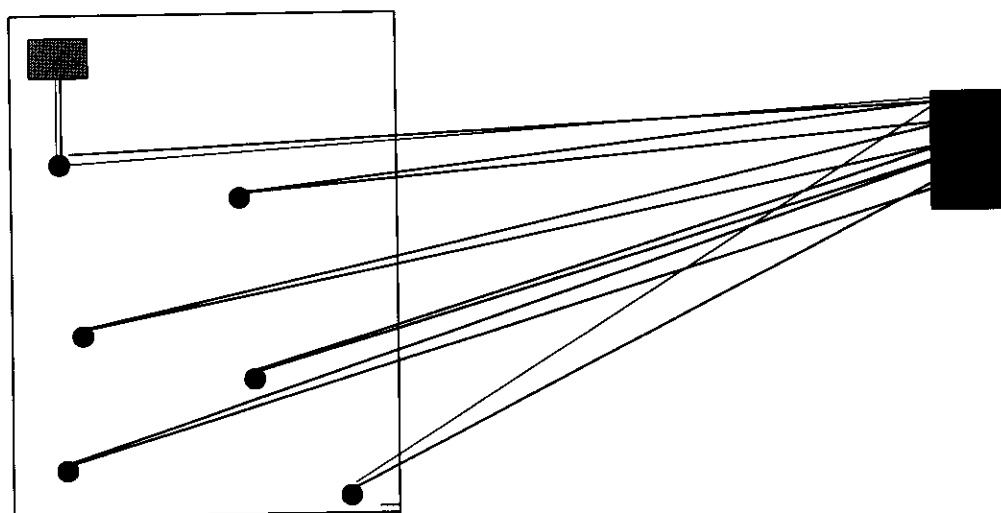
III. 4. 2. 1. La collecte avec les équipements conventionnels

Elle est faite essentiellement par le Service Technique Municipal suivant deux schémas.

❶ **La collecte par bacs publics:** Des bacs sont disposés en certains points de la ville et les populations viennent y déposer leurs ordures. Les camions polybennes et multibennes, passent en ces points et récupèrent les bacs remplis de déchets pour aller les vider dans les décharges autorisées.

- *Les circuits de collecte*: le Service Technique Municipal utilise dix (10) circuits de collecte répartis dans la commune de Baskuy. Quatre vingt quatre bacs y sont disposés. Pour chaque circuit, le camion part du Service Technique; il enlève le premier bac rempli pour aller le vider à la décharge. Puis, il vient soulever le second bac rempli et le remplace par celui qu'il a vidé au premier tour. Il continue de la sorte jusqu'au dernier bac rempli du circuit. A la fin il vient remplacer le premier bac enlevé et rentre au Service Technique Municipal (confère schéma ci-dessous).

Figure 2: Circuit de collecte par bac du Service Technique Municipal



Légende





-  Service Technique Municipal
-  Position bac
-  Décharge autorisée
-  Déplacement du camion

Tableau 2: Caractéristiques des différents circuits.

Circuits	Nombre de bacs	Temps de ramassage en min.	Temps de décharge en min.	Temps de transport en min.	Temps moyen d'arrêt en min.	Distance moyenne Bac Décharge (Km)
A + B6	8	5	5	26	27	5.5
B	7	8	7	25	27	4.6
C + D5	10	9	4	28	27	6.4
D + C4	9	4	4	33	27	7.3
E	6	8	3	35	27	7.8
F + E6	13	10	4	30	27	6.4
G	12	2	5	39	27	8.5
H + G12	14	8	3	43	27	9.6
I	7	13	6	40	27	9.6
J	3	18	7	36	27	9.3

Source: Analyse critique, du système de gestion par la Division Economique, des déchets municipaux de Ouagadougou. 1996.

- *La fréquence de collecte:* Les bacs d'un circuit sont relevés un jour sur deux en moyenne.

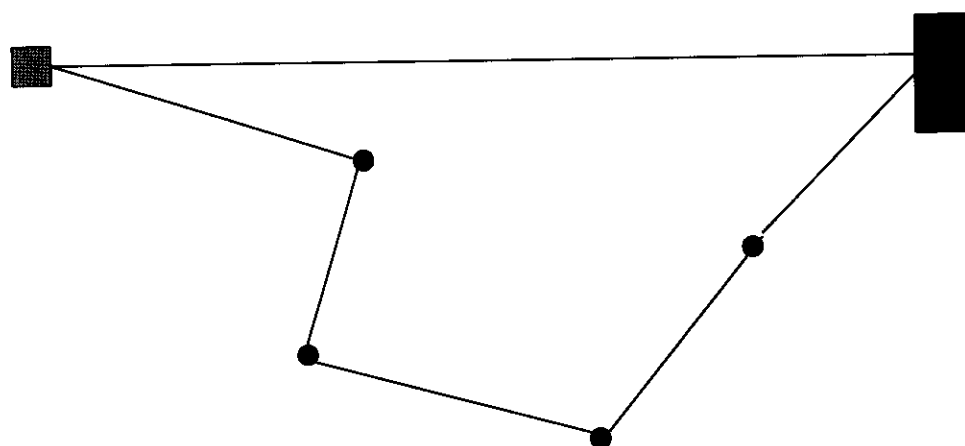
- *Les horaires de collecte:* La collecte commence entre 7h et 7h 30' et finie à 13 heures.

L'équipe de collecte se compose d'un chauffeur et d'un manoeuvre chargé de ramasser les déchets tombés hors du bac.

② **La collecte au porte à porte:** Encore appelée collecte individuelle, la collecte au porte à porte concerne les abonnés. Elle se fait par bennes tasseuses, le camion benne passe chez chaque abonné et ramasse les ordures préalablement entassées dans des fûts de 200 litres.

- *Le circuit de collecte*: Il est fonction des abonnés à desservir. La benne tasseuse effectue la tournée de tous les abonnés en ramassant les ordures qui sont, en général, déposées dans des fûts de 200 litres. Elle se rend ensuite à la décharge la plus proche pour y jeter son contenu et retourne au Service Technique Municipal.

Figure 3: Circuit de collecte au porte à porte du Service Technique Municipal



Légende

■ Service Technique Municipal

● Abonnés

■ Décharge

— Déplacement du camion.

Tableau 3: Caractéristiques d'une tournée.

Temps moyen de levée	Temps moyen entre deux points de levée	Temps moyen de décharge	Durée moyenne de la collecte
3 min	2 min	4min 30'	4h 53'

- *La fréquence:* Chaque benne tasseuse dessert en moyenne un seul itinéraire, deux fois par semaine.

- *Les horaires de collecte:* La collecte commence entre 7h et 7h 30', la durée moyenne de la collecte est de 5 heures. Elle dépend du nombre d'abonnés à desservir et de la capacité de la benne. Chaque équipe de collecte est composée, d'un chauffeur, de deux manoeuvres, et d'un preneur d'abonnements chargé de faire signer les contrats d'enlèvement des ordures et de trouver des nouveaux clients.

Le volume de déchets collecté à l'aide les équipements conventionnels dans la ville de Ouagadougou, en 1995, était en moyenne de 65 000 m³.

III. 4. 2. 2. La collecte avec les équipements non conventionnels

Avec ce type d'équipements, la collecte ne se fait qu'au porte à porte.

- *Le circuit de collecte:* Ici également, le circuit dépend des abonnés. L'attelage passe chez chaque abonné, ramasse les déchets et les dépose généralement dans des dépotoirs sauvages. Chaque équipe de collecte est composé de deux personnes au moins, un conducteur et un ouvrier.

Le volume de déchets collecté à l'aide des équipements non conventionnels, en 1995, à Ouagadougou était de 10 000 m³ environ. Cette collecte se fait en général dans les zones périurbaines.

CONCLUSION

Les activités du S.T.M et des entreprises privées ne couvrent pas toute la ville. Tel est le cas des marchés qui ont fait l'objet de notre étude dans la troisième partie.

TROISIEME PARTIE

**GESTION DES DECHETS SOLIDES
DES MARCHES DE LA ZONE PERIURBAINE
DE OUAGADOUGOU**

CHAPITRE IV: IMPACTS DES DECHETS SUR L'ENVIRONNEMENT

GENERALITES

L'existence des dépôts de déchets solides, dans les marchés et sur leurs abords, pose de sérieux problèmes d'environnement naturel et de santé publique à savoir:

- la pollution de l'espace;
- la pollution atmosphérique;
- la pollution visuelle;
- la pollution de la nappe phréatique;
- la pollution des eaux de surface (retenues);
- l'obstruction des exutoires des eaux de pluie;
- la prolifération des vecteurs de maladies (insectes, rongeurs, reptiles,...);
- le développement des maladies à caractère endémiques et épidémiques.

IV. 1. LA POLLUTION DE L'ESPACE

La présence des tas de déchets dans les marchés et sur leurs périphéries, confère à ces marchés un caractère peu engageant pour tous ceux qui les fréquentent. Ces déchets souvent éparpillés, soulevés et transportés jusqu'au niveau des aliments créent un malaise chez les commerçant, et peuvent provoquer une contamination des denrées alimentaires par des germes pathogènes.

IV. 2. LES POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES ET VISUELLES

Les ordures longtemps entassés se décomposent et dégagent des gaz odorants, toxiques ou corrosifs qui polluent l'atmosphère et indisposent aussi bien les commerçants que les acheteurs.

Au delà des risques d'incendie que constituent ces tas de déchets, en cas de combustion, la fumée qu'ils dégagent est préjudiciable pour la vue. Cette combustion souvent incomplète, provoque le dégagement dans l'atmosphère des gaz nocifs tels que le dioxyde de soufre (SO₂) , l'oxyde d'azote (NO), et les

particules solides. La combustion des matières plastiques, en particulier, le chlorure de polyvinyle, libère de l'acide chlorhydrique.

IV. 3. LA POLLUTION DE LA NAPPE PHREATIQUE ET DES EAUX DE SURFACE

Les eaux de pluie, après avoir traversé un dépôt de déchets solides en fermentation, en sortent sous forme de lixiviat. Celui-ci contient de la matière organique en fermentation et des germes pathogènes.

L'infiltration de cette eau ou son ruissellement peut provoquer la contamination de la nappe phréatique , dans le premier cas, et dans le second, l'eau des retenus qui est consommée par les populations. Cette situation ,lorsque l'eau n'est pas bien traitée peut engendrer des maladies hydriques.

IV. 4. LA PROLIFERATION DES VECTEURS DE MALADIE ET LE DEVELOPPEMENT DES MALADIES A CARACTERE ENDEMIQUES ET EPIDEMIQUES

Les tas de déchets qui jonchent les marchés et leurs abords sont des lieux de prolifération des insectes, des rongeurs et des reptiles. Ces insectes et rongeurs sont des vecteurs de diverses maladies.

① Les insectes

Les mouches, en particulier, la mouche domestique et la mouche à viande, se posent sur les aliments et provoquent leur souillure. Elles y déposent des germes pathogènes, responsables des maladies telles que: la typhoïde, le choléra, la diarrhée, la dysenterie, le trachome, la tuberculose, les vers intestinaux, etc...

② Les rongeurs

Les marchés sont également les lieux de stockage des différents produits alimentaires; La proximité des tas de déchets qui sont l'une source d'alimentation pour les rongeurs constitue également un risque pour la santé des populations. Ces rats, réservoirs des maladies telles que: la peste, le trichinose, le salmonellose, le typhus murin, visitent les stocks et y déposent les germes des maladies précitées.

CHAPITRE V: ETUDE DES MARCHES

V. 1. GENERALITES

Cette dernière décennie a vu une multiplication des marchés dans la ville de Ouagadougou. On compte aujourd'hui environ 59 marchés, d'importance économique variable, répartis sur les 30 secteurs de la ville de Ouagadougou.

V. 1. 1. REPARTITION DES MARCHES PAR COMMUNE

Les 59 marchés se répartissent de la manière suivante dans les différentes communes:

- Commune de Baskuy

- le marché du cimetière municipal;
- le marché "OSCAR YAARE";
- le marché de fruits "KILIMANDJARO";
- le marché "SANKARE YAARE";
- le marché "ZABRE DAAGA".
- le marché "BONSE YAARE";
- le marché "ZANGOUETIN YAARE";
- le marché cité AN II;
- le marché de "NAB RAAGA";
- le marché "YSSOUF YAARE";
- le marché de GOUGHIN-SUD;
- le marché de GOUGHIN-NORD;
- le marché du secteur 10;
- le marché "BASKUY YAARE";
- le marché "LARLE YAARE";
- le marché "DELWINDE";
- le marché de PASPANGA I;
- le marché de NEMNIN ou "COURSIN YAARE";
- le marché des cycles;
- le marché central.

- Commune de Boulmiougou

- le marché "PAAG LA YIRI";
- le marché "SONG NAABA";

le marché "CISSIN YAARE";
 le marché "PISSY YAARE";
 le marché du secteur 19;
 le marché "NAAB PUSGO";
 le marché informel "FASO BENTI";
 le marché "NAAB MASME YAARE";
 le marché du "week end".

- Commune de Bogodogo

le marché de "ZEMPASSOGO";
 le marché de la gare routière;
 le marché de la patte d'oie;
 le marché de la zone 1;
 le marché "NABI YAARE";
 le marché "DASSASGO YAARE";
 le marché de "WEMTENGA";
 le marché "KATRE YAARE";
 le marché "Saint Samuel et Saint Joseph";
 le marché "KINDA ISSA YAARE";
 le marché "TAAB YINGA";
 le marché "LONGDOGO";
 le marché "AFFAIRE YAARE";
 le marché informel coté sud cité An IV B.

- Commune de Nongremassom

le marché de "ZOGONA";
 le marché "NEB LA BOUMBOU";
 le marché de "BENDOGO";
 le marché "SABIN YAARE";
 le marché "TANGUIN YAARE";
 le marché de "KOSSODO";
 le marché de "SOMGANDE";
 le marché "KOULWEONGUIN YAARE";
 le marché "NIONKO YAARE";
 le marché "WERBA YAARE";
 le marché "NONGDOGO YAARE";
 le marché "FATI YAARE";
 le marché du petit cinéma.

- *Commune de Sigh-nogin*

- le marché de "TOUESSIN YAARE";
- le marché "NAAB-POUGO" ou de "KILWIN";
- le marché de "KAMBOUINSE".

V. 1. 2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES MARCHES.

Parmi les raisons qui favorisent la création des marchés, on peut citer:

- l'existence d'un espace libre, suffisant à l'exercice d'un commerce;
- une concentration de la population suffisante pour soutenir une activité économique;
- la nécessité de rapprochement d'une source d'approvisionnement en besoins vitaux (alimentation, habillement, réparation, etc...).

L'occupation des lieux commence souvent par l'installation des vendeuses de condiments et des légumes, parfois des vendeurs de boissons locales.

Cela explique le manque d'organisation et d'infrastructures souvent observés dans les marchés. Ils se caractérisent par:

- une absence de structures d'assainissement;
- une situation désordonnée des surfaces qui se confinent aux habitations;
- l'occupation des artères voisines du marché par les vendeurs;
- une circulation difficile dans les marchés
- la transformation des habitations limitrophes en boutiques.

Le niveau d'aménagement des marchés est assez faible, il se limite souvent à la construction d'un hangar central, à la parcellisation de l'aire des marchés et à l'attribution des parcelles par les services municipaux. Un effort a aussi été consenti dans la construction des équipements sanitaires.

On note trois types de constructions, dans les marchés, selon les matériaux utilisés:

- les constructions définitives 8,45 %;
- les constructions provisoires 46,93 %;
- les étals de plein air 44,62 %

Tableau 4: Etat des infrastructures dans les marchés.

Constructions	Nombre	%
Définitives	2 348	8,45
Provisoires	13 028	46,923
Etals par terre	12 386	44,62
Total	27 762	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou.

Les 44,62 % des étals par terre correspondent à la frange des commerçants mobiles. Cette mobilité des commerçants s'explique par des raisons économiques et saisonnières.

Les superficies attribuées sont variables en fonction de l'activité qui y est pratiquée. Les petites superficies, entre 1 et 5 m² sont allouées aux vendeurs des légumes et des condiments. Les grandes superficies (> 30 m²) correspondent aux locaux servant de magasin de stockage.

Tableau 5: Variation des superficies attribuées.

Intervalles en m ²	Nombre hangars/étals	%
1-5	14 258	52,33
6-10	10 701	38,54
11-15	1 150	4,14
16-20	932	3,36
21-25	196	0,71
26-30	119	0,43
31-35	-	-
36-40	123	0,44
41-45	-	-
46-50	-	-
> 50	13	0,05
Total	27 762	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou.

L'étude de la situation domaniale des marchés révèle un grand pourcentage de commerçants attributaires et une faible proportion des locataires.

Tableau 6: Situation d'occupation des marchés

Situation	Nombre	%
Atributaires	434	92,34
Locataires	36	7,66
Total	470	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou.

L'évolution des marchés se traduit, ces dix dernières années, par un taux d'installation de nouveaux commerçants de 86,38 %. Cette évolution est donnée par le nombre de nouveaux commerçants installés dans un intervalle de temps donné.

Tableau 7: Evolution de la situation d'installation des nouveaux commerçants dans les marchés

Intervalles d'années	Nombre	%
1-5	309	65,74
6-10	97	20,64
11-15	33	7,02
16-20	18	3,83
21-25	13	2,77
Total	470	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou.

V. 1. 3. ACTIVITES ECONOMIQUES DANS LES MARCHES

Les marchés constituent le pôle des activités économiques. Une grande diversité de services et de biens de consommation sont offerts à la clientèle.

Les produits maraîchers et les produits de transformation locale occupent 44,18% de l'ensemble des commerces et services fournis dans les marchés, les céréales occupent 5,11%. Les services (réparation de cycles, d'appareils électroniques, coiffures et blanchisseries) n'occupent que 1,58 %.

Les marchés de la zone périurbaine sont souvent approvisionnés à partir du marché central ou de la zone commerciale du centre ville.

Les types de commerces et de services dans les marchés de la ville de Ouagadougou se résument comme suit.

Evaluation de la gestion des déchets solides, occasionnés par les activités commerciales et artisanales, dans les marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou.

Tableau 8: Types de commerces et de services

Types	Nombre	%	Types	Nombre	%
Armurier	2	0,01	Librairie	67	0,27
Artisanat	266	1,08	Lingerie	46	0,19
Bois de chauffe	1	0,01	Lunettes	21	0,08
Boissons locales	471	1,91	Marchandises	284	1,15
Boucherie	462	1,87	Matelas	55	0,22
Cafétérias	51	0,2	Mécanique	216	0,87
Cassettes vidéo	7	0,03	Menuiserie métal	192	0,78
Céréales	1262	5,11	Menuiserie	249	1,01
Chaussures	220	0,89	Pharmacopée	119	0,48
Coiffures	95	0,38	Pièces détachées	304	1,23
Cola	81	0,33	Poisson	279	1,13
Commerce général	76	0,31	Poste radio	9	0,04
Condiments/Légumes	10 909	44,18	Poterie	65	0,26
	192	0,78	Quincaillerie	124	0,50
Cosmétiques	665	2,69	Réparation radio	40	0,16
Couture	2481	10,05	Restaurant	316	1,28
Divers	18	0,07	Soudure	9	0,04
Ferraille récupérée	488	1,98	Tabac	17	0,07
Friperie	367	1,49	Tissu	256	1,04
Fruits	177	0,72	Volaille	146	0,59
Habillement	3585	14,52	Total	24 690	100
Inconnus					

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

Anciennement spécialité de quelques groupes ethniques (Dioula et Mossi), l'activité commerciale connaît un développement qui se traduit par l'implication d'autres groupes sociaux et l'augmentation des effectifs des commerçants.

Tableau 9: Evolution du nombre de commerçants par intervalle d'années

Intervalles d'années	Nombre	%
< 5	182	38,72
5-10	108	22,97
10-15	66	14,04
15-20	47	10
20-25	34	7,24
> 25	33	7,03
Total	470	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou; 1995.

V. 1. 4. IMPORTANCE ECONOMIQUE DES MARCHES

L'évaluation de l'importance économique d'un marché a consisté à :

- appréhender le montant monétaire des stocks exposés; c'est la quantité de biens exposés et leur coût d'achat, les stocks en dehors du marché n'étant pris en compte;
- étudier son niveau de fréquentation;
- étudier la valeur des transactions journalières.

La périodicité de tous les marchés étudiés est journalière.

V. 1. 5. ORGANE DE GESTION

Il existe, pour chaque marché, un organe de gestion constitué, selon l'importance du marché, d'un ou de plusieurs délégués.

V. 2. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone périurbaine compte les marchés suivants: Kossodo, Neb la boubou, Bendogo, Longdого, Dassasgo yaaré, Zone 1, Wemtenga, Naba yaaré, Kinda issa yaaré, Katré yaaré, Taab-yinga, Saint Samuel/saint Joseph, Zempassogo, Patte d'oie, Cité an IV, Gare routière, Paag la yiri, Marché du week end, Naab pusgo, Pissy yaaré, Faso beni, Cissin yaaré, Naab masme, Secteur 19, Touessin yaaré, Tanghin yaaré, Somgandé (voir annexe 3).

Notre étude concerne donc les marchés précités.

CHAPITRE VI: PRODUCTION ET MODE DE GESTION DES DECHETS SOLIDES DANS LES MARCHES DE LA ZONE PERIURBAINE

INTRODUCTION

Ce chapitre décrit la méthode utilisée dans l'étude des déchets solides des marchés de la zone périurbaine et donne les résultats des travaux de terrain.

VI. 1. VISITES DES ENTREPRISES ET ENTRETIENS AVEC LES RESPONSABLES DES ENTREPRISES

VI. 1. 1. ECHANTILLONNAGE DES ENTREPRISES DE GESTION DES DECHETS

Nous avons effectué un choix raisonné des entreprises sur lesquelles ont porté notre étude. Nous avons retenu une entreprise dans chaque secteur (privé, public), en raison de sa représentativité.

① *Entreprise publique*

Le secteur public est représenté uniquement par le Service Technique Municipal.

② *Entreprise privée*

L'entreprise privée la plus représentative de gestion de déchets solides, par l'importance de son matériel et par l'étendue de sa zone d'intervention est ECONFA. Son Directeur est le représentant des entrepreneurs du secteur gestion des déchets solides. Nous avons donc porté notre choix sur l'entreprise ECONFA.

③ Associations

Nous avons retenu les associations encadrées par le CREPA, à travers l'un de leurs encadreurs.

VI. 1. 2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Nous avons élaboré un guide d'entretien avec les représentants des différentes entreprises. Les questions ont essentiellement porté sur:

- la capacité d'intervention des entreprises;
- les zones d'intervention;
- leur éventuelle intervention dans les marchés;
- les coûts de leurs prestations;
- les problèmes rencontrés dans leurs interventions;

...

VI. 1. 3. RESULTATS DES DIFFERENTS ENTRETIENS

Les réponses obtenues auprès de nos interlocuteurs se résument en ceci:

- le Service Technique Municipal n'intervient pas dans les marchés. Il s'occupe des ménages et des bacs publics dans la commune de Baskuy;
- Aucune entreprise privée ne s'occupe actuellement de la gestion des déchets solides des marchés, malgré leur nombre important (près d'une dizaine);
- les associations ne gèrent pas les déchets des marchés.

En conclusion, aucune structure formelle ne s'occupe de la gestion des déchets solides dans les marchés de la zone périurbaine. Pour justifier cette situation, une seule raison a été évoquée, l'absence d'accord entre les entreprises et les délégués des marchés sur le coût des services. Le prix de 1 000 F.CFA proposé par les délégués des marchés ne rencontre pas l'approbation des entreprises.

VI.2 VISITES DES MARCHES ET ENTRETIENS AVEC LES DELEGUES

VI. 2. 1 ECHANTILLONNAGE DES MARCHES

L'échantillonnage a été fait à partir d'un choix raisonné. En effet:

- La similitude des activités commerciales et artisanales, qui sont la source des déchets, dans les marchés de la zone périurbaine;

- L'appartenance de ces marchés à une zone où les populations ont sensiblement un même niveau de vie (zone périurbaine); nous ont amené à retenir, pour notre étude, trois (3) marchés : Longdgo, Dassasgo yaaré et Nabi yaaré (voir annexe 3). Les marchés retenus sont d'importances différentes.

VI. 2. 1. 1. Le marché de Longdgo

*** Situation géographique - Date de création**

Ce marché est de création récente (1993). Il est situé à l'est du boulevard circulaire, au secteur 28. On y accède par plusieurs routes secondaires reliant le boulevard.

*** Surface occupée - Niveau d'aménagement**

Le site actuel du marché est provisoire, aucune construction n'y a été réalisée. Les seuls équipements sont ceux réalisés par les occupants, tous attributaires, et dont la situation est la suivante :

- Boutiques en matériaux semi-définitifs	1
- Hangards	23
- Etals	59
- Total	83

*** Niveau de fréquentation et périodicité**

Ce marché à un cycle journalier. C'est un marché de proximité et d'approvisionnement quotidien, fréquenté par les ménagères de la zone.

Son animation est maximale à 9 heures et la foule évaluée à cette heure de pointe est la suivante :

- commerçants permanents	120
- clients du jour	200
- Total	320

*** Evaluation économique**

C'est un marché à caractère social. Le type de commerce est peu varié, avec une dominance des étals des légumes et des condiments.

Tableau 10: Types de commerces

Types	Nombre	%
Boucherie	2	2,41
Café	2	2,41
Condiments/légumes	59	71,08
Cosmétiques	1	1,20
Divers	17	20,48
Restauration	2	2,41
Total	83	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

Le volume marchand exposé à la clientèle n'est pas important.

Tableau 11: Valeur marchande des stocks (en KF CFA)

Intervalles des classes	Nombre	Valeur moy.	Montant
Petits commerçants			
0-5	57	2,5	142,5
5-10	5	7,5	37,5
10-15	4	12,5	50
15-20	2	17,5	35
20-25	2	22,5	45
25-30	2	27,5	55
30-35	4	32,5	130
35-40	2	37,5	75
40-45	2	42,5	85
45-50	1	47,5	47,5
Total	83		702,5

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995.

* **Organe de gestion**

Il n'existe pas d'organe de gestion du marché. Cependant, les initiateurs se tiennent généralement prêts à accueillir ceux qui s'intéressent au marché.

VI. 2. 1. 2. Le marché Dassasgo yaaré

*** Situation géographique - Date de création**

Le marché de Dassasgo est situé côté sud de la route de Fada N'gourma, à hauteur de l'école des régies financières. Sa date de création n'a pu être précisée.

*** Surface occupée - Niveau d'aménagement**

La superficie du marché est de 36 250 m². Le site n'a reçu aucun équipement en dehors de latrines, construites il y a moins d'une année. Le reste des constructions, notamment les hangars, est l'oeuvre des occupants des parcelles.

La situation des infrastructures est la suivante:

- hangars provisoires	246
- étals	142
- Total	388

La situation domaniale des occupants se présente comme suit:

- Tributaires	256
dont 125 hommes et 131 femmes	
- Locataires	71
dont 71 hommes	
- Inconnus	61

*** Niveau de fréquentation et périodicité**

Il s'agit d'un marché quotidien et de fréquentation moyenne.

L'animation est entretenue par les nombreuses étalagistes de légumes et de condiments. A l'heure de pointe comprise entre 9 et 10h 30 min, la foule est évaluée à:

- commerçants permanents	800
- clients	700
- Total	1 500

*** Evaluation économique**

On n'y trouve que des petits commerçants. La vitesse d'écoulement des produits est moyenne. Le type de commerces est très diversifié.

Tableau 12: Types de commerces (marché Dassasgo yaaré)

Types	Nombre	%
Artisanat	3	0,77
Boucherie	24	6,19
Céréales	20	5,15
Condiments/légumes	142	36,60
Confection	2	0,52
Cosmétique	16	4,12
Divers	88	22,68
Friperie	48	12,37
Pharmacopée	3	0,77
Pièces détachées	5	1,29
Poissonnerie	1	0,26
Restauration	18	4,64
Tissus	6	1,55
Volaille	12	3,09
Total	388	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

L'absence de constructions définitives oblige les commerçants à n'apporter sur les lieux que des stocks facilement transportables. Le volume marchand s'en trouve affecté.

Tableau 13: Valeur marchande des stocks (marché Dassasgo yaaré)
(en KF CFA)

Intervalles des classes	Nombre	Valeur moy	Montant
Petits commerçants			
0-5	120	2,5	300
5-10	62	7,5	465
10-15	45	12,5	562,5
15-20	20	17,5	350
20-25	18	22,5	405
25-30	14	27,5	385
30-35	15	32,5	487,5
35-40	12	37,5	450
40-45	9	42,5	382,5
45-50	73	47,5	3467,5
Total	388		7255

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

* **Organe de gestion**

Il existe un organe de gestion du marché. Le membre le plus actif est actuellement le délégué du marché, servant d'informateur de l'administration. L'organe de gestion s'occupe de l'organisation et de la distribution des parcelles.

VI. 2. 1. 3. Le marché Nabi yaaré

* **Situation géographique - Date de création**

Nabi yaaré est à l'est de l'avenue Babanguida, face à saint camille. Sa situation de proximité avec les 1 200 logements lui assure un développement rapide.

* **Surface occupée - Niveau d'aménagement**

La superficie du terrain est d'environ 20 000 m². Il existe sur ce marché une harmonie et un bon suivi de la conception architecturale.

L'aménagement général du marché se présente de la façon suivante:

- boutiques en matériaux définitifs autour du marché ;
- hangars en tôles ondulées à l'intérieur ;
- étals de légumes et de condiments au centre.

La situation de l'équipement du marché est la suivante:

- maison administrative, d'une grande valeur, construite par l'effort collectif des occupants ;
- aménagement de grands hangars centraux pour étals de légumes.

Le recensement des constructions est:

- boutiques en matériaux définitifs	280
- hangars provisoires	885
- étals	748
- Total	1 913

La situation domaniale des occupants est la suivante:

- Contributaires	1 642
dont 431 hommes et 1211 femmes	
- Locataires	67
dont 34 hommes et 33 femmes	
- Inconnus	204

*** Niveau de fréquentation et périodicité**

"Nabi yaaré" est un marché quotidien. La fréquentation atteint son point culminant vers 10h et 10h 30'. La foule à cette heure de pointe a été évaluée à:

- commerçants permanents	2 000
- clients de passage	1 700
- Total	3 700

*** Evaluation économique**

Le marché est économiquement viable. On y trouve toutes les catégories de commerçants. Les stocks de marchandises proposés à la clientèle sont importants. Le type de commerce est très varié.

Tableau 14: Types de commerces (Marché Nabi yaaré)

Types	Nombre	%
Articles couture	4	0,21
Articles ménagers	18	0,95
Artisanat	20	1,05
Boucherie	35	1,83
Céréales	59	3,08
Chaussures	8	0,42
Coiffure	2	0,10
Confection	35	1,83
Cosmétique	18	0,94
Dépannage électricité	4	0,21
Divers	292	15,26
Friperie	34	1,78
Légumes/condiments	1210	63,25
Livres papiers	5	0,26
Mécanique	5	0,26
Ouverture métallique	3	0,16
Pharmacopée	31	1,62
Pièces détachées	15	0,78
Poissons	29	1,52
Quincaillerie	2	0,10
Restauration	21	1,10
Tabac	7	0,37
Tissus	43	2,25
Volaille	13	0,68
Total	1 913	100

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

Le volume marchand des stocks est important :

Tableau 15: Valeur marchande des stocks (Marché Nabi yaaré) (en KF CFA)

Intervalles des classes	Nombre	Valeur moy.	Montant
A- Petits commerçants			
0-5	1 091	2,5	2 727,5
5-10	36	7,5	270
10-15	25	12,5	312,5
15-20	78	17,5	1 365
20-25	89	22,5	2 002,5
25-30	84	27,5	2 310
30-35	75	32,5	2 437,5
35-40	58	37,5	2 175
40-45	74	42,5	3 145
45-50	66	47,5	3 135
S/Total A	1 676		19 880
B- Commerçants moyens			
50-100	66	75	4 950
100-150	25	125	3 125
150-200	22	175	3 850
200-250	20	225	4 500
250-300	19	275	5 225
300-350	13	325	4 225
350-400	18	375	6 750
400-450	24	425	10 200
450-500	17	475	8 075
S/Total B	224		50 900
C- Grands commerçants			
500-600	5	550	2 750
600-700	1	650	650
700-800	2	750	1 500
800-900	1	850	850
900-1000	3	950	2 850
S/Total C	13		8 600
Total	1 913		79 380

Source: Programme d'investissement marchand à Ouagadougou. 1995

*** Organe de gestion**

Il existe un organe de gestion du marché, constitué de délégués.

Les caractéristiques de l'échantillon de marchés retenus sont résumées dans le tableau suivant:

Tableau 15: Caractéristiques de l'échantillon de marchés

Nom du marché	Secteur	Effectif commerçants	Nombre moyen clients	Valeur marchande	Importance
Nabi yaaré	29	2 000	1 700	79 380 000	Grande
Dassasgo	28	800	700	7 255 000	Moyenne
Longdgo	28	120	200	702 500	faible

VI. 2. 2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

- Nous avons d'abord procédé à des visites et des observations dans les marchés retenus pour l'étude, afin d'évaluer l'état de salubrité;
- Nous avons ensuite procédé à l'évaluation de la quantité des déchets produits dans ces marchés et à la détermination de leur composition.
- Nous avons enfin, élaboré un guide d'entretien avec les délégués des marchés.

Les questions ont porté sur:

- . le mode de gestion des déchets solides dans les marchés;
- . les structures intervenant dans la gestion de ces déchets;
- . le degré de satisfaction face au mode de gestion actuel;
- . le prix qu'ils sont prêts à payer pour une meilleure gestion des déchets solides;
- . etc...

VI. 2. 3. RESULTATS

VI. 2. 3. 1. Résultat des observations

Il s'est dégagé une nette différence entre les marchés de moindre importance et les marchés de grande importance.

Les marchés de moindre importance présentent un aspect relativement salubre. Cela s'explique par une production peu importante des déchets et un mode de gestion de ces déchets qui responsabilise chaque commerçant. Chaque commerçant a, en effet, une petite poubelle individuelle et s'occupe lui même de l'évacuation de ses déchets.

Les marchés de grande importance, caractérisés par une grande production de déchets, présentent un aspect insalubre. Les déchets sont regroupés en tas, soit à l'intérieur des marchés, soit sur leur périphérie.

VI. 2. 3. 2. Résultats des entretiens avec les délégués

Les entretiens avec les délégués des marchés ont prouvé que :

- aucune entreprise ou association n'intervient dans la gestion des déchets solides des marchés de la zone périurbaine ;
- le ramassage des déchets se fait par des charretiers indépendants de façon irrégulière. Le coût d'intervention varie de 25 à 200 F.CFA, selon la quantité des déchets ;
- la Municipalité intervient de façon exceptionnelle sur demande des délégués ;
- le système de gestion actuel ne satisfait pas les délégués des marchés ;
- les délégués souhaitent une intervention plus efficace dans la gestion des déchets solides des marchés ;
- concernant le coût des prestations, les délégués se sont montrés très réservés. Ils pensent que seule une assemblée générale des commerçants peut proposer un prix.

VI. 2. 3. 3. Les caractéristiques des déchets

Il existe plusieurs caractéristiques à savoir: la densité, la production, l'humidité, le pouvoir calorifique, le rapport carbone/azote, le pH, ...

Dans le cadre de notre étude, et en fonction des moyens en notre possession, nous avons retenu :

- la production;
- et la composition.

① La production

*** Méthodologie**

Le temps imparti à notre étude ne nous a pas permis de faire une mesure précise des quantités de déchets produits dans les marchés retenus. Nous avons apprécié ces quantités, en tenant compte de la spécificité de chaque marché, dans le mode de collecte, et par comparaison avec les études déjà effectuées sur les marchés de même type.

- Le marché "Nabi yaaré"

Ce marché est caractérisé par la présence de deux tas d'ordures, quasi permanents, dont un au centre et un autre sur la périphérie sud du marché. Pour apprécier la quantité de déchets produits chaque jour, nous avons à intervalle régulier et durant une semaine, suivi l'évolution de chaque tas. Cela nous a permis de dégager le volume approximatif de déchets produits (voir annexe7).

- Le marché "Dassasgo yaare"

La situation de ce marché est proche de celle du marché "Nabi yaaré". Nous avons évalué l'évolution du tas d'ordure, à intervalle régulier, et nous avons estimé la quantité produite.

- Le marché "Longdgo"

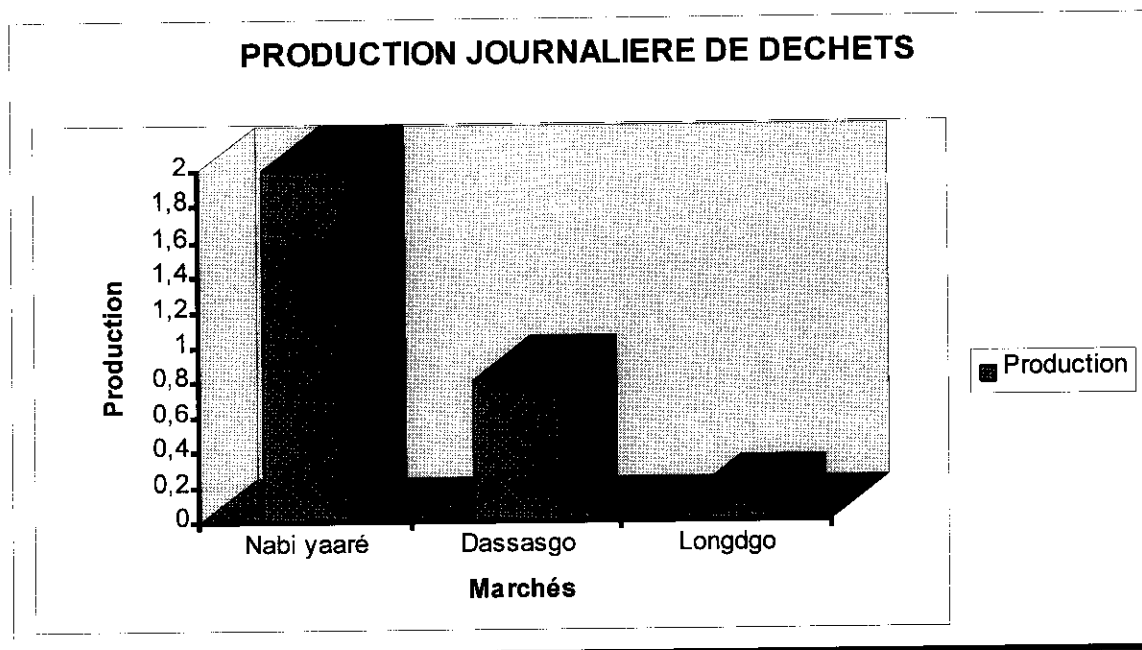
Ce marché est de moindre importance. Ici, chaque commerçant à une petite poubelle que nous avons estimé de capacité moyenne égale à 5 dm³. En tenant compte de la fréquence moyenne de ramassage des ordures (tous les 5 jours), on a pu évaluer le volume journalier.

*** Résultats**

- La production moyenne de déchets

Dénomination du marché	Production journalière de déchets en m³
Nabi yaaré	2
Dassasgo	0,8
Longdgo	0,12
Production moyenne	0,97

- Courbe de production journalière de déchets par marché.



② La composition

Une analyse physique nous a permis de déterminer la composition des déchets solides des marchés. Suivant les objectifs de l'étude, on peut faire une étude détaillée ou tout simplement une étude partielle de cette composition.

Dans notre cas, nous avons retenu les caractéristiques suivantes:

- classe 1: les matières fermentescibles (matières organiques et végétales);
- classe 2: les matières inertes (métaux, verre, bois, ...);
- classe 3: les matières combustibles (papiers, textiles, cartons, plastiques,...);
- classe 4: les fines (passant au tamis de taille 20 mm);

① Le protocole des mesures

L'étude de la composition des déchets, s'est déroulée selon le protocole suivant:

- prélèvement d'un échantillon de poids P (100 Kg);
- tri manuel, selon les quatre (4) classes précitées;
- pesé des quatre tas pour avoir le poids P_i de chaque classe;
- calcul du pourcentage de chaque classe: $\alpha_i = P_i/P$.

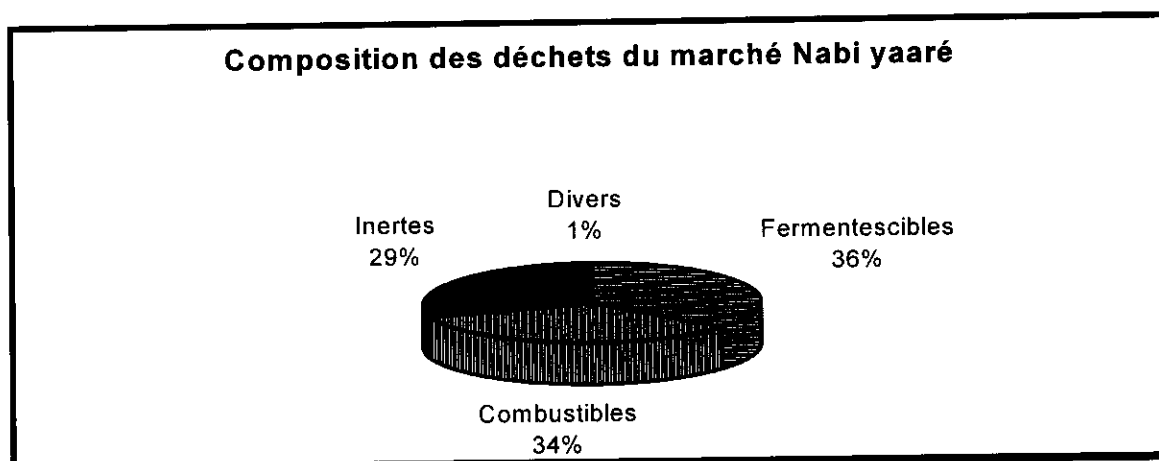
② Les résultats

Tableau 16: Composition des déchets solides dans les marchés (en %)

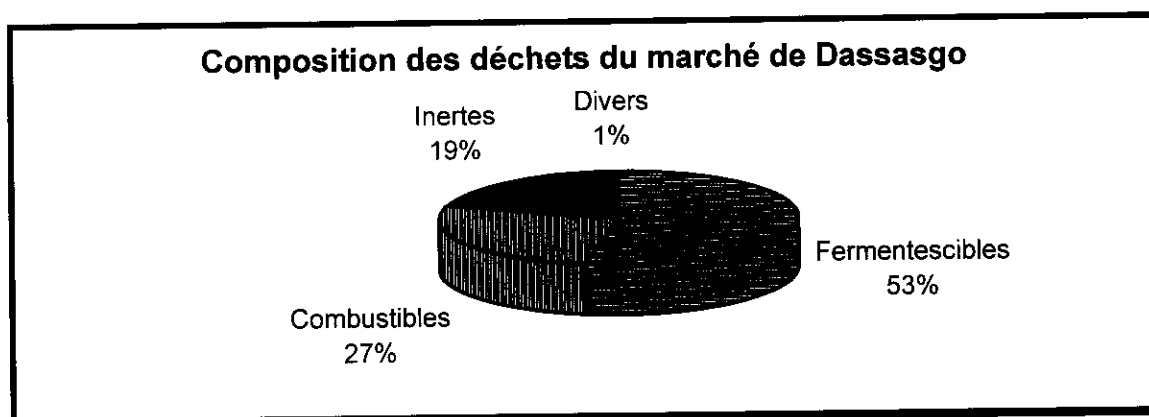
Marchés	Fermentescibles	Combustibles	inertes	Divers	Total
Nabi yaaré	36	34	29	1	100
Dassasgo	53	27	19	1	100
Longdgo	60	16	23	1	100
Moyenne	49,7	25,6	23,7	1	100

Courbes: composition des déchets solides par marché

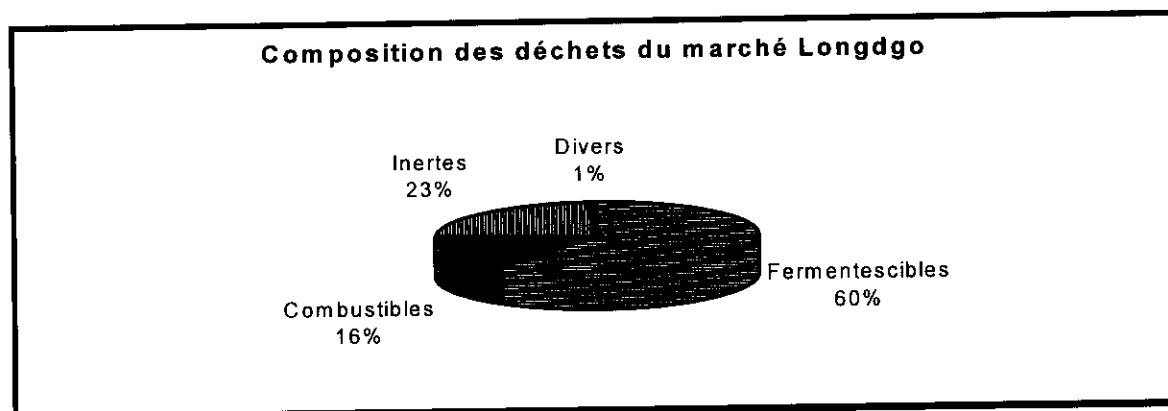
Nabi yaaré



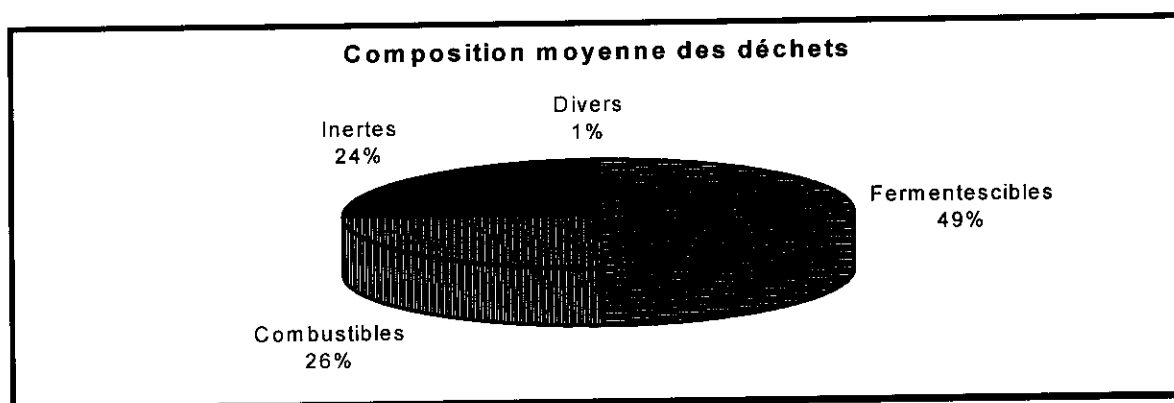
Dassasgo



Longdgo



Composition moyenne des déchets dans les marchés de la zone périurbaine



CONCLUSION

Après les visites des marchés et des structures chargées de la gestion des déchets solides , après les discussions avec les délégués des marchés et les responsables, le constat suivant s'est imposé:

- ❶ La production des déchets dans les marchés de la zone périurbaine est importante;
- ❷ La gestion des déchets solides dans les marchés est du ressort des services techniques de la municipalité. Mais, le nombre élevé des marchés, l'inaccessibilité de certains secteurs par les véhicules de collecte et l'insuffisance des moyens de ces services techniques ne permettent pas une bonne gestion de ces déchets;

③ Les structures privées (entreprises et associations) ont essayé de s'impliquer dans la gestion des déchets solides produits dans les marchés. Mais, les discussions avec les délégués des marchés ont toujours échoué sur le prix des services. Les prix proposés par les structures de gestion pour leurs services n'ont jamais rencontré l'approbation des délégués des marchés. Un coût des services de 1 000 F.CFA a souvent été proposé par les délégués des marchés;

④ La collecte des déchets se fait par des jeunes charretiers indépendants. Leur mode d'intervention diffère selon l'importance du marché, donc selon les quantités des déchets produits:

- Dans le cas des marchés de moindre importance, la collecte des déchets par les charretiers se fait de commerçant à commerçant. Le prix perçu dépend de la quantité de déchets. Ces prix varient de 25 à 200 F CFA. Les déchets collectés sont jetés dans des dépôts sauvages.

- Dans le cas des marchés de grande importance, caractérisés par une grande production de déchets, les charretiers sont appelés par les délégués en accord avec les commerçants. Ces charretiers se contentent de regrouper les déchets collectés dans le marché au niveau de sa périphérie. Les services de la municipalité interviennent parfois, sur la demande des délégués, pour l'enlèvement des déchets qui s'accumulent sur les périphéries des marchés.

Par conséquent:

- La somme totale payée par chaque commerçant à la fin du mois, pour le ramassage des déchets solides, est assez élevée ;

- Dans le cas d'une production importante de déchets, les ramasseurs déposent les déchets dans les périphéries des marchés ou dans les dépôts sauvages proche des marchés;

- Ce mode de collecte favorise la prolifération des dépôts sauvages dans la ville;

- L'enlèvement des déchets se fait de façon aléatoire, il dépend du bon vouloir des charretiers.

Le problème de la gestion des déchets solides dans les marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou reste donc entier. Il demande une solution efficace et pérenne.

CHAPITRE VII: PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION

La gestion optimum des déchets solides doit tenir compte de la nature hétérogène du déchet, et doit être envisagée sous l'angle de la complémentarité.

Dans le contexte de Ouagadougou³, et conformément à la nouvelle politique en matière de gestion des déchets solides, nous envisageons une gestion communautaire de la filière déchets solides définit comme suit:

- 1°- La précollecte;
- 2°- La récupération et la transformation;
- 3°- Le compostage;
- 4°- La collecte et le transport;
- 5°- La mise en décharge contrôlée.

VII. 1. LA PRECOLLECTE

VII. 1. 1. Définition

On entend par précollecte, l'ensemble des opérations par lesquelles les habitants d'une maison, d'un immeuble ou d'une cité d'habitats collectif recueillent, rassemblent et stockent leurs déchets, puis les présentent à l'extérieur aux fins d'évacuation (Traité de gestion des déchets solides; R. GILLET, 1985).

Cette notion, dans le cadre du plan d'action pour la gestion des déchets ménagers et industriels à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso, est élargie à l'action des entreprises privées et des associations, avant la collecte (au niveau des sites de transfert), le transport et le dépôt. La gestion de ces phases étant effectuée par les Services Techniques de la Municipalité.

VII. 1. 2. Aspects techniques

Parmi les moyens utilisés, par les associations déjà actives à Ouagadougou, dans la gestion des déchets solides, on distingue:

³ Il existe une autres méthode de traitement (l'incinération), mais sa technologie très onéreuse et mal maîtrisée n'est pas adaptée au contexte actuel de Ouagadougou.

- les charrettes type CREPA/I.A.G.U à traction asine (capacité: 0,70 et 1,40 m³);
- les charrettes ordinaires à traction asine (capacité: 0,45 m³).

L'étude comparée des performances de chaque type de matériel (annexe 4) et l'avantage d'utiliser une charrette de capacité importante, nous amènent à porter notre choix sur les charrettes type CREPA/I.A.G.U.

Pour une production moyenne de déchets de 6,79 m³ par semaine et par marché, un seul système âne-charrette suffit pour faire la précollecte.

La précollecte pourra être faite une fois par semaine et par marché. Il faut pour cela prévoir, au niveau des marchés, la construction d'une enceinte de stockage temporaire des déchets. La même équipe pourra servir cinq marchés par semaine.

VII. 1. 3. Aspects financiers

- Coût d'investissement

Tableau 17: Les investissements (en F.CFA)

Nature de l'équipement	Nombre	Coût total	Durée de vie (ans)
Ane	1	35 000	1
Charrette CREPA/IAGU	1	280 000	5
Râteau	1	3 000	2
Sceau	1	700	1
Fourche	1	3 000	2
Balais en fer	1	2 500	1
Pelle	1	3 000	2
Sac, dos âne	1	1 000	1
Attelage âne	1	6 500	1
Râtelier	1	3 000	2
Paires de bottes	2	10 000	1
Blouses	2	8 000	1
TOTAL		355 700	

- Tableau 18: Echancier des investissements et des renouvellements

Equipement	année 0	1	2	3	4	5
Ane	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000
Charrette	280 000					
Rateau	3 000		3 000		3 000	
Sceau	700	700	700	700	700	700
Fourche	3 000		3 000		3 000	
Balais en fer	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Pelle	3 000		3 000		3 000	
Sac, dos âne	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Attelage âne	6 500	6 500	6 500	6 500	6 500	6 500
râtelier	3 000		3 000		3 000	
Paire de bottes	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Blouses	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
Total	355 700	63 700	75 700	63 700	75 700	63 700

- Charges d'exploitation

Tableau 19: Les charges d'exploitation (en F.CFA)

Nature des charges	coût annuel
Equipement	
Paire de gants	6 000
Masque à poussière	7 000
Chapeau en paille	2 400
Entretien charrette	600
Foin pour l'âne	6 000
Mil	12 000
Eau	840
Personnel	
Conducteur	120 000
Manoeuvre	120 000
Total	274 840

N.B. : Les charges d'exploitation ont été calculées à partir de l'expérience des associations déjà actives.

- Evaluation du coût des prestations

Le coût des prestations souvent proposé par les délégués de marché est de 1000 F.CFA par mois. Sur la base d'une intervention hebdomadaire dans cinq (5) marchés à raison d'une fois par marché, les recettes annuelles s'élèveraient à:

$$\text{Recettes} = 1000 \times 12 \times 5 = 60\,000 \text{ F.CFA}$$

Ces recettes sont largement inférieures aux charges. Ce coût des prestations n'est donc pas envisageable.

Pour couvrir les dépenses annuelles les plus élevées (Charges + renouvellements après deux ans), il faut un coût de prestations de:

$$350540/12/5 = 6\,000 \text{ F.CFA par marché et par mois.}$$

Pour rentabiliser l'action, cette prestation doit être en moyenne de 10 000 F.CFA par marché et par mois. Soit, pour un nombre moyen de commerçants égal à 1000, une contribution individuelle de:

$$10\,000/1000 = 10 \text{ F.CFA par commerçant et par mois.}$$

En partant sur la base de 10 F.CFA par commerçant et par mois, on peut fixer le coût mensuel des prestations au prorata du nombre des commerçants dans un marché. Ainsi, pour le marché de Longdgo, il serait de $120 \times 10 = 1200$ F.CFA et pour Nabi yaaré, il serait de $2000 \times 10 = 20\,000$ F.CFA.

- Echancier recettes-dépenses, sur la base d'un coût de prestation moyen de 10 000 F.CFA par marché et par mois.

Tableau 20: Echancier recettes-dépenses (en F.CFA)

Rubriques	Année 0	1	2	3	4	5
Recettes brutes		600 000	600 000	600 000	600 000	600 000
Investissement invest. de départ	355 700					
renouvellements		63 700	75 700	63 700	75 700	63 700
Dépenses d'expl.		274 840	274 840	274 840	274 840	274 840
Flux financier	(355 700)	261 460	249 460	261 460	249 460	261 460
Flux cumulé	(355 700)	(94 240)	155 220	416 680	666 140	927 600

Il apparaît que:

* le délai de récupération du capital investi est de **un (1) ans et cinq (5) mois;**

Dès la deuxième année, le projet a amorti son investissement et commence à faire un gain. Ce projet est rentable.

VII. 1. 4. Conclusion

La précollecte des déchets solides dans les marchés est une activité rentable. Cependant, sa réalisation est subordonnée à une bonne campagne de sensibilisation des commerçants, sur les aspects sanitaire de la gestion des déchets solides et sur l'aspect négligeable de l'impact de cette action sur leurs finances (10 F.CFA par mois de contribution).

Dans la situation actuelle de gestion, chaque commerçant dépense plus que si c'était une action d'ensemble de tous les commerçants.

Envisagée sous l'angle d'une action intégrée dans tout le processus de gestion des déchets solides, la précollecte prend un intérêt plus important du fait que l'investissement et certaines charges d'exploitation seront partagés avec la récupération et le compostage.

VII. 2. LA RECUPERATION ET LA TRANSFORMATION

VII. 2. 1. Introduction

Parmi les déchets solides certains objets ont encore une valeur marchande, les autres peuvent être utilisés localement pour la production d'un bien. Ces aspects des déchets engendrent d'autres activités dans la filière déchets solides; la récupération et la transformation. Dans la ville de Ouagadougou ces deux activités sont exercées par le secteur informel. Mais, on peut envisager l'implication d'une association, afin d'améliorer leur rentabilité.

VII. 2. 2. La récupération

① Définition

La récupération est l'approvisionnement, à partir des dépotoirs et des poubelles, des objets de diverses natures potentiellement utiles.

② Différents objets récupérables

On identifie les objets récupérables suivants dans les dépotoirs des marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou: les bouteilles, les bidons, les boîtes, les flacons, les pointes, les emballages de ciments, les lacets de chaussures, les couvercles de boites, les métaux, etc...

③ Aspects économiques

* *Les moyens utilisés*

Dans l'exercice de l'activité de récupération, les moyens utilisés sont en général:

- les sacs, les sachets et les cartons, pour les piétons;
- les vélos et les motocyclettes;
- les charrettes ou les camions.

Les différents coûts d'achat ou de location de ces moyens sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 21: Coûts d'acquisition des moyens utilisés pour la récupération à Ouagadougou. (en F.CFA)

Moyens	Coût	Mode d'acquisition
Transport		
. Vélo	25 000 à 40 000	achat
. Mobylette	35 000 à 110 000	achat
Collecte et transport		
. Charrette	500 à 3 000	location
. Camion	10 000	location
Collecte		
. Sachet		récupéré
. Sac	100 à 400	achat ou récupéré
. Carton	25 à 300	achat ou récupéré

Source: Enquête CREPA - I.A.G.U

***Les prix de vente, des objets récupérés, sur les marchés de Ouagadougou.**

La vente des objets récupérés se fait à trois niveaux, à savoir:

- par les récupérateurs directs;
- par les intermédiaires;
- par les commerçants dans les marchés.

Les prix pratiqués à chaque niveau sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau 22: Prix de vente, des objets récupérés, sur le marché de Ouagadougou.
(en F.CFA)

Type d'objets	Prix de vente (récupérateurs)	Prix de vente (intermédiaires)	Prix de vente (commerçants)
Bouteilles de 0,25 à 2 l	5-25	10-50	15-100
Bidons de 0,5 à 60 l	10-1500	20-2 000	50-2 500
Boîtes de 1 à 6 l	5-25	10-50	15-75
Barriques	500-750	700-2 000	750-4 000
Coques de véhicules	3 000-4 000		4 000-55 000
Chaussures	10-50		25-75
Aluminium	250-350	350-450	450-550
Fer (plat et barre)	30-90/m	50-125/m	75-175
Emballage de ciment	35-40	50-60	60-75
Fourneaux	10		25
Lacets de chaussures	5F pour 4 ou 5		5 f pour 2 ou 3
Couvercles de boîtes	5F pour 1 ou 2		10
Charbon/tasse	25		
Bronze	300/Kg	325	350
Zinc	150/Kg	225	250
Etain local			
Sacs de 50 à 100 Kg	100-200	125-250	150-400
Cuivre	175-200	250	350
Pointes			
Flacons	5 F pour 3	5 F pour 2	5
Pots vides de peinture	10-150	20-250	35-400
Pièces de véhicules			
Tôles	300-350/m	400-600/m	650-750/m

Source: Enquête CREPA - I.A.G.U.

Une enquête du CREPA et de l'I.A.G.U, en 1991 dans la ville de Ouagadougou, révèle que le revenu moyen d'un récupérateur varie entre 100 F.CFA et 31 500 F.CFA par semaine et selon le niveau de vente.

*** Economie réalisée sur le transport vers la décharge.**

Si nous partons de l'hypothèse, que le prix d'une tournée pour un transport par camion de 7 m³ est de 2 000 F.CFA⁴, l'économie réalisée sur le transport vers la décharge, du fait de la récupération peut être chiffrée à environ 2 000 F.CFA par mois. Cette valeur est plutôt négligeable, elle s'explique par le faible pourcentage en objets récupérables des déchets solides produits dans les marchés de la zone périurbaine de la ville de Ouagadougou.

VII. 2. 3. La transformation.

1. Définition

On appelle transformation, la confection des objets utilitaires, destinés à la vente, à partir des matériaux récupérés.

Parmi les transformateurs, on peut compter: les ferblantiers, les forgerons, les bronzistes, les fondeurs d'aluminium, etc...

2. Aspects économiques

*** Les différents matériaux destinés à la transformation.**

Les matériaux utilisés sont variés et sont acquis au près des récupérateurs ou des commerçants. Ces matériaux sont achetés aux prix suivants sur les marchés de Ouagadougou:

⁴ C'est le prix payé actuellement par l'association des femmes de Wogodogo-nossin. (Source: Info CREPA n° 13).

Tableau 23: Coûts des matériaux destinés à la transformation. (en F.CFA)

Principaux matériaux utilisés	Unité	Coût
Morceaux de tôles	m	300-750
Boîtes	u	5-75
Aluminium	Kg	250-550
Coques de véhicule	u	3 000-55 000
Pointes		
Bronze	Kg	300-350
Zinc	Kg	150-250
Cuivre	Kg	175-350
Fer de 6	m	30-175
Fer plat	m	30-1750

Source: Enquête CREPA - I.A.G.U .

*** Les équipements utilisés pour la transformation.**

La technologie actuellement utilisée est artisanale et les équipements sont très variés. Cela reflète bien la réalité locale. Nous nous situerons donc dans ce contexte pour étudier l'aspect économique de la transformation.

Les coûts des différents équipements sont les suivants:

Tableau 24: Coûts des équipements utilisés pour la transformation. (en F.CFA).

Équipement utilisé	Coût
Enclume (rail)	500-1 500
Marteau	200-3 500
Pince	500- 2 000
Burin	250-1 500
Cisaille	1 000-2 000
Pointeau	100-1 000
Compas	
Moule	300-6 000
Balance	10 000-15 000
Tenailles	500-2 000
Foyer	3 000-15 000
Redresseur	
Acide	2 250/l
Etain (local)	
Lime	1 000-6 000
Scie	150-2 000
Terre	1 000/charrette
Sable	1 000/charrette
Grès	1 000/charrette
Charbon	2 500-3 000/sac de 100 Kg
Bois	
Marmite	2 000-4 500
Pelle	150-175
Couteau	75-200
Cire	1 250/Kg
Brosse métallique	
Creuset	17 000- 75 000
Toile émeri	150/feuille
Mire or (liquide)	5 000/l
Mètre	500-700
Etaux	25 000-75 000

. **Source:** Enquête CREPA - I.A.G.U

* Les différents objets fabriqués

Les transformateurs peuvent fabriquer une grande variété d'objets. Une liste non exhaustive de ces objets et leur prix sur le marché de Ouagadougou est donné dans le tableau suivant:

Tableau 25: Prix de vente des objets fabriqué par les transformateurs.
(en F.CFA)

Types d'objets fabriqués	Prix	Types d'objets fabriqués	Prix
Cale de vélo	150	Râteau	200
Entonnoir	25-2 500	Hache	1 000-1 500
Gobelet	75-200	Mortier en aluminium	2 000-3 000
Ecumoire (louche)	50-700	Four d'arachide	7 500
Passoire	150-500	Four de gâteau	10 000-15 000
Plat en aluminium	500-1 000	Moule de gâteau	000
Bouilloire	1 750-2 250	Statuette	25-75
Sceau	100-1 250	Cendrier	500-250 000
Couvercle de marmite	350-2 250	Brochette	300-700
Poêle	75-200	Porte-ampoule	150-300
Arrosoir	500-1 500	Pion de jeu d'échec	500-1 500
Bassine	900-2 000	Selle d'âne	4 000-12 000
Pelle	150-200	Chapeau de cheminée	225-350
Daba	100-300	Tuyau de latrines	3 000-20 000
Fourneau	100-750	Gouttière	1 500-4 000
Foyer amélioré	250-4 000	Grille de viande	5 600/m
Patère	75-750	Mangeoire	et 7 000
Marmite - casserole	500-17 500	abreuvoir	750-900
Caisse	750-4 000	Cafetière	750-1 000
Faucille	75-125	Soc de houe manga	200-500
		Couteau	50-200

Source: Enquête CREPA - I.A.G.U

Les prix varient en fonction de la dimension et de la nature de l'objet.

Le revenu moyen d'un transformateur, dans la ville de Ouagadougou selon une enquête du CREPA et de l'I.A.G.U, varie de 350 à 250 000 F.CFA par semaine.

VII. 2. 4. Conclusion

La récupération et la transformation constituent un créneau, dont la valorisation est une source certaine d'emplois. L'intérêt de ce créneau est encore plus grand, lorsqu'il est exploité en association, et dans un système intégré, de la filière déchets solides. Des améliorations dans le système de transformation des objets récupérés augmenteraient la performance du créneau et les revenus des transformateurs. Les résultats de l'enquête réalisée en 1991 par le CREPA et l'I.A.G.U montrent qu'à Ouagadougou, ces activités engendrent des revenus substantiels.

VII. 3. LE COMPOSTAGE

VII. 3. 1. Introduction

Le fort pourcentage en matière organique des déchets solides produits dans les marchés de la zone périurbaine (environ 49,7 %), permet d'envisager la valorisation de ces déchets par le compostage. Après une étude technique du compostage, nous évaluerons le prix de revient d'une tonne de compost produit à Ouagadougou.

VII. 3. 2. Définition

Le compostage est le processus biologique assurant la décomposition des sous produits et déchets, en un produit organique stable riche en composés humiques: le compost.

VII. 3. 3. Aspects techniques

1. Généralités

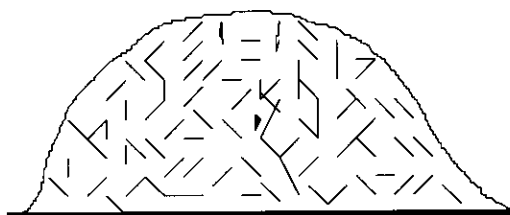
❶ Les procédés

Les différents procédés de compostage se divisent en deux systèmes, le système discontinu et le système continu.

- le système discontinu:

Dans ce système, on distingue:

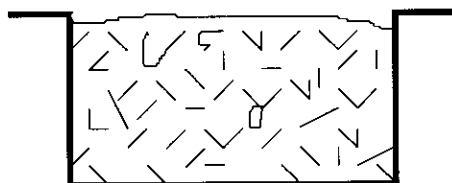
. Le procédé de compostage par tas



. Le procédé de compostage par andain



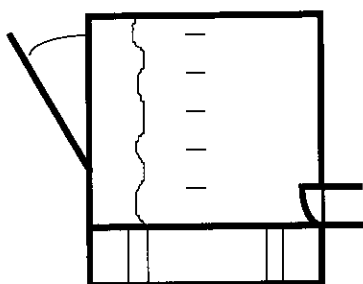
. Le procédé de compostage par fosse



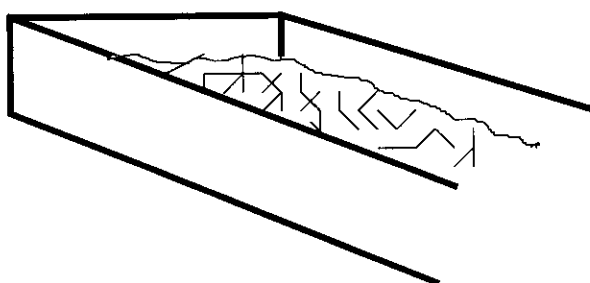
- Le système continu:

Dans le système continu, il y a:

. Le fermenteur



. Le silo-couloir



Le procédé de compostage par andain, du fait de la simplicité de sa technologie, et de son épaisseur assez faible permettant une bonne aération, est plus adapté à l'esprit de notre étude.

② Les différentes étapes du compostage

Quel que soit le procédé utilisé, les différentes étapes du compostage sont:

- la collecte des déchets;
- la préparation des substrats, à savoir: le tri, le broyage, l'homogénéisation;
- la fermentation;
- la finition, à savoir: la maturation, le tamisage, le stockage, le conditionnement, le contrôle avant distribution.

- la préparation du substrat

. Le tri ou séparation

Le tri est la séparation, dans un déchet hétérogène, des matières organiques et des fractions qui ne compostent pas ou ne sont pas acceptables pour les sols et les substrats de culture.

On distingue trois types de tri:

- * le tri à la source: les déchets sont placés, selon leur nature, dans des poubelles différentes depuis la production.
- * le tri par collecte sélective: Il consiste à collecter seulement la fraction nécessaire.
- * le tri après collecte: Il s'agit de séparer, après collecte, la fraction nécessaire du reste des déchets.

Il existe différentes méthodes de tri après collecte. Chaque méthode dépend du type de matériaux à séparer.

Pour la séparation de la matière compostable, un tri manuel est convenable.

. Le broyage

C'est une opération mécanique de réduction de la taille moyenne des particules, afin d'augmenter la surface de contact des substrats avec l'air.

L'appareil utilisé pour le broyage est le broyeur. Mais, on peut aussi bien utiliser, des ciseaux de jardinier ou une machette.

. L'homogénéisation

Dans le cas des déchets ménagers ou assimilés, la fraction organique triée et broyée constitue une phase relativement homogène.

Les procédés d'aération (andains retournés ou fermenteurs brassés), ainsi que toutes les autres manipulation du substrat (déplacements, mise en maturation, criblage, stockage), permettent l'homogénéisation progressive du compost en évolution.

- la fermentation

Elle est caractérisée par trois phases distinctes:

. la phase thermophile

Elle correspond à une montée de la température du substrat. Cela traduit une grande multiplication et une intense activité des microorganismes. Selon le système de fermentation (accéléré ou lent), cette phase dure quelques jours à quelques semaines.

. la phase de transition

Toute la substance facilement dégradable a été fermentée, il n'existe plus que la fraction difficilement dégradable. Il y a décroissance de l'activité de fermentation. La température commence à baisser. Cette phase dure quelques semaines.

. la phase de maturation

Elle s'effectue à basse température. Sa durée est de quelques mois.

- la finition

Après maturation, on procède au criblage afin d'éliminer les matériaux grossiers; puis, on fait le tamisage pour obtenir des matériaux de plus faible granulométrie qui présente un meilleur aspect dans le système de conditionnement.

Le compost mûr doit être stocké sous abri, en milieu ventilé.

③ Les principaux paramètres de compostage

Ce sont les paramètres qui influencent les conditions de vie des micro-organismes dans les substrats. Leur évolution en dehors des valeurs optimales a pour conséquence l'inhibition de l'activité des micro-organismes.

Ces paramètres sont: le taux d'oxygène lacunaire, l'humidité, la température, les caractéristiques physico-chimiques des matériaux mis en compostage.

- le taux d'oxygène lacunaire

C'est le pourcentage d'oxygène dans l'air des vides, du procédé de compostage utilisé.

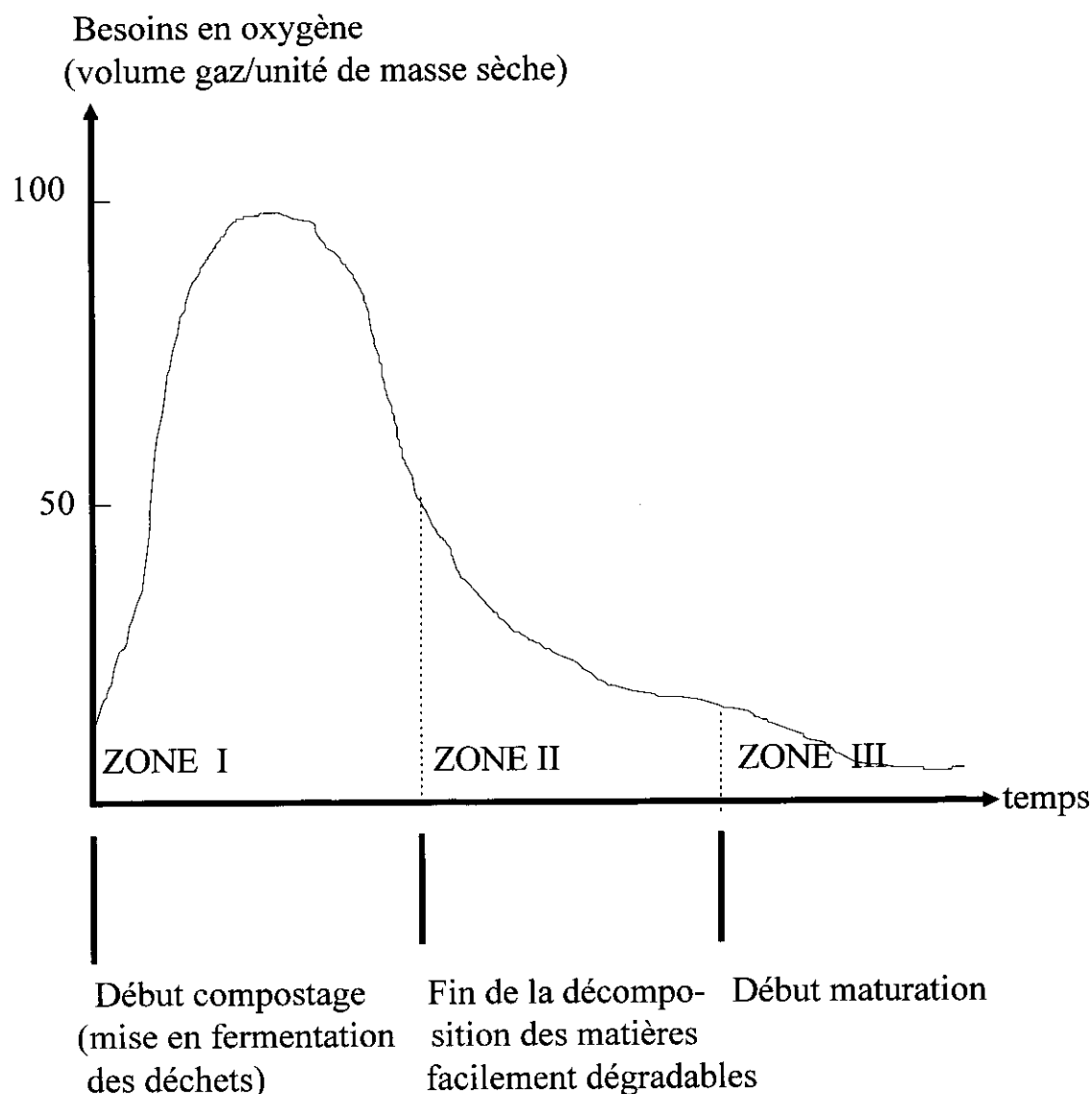


Figure 4: Evolution des besoins en oxygène.

ZONE I: Activité maximale de dégradation aérobie; besoins en oxygène fort, entre 0,5 et 1 m³ d'air/min/tonne de Matières Sèches en fermentation.

ZONE II: Activité moyenne de dégradation aérobie; besoins en oxygène moyen, entre 0,1 et 0,5 m³ d'air/min/tonne de Matières Sèches en fermentation.

ZONE III: Activité faible de dégradation aérobie, phase de maturation dominante; besoin en oxygène faible, inférieur à 0,1 m³ d'air/min/tonne de Matières Sèches en fermentation.

- l'humidité

Le compost optimal, dans les premières phases, est obtenu pour les valeurs de 30 à 36 % d'espaces lacunaires dans la masse.

Le taux optimal d'humidité, pour un substrat donné, est déterminé par le taux maximal d'espace lacunaire qui n'entraîne pas l'inhibition de l'activité des micro-organismes. La teneur en eau optimale indicative, pour les ordures ménagères est de 55 à 65 %.

- la température

L'activité des micro-organismes aérobies est à l'origine de la montée de la température lors du compostage.

En pratique, une mauvaise montée de température, ou une chute brusque de la température, au démarrage, constitueront des indicateurs fiables d'un mauvais fonctionnement. A l'opposé, le maintien d'une température considérée comme optimale, pour une phase de compostage donnée, ne signifie pas forcément que le rendement optimal de fermentation aérobie soit atteint au cours de cet épisode.

En fonction de la masse en fermentation, de la forme des tas (rapport, volume du tas/surface extérieur du tas) ou du fermenteur, du climat, de la présence des couches externes isolantes..., des niveaux très différents de température seront atteints pour un même substrat.

Les températures optimales, lors du compostage, sont celles qui permettent d'atteindre les objectifs de chaque phase:

- . hygiénisation des substrats;
- . vitesse de dégradation rapide;

. humification active : On peut considérer 65° Celcius comme température optimale.

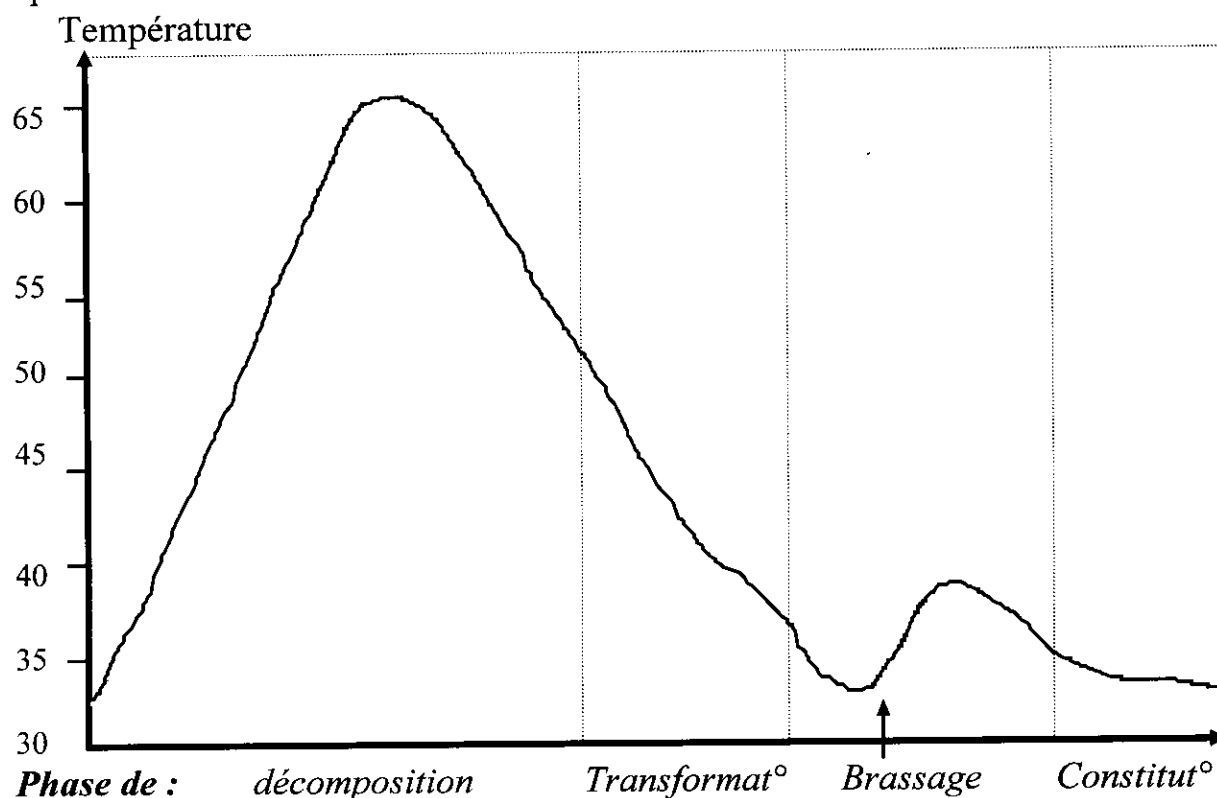


Figure 5: Cycle des températures pendant le compostage

- les conditions physico-chimiques des substrats

Les facteurs majeurs retenus comme indicateurs sont:

- . les rapports entre éléments: Carbone, Azote, phosphore, Potassium et Soufre;
- . le PH;
- . Les taux de matières sèches et de matières organiques.

. Le rapport Carbone/Azote

La valeur C/N = 30 est convenable au départ. Ce rapport décroît constamment au cours du compostage pour se stabiliser approximativement à 10 (entre 15 et 8), dans un compost fini.

Dans le cas des déchets solides des marchés, le rapport C/N est de l'ordre de 16 % (Evaluation complémentaire de la gestion des déchets, des technologies alternatives, de leur précollecte et de leur valorisation; 1996). Il est donc nécessaire de l'améliorer par un apport de matériaux riche en carbone, la paille par exemple.

. Le pH

L'évolution du PH au cours du compostage renseigne sur les différentes phases du processus microbiologique en cours.

La gamme optimale des PH pour le compostage est celle des conditions optimales de vie des micro-organismes (PH compris entre 6 et 8).

. La matière sèche et la matière organique

La matière minérale et la matière organique du substrat évoluent, quantitativement et qualitativement de la façon suivante:

- * diminution du volume par tassement et par décomposition du substrat
- * diminution de la masse totale à humidité constante, par diminution de la masse de matière organique et perte d'eau par évaporation.

On estime la perte de matière organique, pour un rapport C/N de départ optimal, entre 35 et 50 %.

④ Identification du compost mûr

Entre autres indicateurs, on peut citer:

- l'absence de toute montée de température;
- une valeur de Demande Chimique en Oxygène (D.C.O) inférieure à 350 mg/g de compost;
- Une pauvreté du compost en ammoniac et une richesse en nitrates.

La durée du compostage est de deux mois au moins à Ouagadougou. Elle dépend des facteurs climatiques et du type de déchets.

2. Choix d'un mode de compostage: les andains.

- Justification du choix

Le choix du mode de compostage en andains se justifie par la simplicité de sa technologie. En pratique le retournement est plus facile. L'investissement est également moins important que pour les autres modes.

- Caractéristiques du compostage en andains.

- . Les andains doivent avoir une hauteur maximale de 3 m;
- . Le broyage initial doit être grossier pour maintenir des espaces lacunaires suffisantes et permettre une bonne aération;
- . L'aération se fait par retournement périodique des tas (tous les 10 jours environ) en phase thermophile;
- . L'homogénéisation du substrat, hétérogène au départ, est obtenue progressivement grâce aux retournements;
- . Une humidification préalable, avant la mise en compostage est nécessaire.

- Dimensionnement du site de compostage (voir schéma en annexe)

La parcelle considérée a 25 x 12 m² de superficie.

- . Nombre d'andains : 4
- . Dimensions des andains: 4 x 2 x 1,4 = 11,2 m³
- . Volume de déchets traité en une fois = 4 x 11,2 = 44,8 m³
- . Volume de déchet traité en une année (4 campagnes de 3 mois) = 179 m³
- . Poids de déchet traité en une année = 125,3 tonnes (pour une densité de 0,7 t/m³, cas des déchets des zones de moyen standing).

D'après l'expérience de Wogodogo, le tonnage de matériaux traité est égal à celui du compost obtenu. On obtiendra donc 125,3 tonnes de compost par an.

VII. 3. 4. Aspects économiques

1. Le marché du compost à Ouagadougou.

- Les producteurs

Le principal producteur actuel de compost est l'association des femmes de wogodogo qui produit 26,4 tonnes par an (Info CREPA N° 13-Juillet-Août-Septembre 1996).

- Les acheteurs

Les besoins en compost à Ouagadougou sont évalués à 24 000 tonnes par an (Info CREPA N° 13-Juillet-Août-Septembre 1996).

Ces besoins sont répartis comme suit:

- maraîchage: 1,5 %
- agriculture saisonnière (sous pluie): 25 %
- villas: 73 %
- espaces verts urbains: moins de 1 %.

Le marché potentiel reste très important. Une vaste campagne de marketing à l'endroit des supermarchés, des hôtels, des ambassades, des encadreurs des associations paysannes, dans les villages environnants, des maraîchers élargirait considérablement ce marché.

Sur le plan national, le marché est beaucoup plus grand. En 1985, l'Etat a subventionné pour un (1) milliard de F.CFA l'achat de l'engrais minéral (Info CREPA N° 13-Juillet-Août-Septembre 1996).

2. Investissements

Tableau 26 : Coût d'investissement

Désignation	Coût (F.CFA)
1. Site de compostage	
Acquisition terrain	700 000
Clôture	1 075 420
Hangar et bureaux	1 403 590
Andains et aires bétonnées	919 498
S/T 1	4 098 507
2. Matériels	
Ane	35 000
Charrette	280 000
Matériel et outillage	40 700
S/T 2	355 700
3. Frais d'ingénierie (10 % de l'invest.)	371 351
4. Imprévus (10 %)	482556
Total	5308114

(voir Devis estimatif en annexe 6)

3. Charges d'exploitation

Tableau 27: Coût des charges d'exploitation

Designation	Coûts (F.CFA)
1. Maintenance	
Entretien site (5 %)	169 925
Entretien matériel mécanique	600
2. Personnel	130 000
3. Divers	18 000
Aliments âne	840
Eau	6 000
Paire de gants	2 400
Chapeau en paille	7 000
Masque à poussière	
Total	334 765

Pour les salaires nous avons considéré 2 producteurs de compost, 1e gardien et 1e laborantin pour les analyses, tous payés au SMIC, une équipe de collecte de 2 personnes, payées 10 000 F.CFA chacune.

4. Prix de revient

Pour une production de 125,3 tonnes de compost par an, un investissement initial de 5308114 F.CFA, des charges annuelles de 334 765 F.CFA et en tenant compte des renouvellements (les renouvellements ne concernent que les ânes et le matériel et outillage. Voir Echancier des investissements et des renouvellements au paragraphe VII. 2. 3., pour les renouvellements), on obtient; avec un taux d'actualisation de 10% sur 5 ans, un prix de revient:

$$PR. = (5308114 + (398465 \times (0,91 + 2,49 + 3,79)) + 410465 \times (1,74 + 3,17)) / (125,3 \times 3,79) \\ = \mathbf{21455 \text{ F.CFA par tonne sans subvention.}}$$

Si l'on admet une subvention sur l'acquisition et l'aménagement du terrain, ce prix de revient est de **12 825 F.CFA par tonne.**

Comparé aux prix de vente du compost dans certaines villes africaines, ce prix de revient est relativement élevé; Mais, il est peu différent de celui de Wogodogo qui est de 20 600 F.CFA.

Tableau 28 : Prix du compost dans différentes villes (en F.CFA/tonne)

Villes	Prix de vente
Tunis, Mouanfo 1994	6 000
Yaoundé, Ngnikam 1996	4 626
Porto Novo	12 000
Ouaga (Séréme)	7 330
Ouaga (Wogodogo)	15 400
Accra	9 000

Source: Info CREPA N° 13-Juillet-Août-Septembre 1996

VII. 3. 5. Conclusion

Le prix du compost sur le marché de Ouagadougou est de 15 400 F.CFA (Wogodogo). Sans subvention, il est impossible d'envisager la vente du compost à ce prix. Par contre si l'on admet une subvention sur l'aménagement du site et l'acquisition du terrain, le prix de revient de 12 825 F.CFA nous permet d'envisager la vente du compost à un prix inférieur à celui pratiqué actuellement.

VII. 4. LA COLLECTE ET LE TRANSPORT

VII. 4. 1. Introduction

La collecte et le transport de déchets vers la décharge exigent l'utilisation des moyens matériels et humains importants. L'exécution de cette phase ne peut être envisagée avec les moyens non conventionnelles définis plus haut. Aujourd'hui, seule la Direction Technique Municipale dispose des moyens permettant la collecte et le transport des déchets solides dans la décharge. Mais, ces moyens ne permettent qu'une intervention limitée à la commune de Baskuy Pour cette phase qui ne s'inscrit pas directement dans une participation communautaire, nous nous contenterons de décrire les aspects techniques de sa réalisation, sans en évaluer les coûts.

VII. 4. 2. Définition

La collecte est l'opération qui consiste à enlever les déchets des ménages ou des points de dépôt après précollecte pour les acheminer (transport) vers un lieu de traitement ou d'élimination.

VII. 4. 3. Aspects techniques

La collecte des déchets solides devra se faire à partir des zones de transfert qui seront aménagées sur les périphéries de la commune de Baskuy. Des sites, abritants des bacs (3 à 4) ou des enceintes de dépôt provisoire de déchets, doivent donc être aménagés pour recevoir les déchets venant des autres communes (y compris ceux des marchés).

La Direction Technique Municipale assurera, la collecte de façon régulière à partir de ces sites et, le transport des déchets dans une décharge contrôlée. Il est donc indispensable d'aménager une décharge contrôlée destinée à recevoir la proportion des déchets non récupérable et non compostable.

VII. 4. 4. Conclusion

Le Plan d'Action sur la gestion des ordures ménagères et industrielles dans les villes de Ouagadougou et Bobo-dioulasso prévoit, dans sa deuxième phase, l'implication du secteur privé dans la collecte et le transport des déchets solides. La Municipalité se chargera alors de la coordination de toutes les activités de gestion des déchets solides.

VII. 5. LA MISE EN DECHARGE CONTROLEE

VII. 5. 1. Introduction

La ville de Ouagadougou dispose, à ce jour, de deux décharges autorisées. Ces décharges sont situées respectivement sur la route de Ouahigouya et sur la route de Kaya (face clinique de la paix). Ces décharges sont des anciennes zones d'emprunt des matériaux de construction de routes. A part leur éloignement des zones centrales d'habitation, ces décharges autorisées présentent les mêmes caractéristiques que les dépôts sauvages qui jonchent les secteurs de la ville de Ouagadougou.

VII. 5. 2. Définition

Une décharge contrôlée est un site de dépôt des déchets solides aménagé et exploité de telle sorte qu'il permet de stocker des déchets ménagers sans menacer l'environnement naturel et sans nuire à l'environnement humain.

VII. 5. 3. Caractéristique de la décharge contrôlée

VII. 5. 3. 1. Choix et aménagement du site

Le site devant être aménagé comme décharge contrôlée doit faire l'objet d'une étude d'impacts sur l'environnement. Il doit être situé, à plus de 5 Km des lieux d'habitation et des lieux de baignade, en dehors des périmètres protégés de prélèvement d'eau souterraine. La perméabilité du sol sur le site doit être faible. La décharge contrôlée est aménagée en alvéoles (parcelles rectangulaires) creusées (méthode des tranchées), ou aménagées à la surface du terrain (méthode des monticules):

- la méthode des tranchées: Ces tranchées ont trois à cinq mètres de profondeur. Une rampe permet aux engins de descendre dans la tranchée pour étaler et compacter les ordures.
- la méthode des monticules: Des talus de terre délimitent des casiers fermés sur trois cotés, les engins remplissent le casier par le quatrième coté.

Ces alvéoles sont imperméabilisées pour éviter les eaux de percolation (lixiviats). L'imperméabilisation peut être obtenue naturellement, par une couche marneuse ou argileuse, ou artificiellement par une géomembrane.

Un système de drainage et de récupération des eaux de percolation est installé au fond des alvéoles. Ces eaux doivent être contrôlées à l'aide des piézomètres. Un fossé entoure les alvéoles afin de capter les eaux de ruissellement. Un système d'évacuation de gaz doit être mis en place dans les alvéoles.

La décharge doit être entourée d'un grillage d'environ trois mètres de hauteur. Une haie de végétation le long du grillage est indispensable pour dissimuler la décharge et limiter la dispersion des odeurs. Un fossé entourant la décharge assurera le drainage des eaux de pluie.

Un pont bascule est obligatoirement installé à l'entrée de la décharge pour connaître le tonnage des déchets qui entrent dans la décharge et d'assurer la facturation de la prestation d'élimination.

Une ou plusieurs voies de circulation intérieure sont aménagées, pour permettre la circulation des engins et des camions. Un arrosage régulier de ces voies évitera l'envol de la poussière.

VII. 5. 3. 2. Le contrôle des déchets

Les déchets admis dans la décharge sont clairement définis. Un poste de contrôle vérifie la qualité et l'origine des déchets.

Les déchets admissibles dans la décharge contrôlée sont: les ordures ménagères, les ordures des marchés, les déchets des jardins, les balayures, les déchets inertes ou encombrants, les déchets commerciaux ou artisanaux (exceptés les emballages des produits pharmaceutiques ou chimiques provenant des usines), les déchets d'abattoirs (sauf les déchets liquides: sang, ou contaminés), les matières plastiques (élastomères, caoutchouc), les boues pelletables des stations d'épuration.

Les déchets interdits sur le site de la décharge contrôlée sont: les déchets dont les eaux de lessivage présentent un haut degré de toxicité ou de nocivité dans les eaux (arsenic, biocides, solvants, cyanures,...), les déchets dont la manipulation et la réactivité vis à vis des déchets courants entraînent des dangers immédiats ou différés dans le temps (explosifs, liquides inflammables, substances radioactives, acides et bases), les déchets chimiques des laboratoires pharmaceutiques ou de droguerie, les boues de peintures et de fosses de décantation industrielles, les cadavres d'animaux, tous les déchets liquides sans exception.

VII. 5. 3. 3. La gestion de la décharge

Le chiffonnage sauvage est interdit dans la décharge, les déchets ne doivent pas être brûlés, la lutte contre les rats et les insectes est systématique.

Pour prévenir tout risque d'incendie, il doit y avoir:

- une borne incendie à proximité, ou une réserve d'eau minimale de 60 m³;
- un stock d'au moins 100 m³ de terre;
- des extincteurs.

L'émission dans l'atmosphère des gaz odorants, toxiques ou corrosifs, ainsi que l'envol des éléments légers sont maîtrisés par:

- le recouvrement des déchets par des matériaux inertes (10 à 30 cm de sable ou de terre);
- la plantation d'une haie d'arbre autour de la décharge.

Les déchets seront disposés dans les alvéoles en couches de 2 à 3 m, séparées par des matériaux inertes de 10 à 30 cm.
L'évacuation du biogaz doit être assurée.

VII. 5. 3. 4. *Le contrôle des rejets de la décharge*

Les eaux de percolation (lixiviats), doivent être récupérées, contrôlées et traitées avant leur rejet; ou réaspérgées sur les déchets.

VII. 5. 3. 5. *Le réaménagement final et le suivi à long terme*

Lorsqu'une alvéole est définitivement remplie:

- elle est couverte d'une épaisse couche de terre;
- la couverture finale aura une pente minimum de 5 %, pour éviter la stagnation des eaux de surface et faciliter leur ruissellement en dehors des alvéoles.
- le terrain sera reboisé, remis en culture ou en pâturage.

Pour le suivi à long terme, les eaux souterraines et les eaux issues du site de l'ancienne décharge sont contrôlées, par l'exploitant, jusqu'au retour à une qualité respectant les normes en vigueur.

VII. 4. 3. 6. *Conclusion*

La décharge contrôlée constitue une garantie contre la pollution de l'environnement et l'atteinte à la santé publique; son site après exploitation peut être valoriser. Compte tenu de l'importance de l'investissement, la décharge doit être gérée par la Municipalité ou une entreprise importante.

PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS

La gestion des déchets solides urbains en général, des marchés en particulier exige, en plus d'une action concertée de tous les acteurs de ce secteur, une prise de conscience individuelle. Une action concertée implique, un système d'exécution avec les moyens nécessaires, une structure de coordination efficace et une population sensibilisée. C'est dans ce sens que nous formulons nos propositions et recommandations.

① A l'endroit de l'administration

- l'administration doit prendre les textes définissant:
 - . les conditions d'exercice de l'activité de gestion des déchets solides;
 - . la nature des intervenants dans la gestion de ces déchets;
 - . le rôle et les attributions de chaque intervenant;
 - . le coût des services;
 - . les relations entre intervenants.
- elle doit appuyer les initiatives communautaires de gestion de déchets solides par:
 - . l'octroie des prêts et des subventions;
 - . la sensibilisation des populations et des commerçants pour le cas des marchés;
 - . l'organisation de l'activité de gestion des déchets;
- elle doit mettre en place des structures permanentes de sensibilisation des populations sur les risques environnementaux et sanitaires des déchets;

② A l'endroit de la Municipalité

- Elle doit coordonner l'activité de gestion des déchets solides en:
 - . définissant les zones d'intervention de chaque intervenant;
 - . contrôlant l'efficacité des intervenants;
 - . retirant, le cas échéant, la responsabilité d'une zone à l'entreprise ou association défailante.

- Elle doit, avec les délégués des marchés, mettre en place une politique de gestion des déchets. En augmentant, par exemple, légèrement le montant de la taxe appliquée dans les marchés, pour permettre l'enlèvement des déchets.
- Elle doit instaurer une prime pour les marchés les plus salubre.

③ A l'endroit des comités de marché

- chaque comité de marché doit répondre de l'état d'insalubrité du marché sous sa gestion;
- chaque marché doit installer une enceinte de dépôt provisoire de déchets solides.

④ A l'endroit des commerçants et de la population

- chaque citoyen doit se sentir concerné par le phénomène d'expansion de la production des déchets solides, des nouveaux comportements face aux déchets doivent être cultivés.

La bonne gestion des déchets solides commence depuis la source de ces déchets.

CONCLUSION GENERALE

L'évaluation de la gestion des déchets solides, dans les marchés de la zone périurbaine de Ouagadougou, a révélé l'existence d'un nombre important de marchés. On compte environ 59 marchés dans la ville de Ouagadougou, dont une trentaine dans la zone périurbaine. Une grande activité commerciale et artisanale s'exerce dans ces marchés. L'importance de cette activité place les marchés parmi les plus grandes sources de déchets solides urbains. Les entreprises publiques et privées, ainsi que quelques associations déjà actives dans la ville, font la part belle aux ménages, laissant le secteur des marchés pratiquement inexploité. Pourtant, l'importance des déchets produits, les risques sanitaires particuliers, dus à la proximité entre les produits alimentaires et les déchets, appellent une action d'urgence à l'endroit des marchés. Après avoir établi les difficultés liées à une intervention des entreprises publiques ou privées dans ce secteur, l'étude a démontré qu'une action associative, utilisant des techniques endogènes à faibles coûts et d'exploitation facile, est la solution qui s'adapte le mieux à la situation. Cette étude a aussi mis en évidence l'importance de la filière déchets solides, comme source d'emplois et génératrice de revenus. Cependant, cette solution qui est loin d'être une panacée, exige une bonne sensibilisation des populations et une bonne coordination des activités par la Municipalité, si l'on veut qu'elle soit pérenne. Cette démarche s'intègre dans la logique du Plan d'Action pour la Gestion des Déchets Ménagers et Industriels à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso, mis en place dans le cadre du Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaine.

SIGLES ET ABREVIATIONS

P.A.C.V.U :Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaine.

C.S.S : Comité Sectoriel de Salubrité.

C.C.S : Cellule de Coordination et de Suivi.

S.T.M : Service Technique Municipal.

C.R.E.P.A :Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût.

I.A.G.U : Institut Africain de Gestion Urbaine.

E.C.O.N.FA :Entreprise de Collecte de recyclage d'Ordures et de Nettoyage du Faso.

E.C.M.M : Entreprise Compaoré Moussa Moumouni

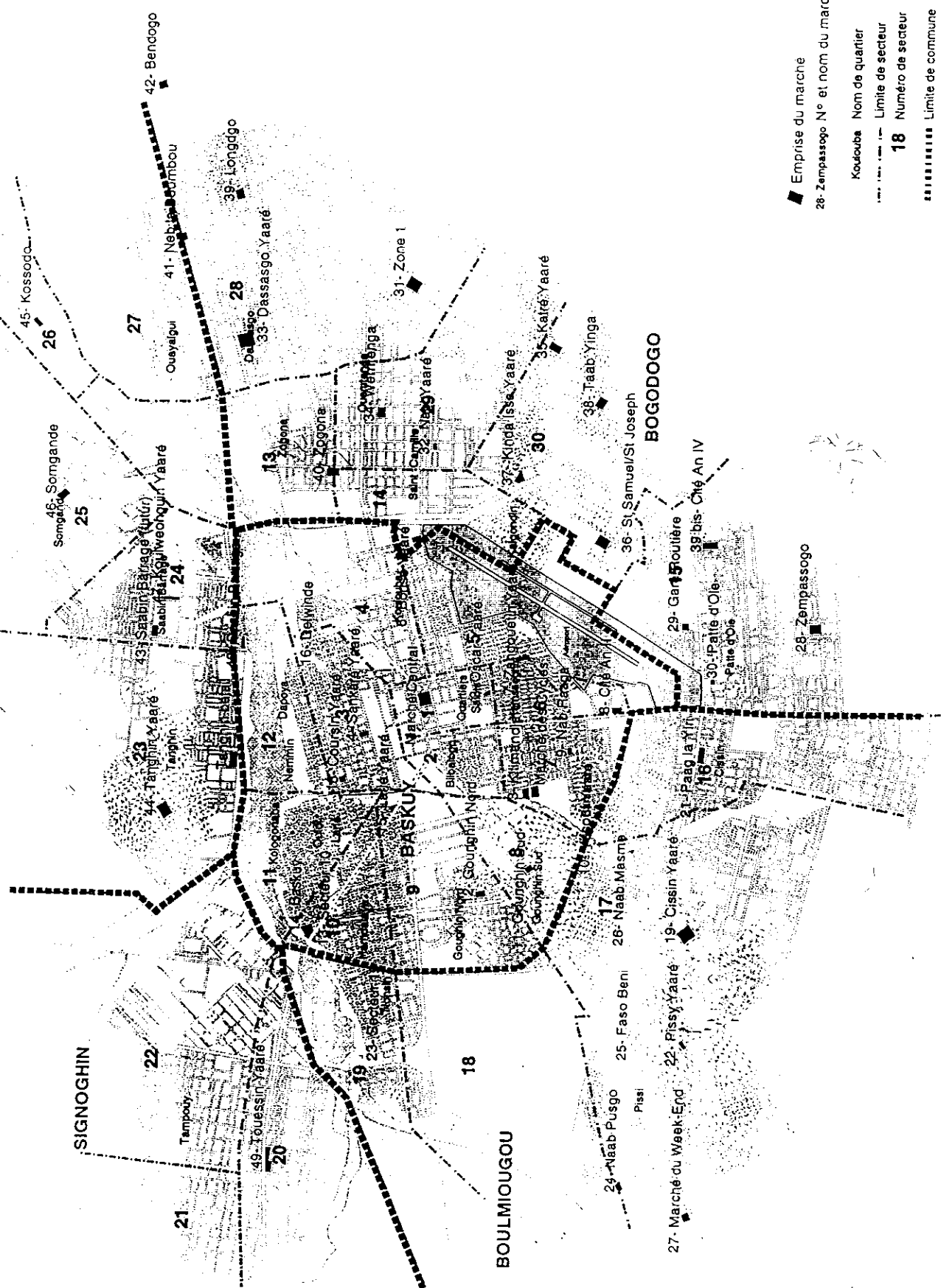
B.R.G.M : Bureau d'Etudes et de Recherches Minières

BIBLIOGRAPHIE

- J. M. DIARRA**: Guide pour l'exploitation et la gestion des décharges contrôlées. 1997
- Aminata SOW**: Contribution à l'aménagement et à la gestion des sites de transfert des ordures ménagères à Ouagadougou. 1995.
- L. OWOLALI**: Rapport, formation continue. Thème " La gestion des déchets en République du Bénin". 1996.
- Michel MUSTIN**: Le compost, gestion de la matière organique. Editions François DUBUSC. 1987
- Afric conseil**: Programme d'investissements marchands à Ouagadougou. Volume 1. Diagnostic. 1995
- B. GBEMADE**: Gestion des Ordures Municipales de Ouagadougou. Evaluation complémentaire de la composition des déchets, des technologies alternatives, de leur précollecte et de leur valorisation. Mémoire, 1996.
- Direction du Troisième Projet de Développement Urbain**: Plan d'Action pour la Gestion des Déchets Ménagers et Industriels à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso. 26 juillet 1996.
- CREPA/CIEH-IGU**: Contribution à la gestion des déchets solides. Projet pilote de Ouagadougou. Etude du milieu. Mai 1992.
- Aline CLERC**: Analyse critique du système de gestion, par la Division Economique, des déchets municipaux de Ouagadougou. Travail de diplôme en assainissement. Février 1996.
- R.GILLET**: Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement. 1^{er} et 2^e volume. 1985.
- G. CISSE**: Enquête sanitaire. Contribution à la mise en place d'un système de gestion des déchets solides dans la ville de Tenkodogo: Etude de milieu. E.I.E.R, Ouagadougou, 1995.

ANNEXES

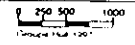
- 1- SITUATION GEOGRAPHIQUE DE OUAGADOUGOU**
- 2- DECOUPAGE ADMINISTRATIF DE OUAGADOUGOU
ET SITUATION DES DIFFERENTS MARCHES**
- 3- DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE**
- 4- TABLEAU COMPARATIF DES PERFORMANCES DES
SYSTEMES ANES-CHARRETTES**
- 5- MODELE D'ETABLISSEMENT DES COUTS
D'INVESTISSEMENT DANS UNE STATION DE
COMPOSTAGE**
- 6- DEVIS ESTIMATIF, AMENAGEMENT SITE DE
COMPOSTAGE**
- 7- METHODE UTILISEE POUR EVALUER LE VOLUME
DES DECHETS**
- 8- GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES INSTITUTIONS DE
GESTION DE DECHETS SOLIDES A OUAGADOUGOU**
- 9- SCHEMA DU SITE DE COMPOSTAGE**



- Emprise du marché
- 28- Zempassogo N° et nom du marché
- Koutouba Nom de quartier
- Limite de secteur
- 18 Numéro de secteur
- Limite de commune

Ouagadougou : Localisation des marchés

Programme prioritaire d'équipements marchands et Aménagements complémentaires du Marché Central



ANNEXE 4 :**TABLEAU COMPARATIF DES PERFORMANCES DES SYSTEMES ANE-CHARRETTE**

DESIGNATION	GRANDEURS	
	TYPE CREPA/IAGU	TYPE ORDINAIRE
Capacité charrette en m3	0,70 à 1,40	0,45
Durée de vie charrette (an)	5	5
Durée de vie âne (an)	1	1
Distance parcourue par jour (Km)	15 à 23	18 à 20
Tonnage transportée par an	175 (0,70) et 245 (1,40)	302
Durée de collecte par jour (heures)	5	7 à 8
Nombre de rotation par jour	1 à 2	4 à 5
Superficie couverte en Km2	4,7	10
Secteurs couverts	19	22
Nombre de personnes/équipe	2	2
Population desservie	140	40

ANNEXE 5

I. MODELE D'ETABLISSEMENT DES COUTS D'INVESTISSEMENT DANS UNE STATION DE COMPOSTAGE

I. SITE DE COMPOSTAGE

- Aménagement du terrain (décapage,...) et des voies et réseaux divers;
- Aires bétonnées;
- Constructions diverses (hangars, bureaux);
- Matériel fixe (trémies, aération, fermenteur, stockage du compost,...);
- Lots spéciaux (eau, électricité,...);
- Clôture et aménagements divers (plantations, pelouses, accès,...);

S/T 1

II. INVESTISSEMENT EN MATERIEL MOBILE ET ORGANE DE LIAISON

- Engins mobiles (camions, pelles, composteurs,...);
- Tapis ou vis de transfert;
- Broyeurs, cribleur-affineurs;
- Autres;

S/T 2

III. CONCEPTION ET HONORAIRES D'INGENIERIE ET DE CHANTIER

S/T 3

TOTAL INVESTISSEMENT : (1) + (2) + (3)

II. MODELE DE CALCUL DES COUTS D'EXPLOITATION TOTAUX D'UNE STATION DE COMPOSTAGE

I. MAINTENANCE (en % des coûts d'investissement)

- 5% pour l'entretien du site;
- 10% pour l'entretien général
- 20% pour l'entretien du matériel mobile et mécanique.

II. MATERIEL ET PRODUITS CONSOMMABLES

- Estimation des consommations des produits divers et petit matériel consommable

III. TRAVAIL

- Salaires et charges

IV. EAU ET ENERGIE

- Eau, assainissement, électricité et carburants liquides.

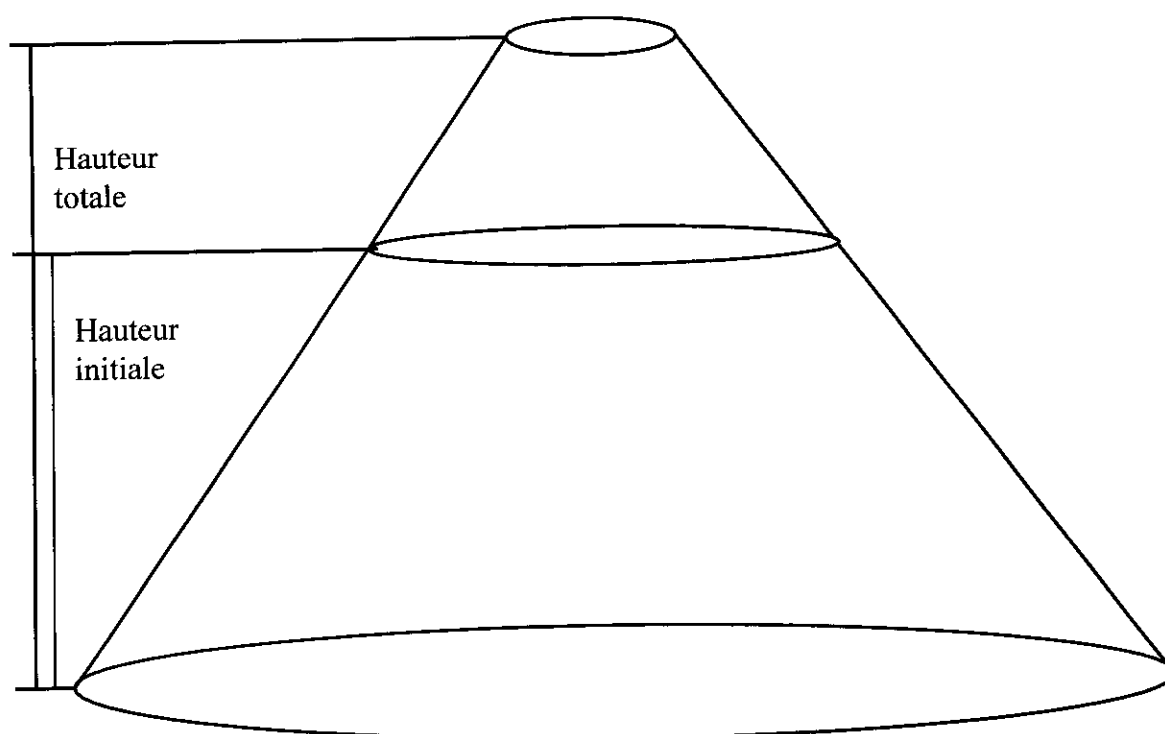
V. FRAIS GENERAUX ET FRAIS DIVERS DE GESTION

- Assurances, taxes, frais de gestion, frais de suivi analytique du compost, frais de vente et de marketing (éventuellement).

ANNEXE 6: DEVIS ESTIMATIF, AMENAGEMENT SITE DE COMPOSTAGE				
Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total
Clôture				
Mur	m2	82	10000	820000
Semelle et chaînage	m3	3,96	64500	255420
Hangar et Bureau				
Mur	m2	109,5	10000	1095000
Tôles	m2	43	2431	104533
Charpente	m1	62	2747	170314
Poteaux	m3	0,405	83315	33743
Andains et aires bétonnées				
Andains	m2	28,8	10000	288000
Aires bétonnées	m3	9,6	65781	631498
Total				3398507

ANNEXE 7 :

METHODE UTILISEE POUR EVALUER LE VOLUME DES DECHETS



$$\begin{aligned} \text{Augmentation du volume} &= \text{Volume total} - \text{Volume initial} \\ &= (S_i + S_s) \times H_t / 2 - (S_i + S_s) \times H_i / 2 \end{aligned}$$

Avec :

S_i : Section inférieure

S_s : Section supérieure

ANNEXE 9: SCHEMA DU SITE DE COMPOSTAGE

