



REPUBLIQUE DU SENEGAL



Environment and
Climate Change Canada
Environnement et
Changement climatique Canada



MINISTRE DE L'URBANISME, DU LOGEMENT ET DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE

Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides (UCG)

ETUDE DE FAISABILITÉ POUR LA MISE EN PLACE D'UNE UNITÉ DE COMPOSTAGE À ENSA

JANVIER 2021

PAPA MADI AW DIEYE

CONSULTANT

Tel : 00221 77 285 22 92

Email : madiawd@gmail.com

TABLE DES MATIERES

	LISTE DES TABLEAUX	4
	LISTE DES FIGURES	5
	LISTE DES ILLUSTRATIONS	6
	Résumé Exécutif	8
Chapitre I :	Introduction générale	10
I.1.	Contexte et Justification de l'étude	11
I.2.	Méthodologie	12
I.3.	Zone d'étude	12
I.4.	Focus sur le site d'implantation de l'unité de compostage	13
Chapitre II :	Analyse de la filière de gestion des déchets solides de la commune de Thiès	18
II.1.	Le conditionnement	19
II.2.	Balayage et Nettoyement	20
II.3.	La pré-collecte	20
II.4.	La collecte et le transport	21
II.5.	Le tri, la récupération et la valorisation des déchets	22
II.6.	La mise en décharge et l'élimination	22
Chapitre III :	Analyse de la filière des déchets organiques dans la commune de Thiès	24
III.1.	Production et Caractérisation des déchets	25
III.2.	Organisation de la pré-collecte et collecte de déchets organiques	31
Chapitre IV :	Benchmarking sur les expériences de compostage et identification des différents scénarii pour l'option technologique de l'unité de compostage à Thiès	33
IV.1.	Le compostage	34
IV.1.1.	Définitions	34
IV.1.2.	Les déchets compostables	35
IV.1.3.	Les différentes étapes du compostage	35
IV.1.4.	Paramètres de dimensionnement d'une Unité de compostage	37
IV.2.	Présentation et analyse des technologies de compostage dans le monde et au Sénégal	37
IV.2.1.	Technologie de compostage en Andains	38
IV.2.2.	Technologie de compostage en tas statique aéré	40
IV.2.3.	Technologie de compostage en Réceptacles clos	41
IV.3.	Conclusions tirées du Benchmarking et Choix de la technologie à utiliser pour l'unité	44
IV.3.1.	Conclusions du Benchmarking	44
IV.3.2.	Choix de la technologie à utiliser au sein de l'unité	47
Chapitre V :	Mise en place de l'unité pilote de Compostage à Thiès	48
V.1.1.	Faisabilité Technique	49
V.1.2.	Analyse financière	53
V.1.3.	Analyse environnementale	65
	REFERENCES	71
	ANNEXES	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Production et typologie de déchets au niveau des ménages de Thiès en 2015	30
Tableau 2 :	Production et typologie de déchets au niveau des ménages de Thiès en 2021	31
Tableau 3 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Ménages	32
Tableau 4 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Marchés	33
Tableau 5 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée à la gare routière	33
Tableau 6 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée à l'abattoir	34
Tableau 7 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les PRN	34
Tableau 8 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Universités et Casernes	35
Tableau 9 :	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Hôtels et Restaurants	35
Tableau 10 :	Quantité de déchets verts collectable dans la commune de Thiès	36
Tableau 11 :	Plan d'actions de l'organisation du système de collecte des déchets organiques dans la ville de Thiès	37
Tableau 12 :	Classement des déchets vis-à-vis de leur compostabilité	40
Tableau 13 :	Fréquence d'utilisation des types de technologies de compostage dans les Pays En voie de Développement	43
Tableau 14 :	Principaux problèmes rencontrés pour les différentes technologies de compostage	51
Tableau 15 :	Avantages et Inconvénients des principales technologies de compostage	52
Tableau 16 :	Capacité de production de l'unité de compostage	53
Tableau 17 :	Besoins en équipements de conditionnement et de collecte	54
Tableau 18 :	Besoins en équipements de l'unité de compostage	55
Tableau 19 :	Besoins en personnel de l'unité de compostage	55
Tableau 20 :	Besoins en Matériel de fonctionnement de l'unité de compostage	55
Tableau 21 :	Besoins en Électricité de l'unité de compostage	56
Tableau 22 :	Besoins en Eau de l'unité de compostage	56
Tableau 23 :	Besoins en Carburant de l'unité de compostage	56
Tableau 24 :	Superficie des aménagements de l'unité de compostage	57
Tableau 25 :	Cout de Construction de l'unité	58
Tableau 26 :	Cout d'acquisition des équipements et matériels de l'unité	59
Tableau 27 :	Plan de Financement / Investissement	60
Tableau 28 :	SERVICES EXTERIEURS A	60
Tableau 29 :	Amortissement de l'investissement	61
Tableau 30 :	Amortissement de l'emprunt	61
Tableau 31 :	Cout de Revient de la tonne de compost produit dans l'unité	62
Tableau 32 :	Chiffre d'affaires de l'unité de compostage	63
Tableau 33 :	Compte d'exploitation prévisionnelle	63
Tableau 34 :	Évaluation du potentiel d'atténuation des GES entre 2000 et 2050	69
Tableau 35 :	potentiel d'atténuation des GES entre 2015 et 2023	71
Tableau 36 :	potentiel d'atténuation des GES entre 2025 et 2050	72
Tableau 37 :	récapitulatif des avantages environnementaux, sociaux et économiques du compostage.	75

LISTE DES FIGURES

Figure I 1 : Mode Evolution de la taille de la population de la Ville de Thiès (2013-2021)	19
Figure I 2 : Mode de Débarquement de la pêche artisanale par région (2017-2018)	21
Figure III 1: Composition des OMA dans la commune de Thiès	32
Figure IV 1 : Schéma général de la filière de compostage	41
Figure IV 2 : Technologie de compostage en andains retournés	46
Figure IV 3 : Technologie de compostage en andains aérés passivement : GORE	48
Figure IV 4 : Technologie de compostage en tas statiques aéré	50
Figure IV 5 : Technologie de compostage en casiers	52
Figure IV 6 : Technologie de compostage en lits rectangulaires remués	54
Figure IV 7 : Technologie de compostage en silo	55
Figure V 1 : Plan d'aménagement de l'unité de compostage	65
Figure V 2 : Evaluation du potentiel d'atténuation des GES entre 2000 et 2050	80

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Photo 1 : Mode de Conditionnement des OMA dans les concessions de la commune de Thiès	23
Photo 2 : Mode de Conditionnement des déchets dans les Marchés de la commune de Thiès	24
Photo 3 : Vue 3D des PRN de la commune de Thiès	24
Photo 4 : Système de précollecte dans la commune de Thiès	26
Photo 5 : Dispositif de collecte dans la commune de Thiès	27
Photo 6 : Décharge *Route de Mbour* de la commune de Thiès	28
Photo 7 : Décharge de * Touba Peykoug * de la commune de Thiès	28
Photo 8 : Décharge de * Médina Fall* de la commune de Thiès	29

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ANSD :	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
CA :	Commune d'arrondissement
CCAC :	Coalition pour le climat et l'Air pur
CDN :	Contribution Déterminée au niveau National
ENSA :	École Nationale Supérieure d'Agriculture
GES :	Gaz à effet de serre
MO :	Matières Organiques
MS :	Matières Sèches
ODD :	Objectifs de Développement Durable (ODD)
P.E.D :	Pays en développement
PARFOB :	Projet autonome pour le reboisement de la forêt de Bandia
PGDSU :	Projet de gestion des déchets solides urbains
PRN :	Point de regroupement normalisé
PSE :	Plan Sénégal Émergent
RGPH :	Recensement Général de la population et de l'habitat
TRI :	Taux de Rentabilité Interne
VAN :	Valeur actuelle Nette

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un partenariat entre le Canada et l'Etat du Sénégal à travers le programme des Nations Unies pour l'Environnement (ONU Environnement), dans la mise en œuvre de ses Contribution Déterminée au niveau National (CDN) dans le secteur des déchets solides ou des co-bénéfices sur la santé, l'environnement, la productivité agricole et la création d'emplois sont attendus dans la mise en œuvre du projet.

La gestion des déchets dans les P.E.D rencontre de nombreuses difficultés, tant du point de vue technique, économique, que méthodologique, organisationnel et sociologique.

Cette étude a pour principal objectif de développer un système de valorisation des déchets organiques produits dans la commune de Thiès par la production de compost, un amendement organique de qualité pour les sols et un engrais organique pour la nutrition des plantes.

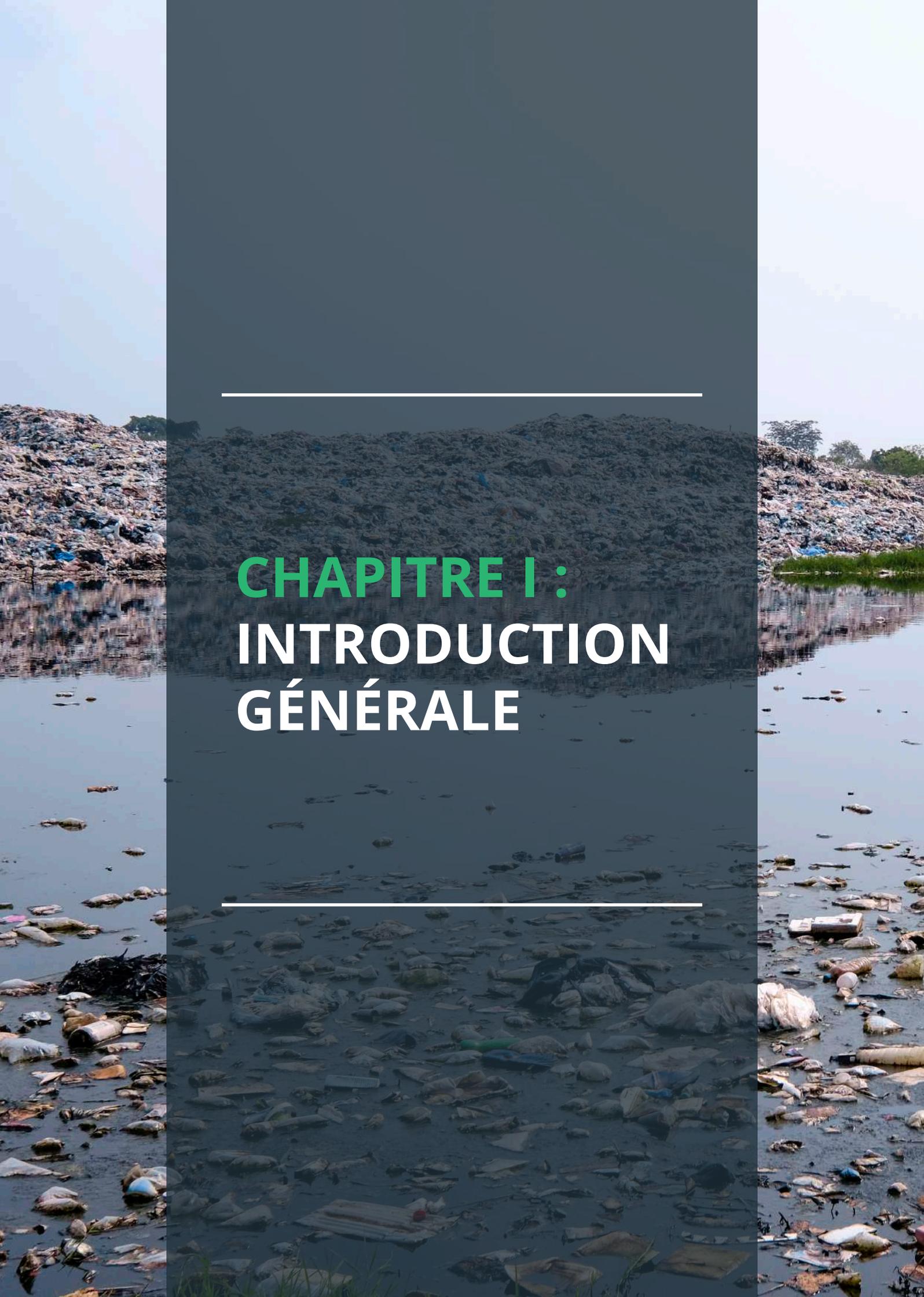
Pour le compostage industriel des déchets, les technologies existantes souvent brevetées, en provenance des pays développés sont lourdes en termes de matériels, de coûts d'investissement et de fonctionnement.

Le compostage doit entièrement répondre aux contraintes des P.E.D sous deux aspects :

- Exigence de procédés adaptés, fonctionnels..., simples et économiquement modérés...,
- Exigence de véritable stratégie d'une vulgarisation intégrant les autorités agricoles : connaissance précise de la valeur et de l'usage du compost, diffusion, contrôle de qualité et modalités de suivi régional. »

Dans le cadre de ce document, une étude concernant la faisabilité du compostage des déchets solides dans la commune de Thiès a été initiée. L'objectif innovant de la démarche est le développement d'outils et l'acquisition de données pour aider à l'évaluation de la faisabilité de la filière compostage comme une étape nécessaire dans la gestion intégrée des déchets urbains dans la commune de Thiès.

Une analyse de la filière de gestion des déchets solides à Thiès a été faite puis spécifiquement celle des déchets organiques, puis un Benchmarking de plusieurs expériences de compostage dans le monde avant de faire un choix sur la technologie de compostage à adapter pour l'unité ainsi qu'une étude technique, financière et environnementale de la mise en place de cette unité de compostage à Thiès.



CHAPITRE I :
INTRODUCTION
GÉNÉRALE

CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le monde produit 2,01 milliards de tonnes de déchets municipaux par an. Sans action immédiate, ce chiffre va augmenter de 70% et atteindre 3,4 milliards de tonnes d'ici 2050. Dans les pays à faible revenu, plus de 90% des déchets sont mal gérés. Environ 1/3 des déchets sont brûlés ou déversés dans les décharges. Cette situation aggrave les émissions de gaz à effet de serre et les risques de catastrophes, avec des effets proportionnellement plus élevés parmi les pauvres.

Les Objectifs de Développement Durable (ODD) indiquent la marche à suivre pour parvenir à un avenir meilleur et plus durable pour tous à travers dix-sept (17) objectifs.

Parmi ceux-là, l'objectif N°11 et 12, relatifs aux villes et communautés durables et à l'établissement des modes de consommation et de production durables commandent de bâtir des villes et des établissements humains ouverts à tous, sûrs, résilients et durables.

Ils ordonnent également d'utiliser les ressources et l'énergie de manière efficace, de mettre en place des infrastructures durables et d'assurer à tous l'accès au service de base, des emplois verts et décents et une meilleure qualité de la vie.

A ce titre, le Sénégal à l'instar des autres pays, devrait mettre en œuvre l'intégralité de l'agenda 2030, tout en tenant compte de la diversité des situations.

L'Accord de Paris est le premier accord universel sur le climat qui a été approuvé par l'ensemble des 195 délégations, dont le Sénégal, le 12 décembre 2015 et est entré en vigueur le 4 novembre 2016.

La Contribution Déterminée au niveau National (CDN) est aujourd'hui le cadre de référence qui définit les engagements du pays à réduire ses émissions de Gaz à effet de serre (GES) au regard de l'accord de Paris. Pour le volet de l'atténuation des GES, le secteur des déchets solides contribue à hauteur de 11% de la CDN globale. Pour réaliser cet objectif, le Sénégal opte pour des systèmes de gestion de la propreté peu émetteurs en GES.

Le Plan Sénégal Emergent (PSE), cadre de référence de la stratégie de développement économique et social du Sénégal à l'horizon 2035, en son Axe III « Gouvernance, Institutions, Paix et Sécurité » et son thème « Aménagement du territoire, Développement local et Territorialisation » consacre le renforcement des pouvoirs locaux et la gestion de proximité à travers les réformes prévues dans l'Acte III de la décentralisation. Ces dernières favorisent ainsi la correction des inégalités spatiales et le développement de territoires viables notamment par une gestion locale du cadre de vie.

De même, les deux premiers axes du PSE constituent des supports à la territorialisation des politiques publiques à travers la promotion des pôles de développement et participent à la transformation structurelle de l'économie. Ils encouragent la création d'une économie « formelle » autour de la gestion du cadre de vie et la création d'emplois décents.

Dans le même sillage, l'Axe II du PSE traitant du secteur « Habitat et cadre de vie » vise une gestion des déchets plus efficace parmi les objectifs stratégiques de l'amélioration du cadre de vie.

Enfin, la Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD) dont l'objectif est de mettre en cohérence les politiques, les stratégies et programmes d'une part, et d'autre part, de favoriser une meilleure synergie entre les diverses actions est le cadre de référence de politique environnementale du Sénégal. Ce document en ses axes stratégiques 2 et 3 fait la promotion des modes de production et de consommation durables et d'un développement équilibré et harmonieux. En cela, la stratégie rejoint les ODD et ordonne de passer d'une économie linéaire productrice de déchets à une économie circulaire considérant le déchet comme une ressource.

I.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

L'État du Sénégal a inscrit la gestion des déchets solides dans ses priorités de développement, de lutte contre la pauvreté et d'amélioration des conditions de vie des populations.

En effet, la gestion des déchets est un secteur à fort potentiel économique et de développement durable. Une gestion efficace des déchets est source de richesse (création d'emplois), de bien-être social (amélioration du cadre de vie) et de préservation de l'environnement.

C'est ainsi que la stratégie qui sous-tend le Programme National de Gestion des Déchets (PNGD), intègre un nouveau paradigme, basé sur la valorisation du potentiel économique des déchets solides.

Par ailleurs, dans un souci d'efficacité technique et de rationalité financière, l'Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides (UCG), rattachée au Ministère de l'Urbanisme, du Logement et de l'Hygiène Publique (MULHP) et agence d'exécution du PNGD, a retenu d'organiser le pays en « Pôle de Gestion des déchets (PGD) ».

Cette approche permet d'aller vers une économie d'échelle pour la valorisation des déchets autour de territoires pertinents.

Le Sénégal, à l'instar des pays en développement, fait face à plusieurs défis dans la gestion des déchets solides municipaux. La production annuelle d'ordures ménagères de Dakar avoisine, pour l'année 2019, 953599 tonnes, équivalent à près de 2613 t/j. Les régions de Thiès et de Diourbel produisent le plus de déchets après Dakar : Diourbel (329000 t/an) et Thiès (350000 t /an), etc.

Les Contribution Déterminées au niveau National (CDN) du Sénégal au titre de l'Accord de Paris, ont identifiées la gestion des déchets parmi les secteurs prioritaires à fort potentiel de réduction des gaz à effet de serre et autres polluants. La récupération de matière organique (compostage) et d'énergie (digestion anaérobie) sont les moyens identifiés par le Sénégal pour accroître ses ambitions en matière de réduction de GES. Le pays a l'intention de réduire les émissions de son secteur de 13% d'ici 2030 et de 31% au cours de la même période si une aide extérieure est fournie.

Par ailleurs, le gouvernement canadien à travers Environnement Changement Climatique Canada s'est engagé à renforcer son assistance aux pays en développement dans le cadre de la mise en œuvre de l'accord de Paris et de ses engagements volontaires dans la Coalition pour le Climat et l'Air Pur (CCAC).

C'est dans ce cadre que le Canada soutient l'Etat du Sénégal, à travers le programme des Nations Unies pour l'Environnement (ONU Environnement), dans la mise en œuvre de ses Contribution Déterminée au niveau National (CDN) dans le secteur des déchets solides. Des co-bénéfices sur la santé, l'environnement, la productivité agricole et la création d'emplois sont attendus dans la mise en œuvre du projet.

C'est dans ce contexte qu'une étude prospective a été réalisée pour intégrer la dimension socio-économique de la valorisation des déchets organiques par le développement du compost.

Cette étude consiste à Valoriser les déchets organiques produits dans la commune de Thiès par la production de compost, un amendement organique de qualité pour les sols et un engrais organique pour la nutrition des plantes.

I.2. MÉTHODOLOGIE

Une étude de faisabilité est toujours déterminante dans ces genres de situation, car la mise en place d'infrastructure, telle une unité de production de compost, nécessite la prise de connaissance de certaines informations sur le milieu, et sur le marché. C'est une pratique très courante dans la gestion de projets, et son objectif premier est de vérifier la viabilité de ceux-ci, aussi bien financièrement que techniquement. Alors il conviendra, au cours de cet exercice, de se poser des questions sur la rentabilité, sur les ressources techniques et commerciales nécessaires, pour l'érection de cette unité de compostage.

La première étape de la méthodologie, a été la revue documentaire, aussi bien d'ouvrages généraux que spécifiques. Cette activité se résume essentiellement à des visites, auprès de certaines structures publiques comme privées, dans le but de glaner le maximum de littérature relative à la production du compost. A la fin de cette première étape, les besoins entrant dans le cadre de cette étude, et le planning des missions de terrain, sont alors définis.

La seconde étape de l'approche adoptée, était de concevoir un certain nombre d'outils de collecte d'information. Ces derniers se résument à un questionnaire, un guide d'entretien, et à des séances de focus groupe. Tous les procédés de recueil d'information, à caractère quantitatif et qualitatif, avaient comme but premier de :

- Dresser un état des lieux de la filière et
- De réunir les informations techniques, économiques, financières et commerciales nécessaires à la prise de décisions.

Ces informations recueillies vont aider à une meilleure compréhension des rouages des différents maillons de la filière, d'en dresser les fondements économiques, et d'en réaliser une analyse critique. Ceci permettra d'identifier les ressorts susceptibles de déclencher, ou soutenir, les actions des acteurs (investissements, financements, formations, accords de partenariat, etc.) contribuant au développement du compostage

La troisième étape du process, est le traitement des données recueillies sur le terrain, afin de renseigner les parties relatives aux :

- Technologies existantes
- Modèles de fonctionnement des unités, intervenant dans la production de compost
- Dispositifs d'approvisionnement, en matières premières, et les couts du transport y relatifs
- Couts des intrants, dont l'unité aura besoin pour produire un compost de qualité ;

I.3. ZONE D'ÉTUDE

L'appréciation du milieu physique, permettra de mettre en évidence les atouts et les faiblesses de la zone, et d'identifier les enjeux qui justifierai l'érection d'une unité de compostage. L'analyse spatiale de l'espace urbain et périurbain, des axes de communication, des infrastructures structurantes, du tissu économique et de la gouvernance territoriale, renforce et confirme nos « à priori » sur les avantages agroécologiques de la zone des Niayes dont Thiès fait partie.

I.3.1. Volet physique et administratif

□ Physique

Le milieu physique est caractérisé par l'existence de 3 zones éco-géographiques que sont :

-La zone des Niayes, encore appelée Grande côte, ou littoral nord, elle s'étend sur les régions de Dakar, Thiès, Louga et Saint-Louis, sur une bande de 10 à 15 km de large. C'est une unité morphologique composée d'un système dunaire et de sols hydromorphes, mais aussi de nappes quasi affleurantes.

-La zone des Massifs, quant à elle, s'étend du massif de Diass au plateau de Thiès (jusqu'à Mont Rolland), et se caractérise par un relief prononcé par rapport au reste du pays. En

effet, elle abrite les points les plus culminants de la zone qui sont constitués du massif de Diass (dépassé 100 m) et du plateau de Thiès.

-La Petite côte, va de Bargny à Joal-Fadiouth et est caractérisée par l'existence de plage de sables fins et une température douce qui lui ont donné sa vocation touristique.

-Au plan climatique, Thiès se situe dans une zone de transition soumise à l'influence des alizés maritimes et de l'harmattan. Elle présente un climat de type soudano sahélien (Sud, Sud-est), et plus sahélien au Nord et Nord-est. La zone Ouest, couvrant les trois C.A de Thiès quant à elle, présente un climat Subsaharien, un peu semblable à celui de Dakar. La saison chaude dure un peu plus d'un mois, d'octobre à novembre, avec une température quotidienne moyenne supérieure à 33 °C. La saison fraîche dure 1,4 mois, de décembre à février, avec une température quotidienne moyenne inférieure à 31 °C.

- La pluviométrie pluies moyenne annuelle à Thiès est de l'ordre de 400 à 600 mm /an. Cette période est caractérisée par des oscillations, découlant parfois de situations saisonnières extrêmes, perturbant souvent les précipitations mensuelles. C'est une période qui dure généralement 4,3 mois, avec une lame d'eau moyenne de 13 millimètres pour 31 jours. Pour l'année 2020 en revanche, Thiès région a eu une pluviométrie excédentaire par rapport à la normale saisonnière (moyenne sur 30 ans) dans les 18 postes suivis par la Direction Régionale du Développement Rural (DRDR). La pluie a été bien répartie dans le temps et dans l'espace. Les quantités de pluie reçues varient entre un minimum de 471,7mm en 27 jours de pluie à Ndiagianio et un maximum de 921 mm en 35 jours de pluie à Joal (DRDR, 2020).

-Sur le plan pédologique, les typologies de sols retrouvés dans la zone de l'étude sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés, de texture sableuse, pauvres en matières organiques et communément appelés « sols diors » ; les sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés appelés « decks et deck-diors » qui sont de texture argilo-sablonneuse ; et ceux hydromorphes, appelés « sols de bas-fonds » qui sont de texture argilo-humifère, très propices au maraîchage et à l'arboriculture fruitière.

-La végétation quant à elle, est squelettique, et se résume à la bande de filao dans les Niayes et les plantations du PARFOB dans la forêt classée de Bandia (Eucalyptus et Prosopis juliflora), treize (13) forêts classées d'une superficie de 94.473,6 ha soit un taux de classement de 14,3%. On rencontre aussi dans certaines artères de la Ville de Thiès les cail-cédras (arbres très ombragés, qui campent le décor depuis 1933).

-La région de Thiès ne dispose d'aucun réseau hydrographique à écoulement permanent ou sous forme de bassins organisés. Le réseau hydrographique du plateau de Thiès est composé essentiellement de marigots constitués en fait de mares temporaires et de thalweg qui rassemblent les ruissellements lors des fortes pluies. Les ressources en eau mobilisables dans la région sont essentiellement souterraines. L'aquifère principal captés dans la région de Thiès est la nappe Maastrichtienne qui s'étend sur la quasi-totalité du bassin sédimentaire sénégalais.

-En ce qui concerne le relief, la zone de Thiès est bâtie sur un ancien golfe sédimentaire qui est caractérisé par une topographie relativement plane, excepté le plateau qui constitue la seule discontinuité. Le golfe s'étend sur une longueur Nord-Sud de 60 km et une largeur variable de 10 à 20 km, et atteint des hauteurs maximales de 133 m au Nord-Ouest de la ville de Thiès.

□ Administratif

-Situé à 1,3 km, au Sud-Est du centre-Ville de Thiès, le site devant abriter l'unité de compostage, fait partie de l'espace alloué à L'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA). Le site fait à peu près 1 Ha, et bénéficie d'une option d'extension si nécessaire. Il jouit aussi d'une accessibilité, car la nationale 3, passe devant le site. Le découpage de la ville de Thiès, se résume à trois (3) Commune d'Arrondissement (CA) que sont Thiès Nord, Est et Ouest. Elle incarne en même temps le rôle de chef-lieu de Département et de Région.

En résumé, retenons que cet espace est une zone à vocation foncièrement agricole et surtout maraîchère, avec un grand potentiel de déchets agricoles, pouvant entrer dans la production de compost. Parmi les régions administratives traversées par celle-ci (zone des Niayes), nous avons les régions de Dakar et de Thiès, sur lesquelles vont porter cette étude, mais aussi la région de Louga et de Saint-Louis.

I.3.2. Volet démographique

En 2013, le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH), révèle que la ville de Thiès (3 C.A), compte 213860 habitants. En 2021 la population de Thiès est de 349543 (ANSD, 2013). En regardant de plus près, on se rend compte que par rapport à sa population de 2013, Thiès a connu une augmentation de 84, 48% sur toute la période de 2013 à 2021. Mais à l'échelle annuelle Thiès voit sa population augmentée de 10, 56% en moyenne. Malgré un taux d'urbanisation de 57%, la région de Thiès a une population rurale de 51,02% (RGPHAE, 2017).

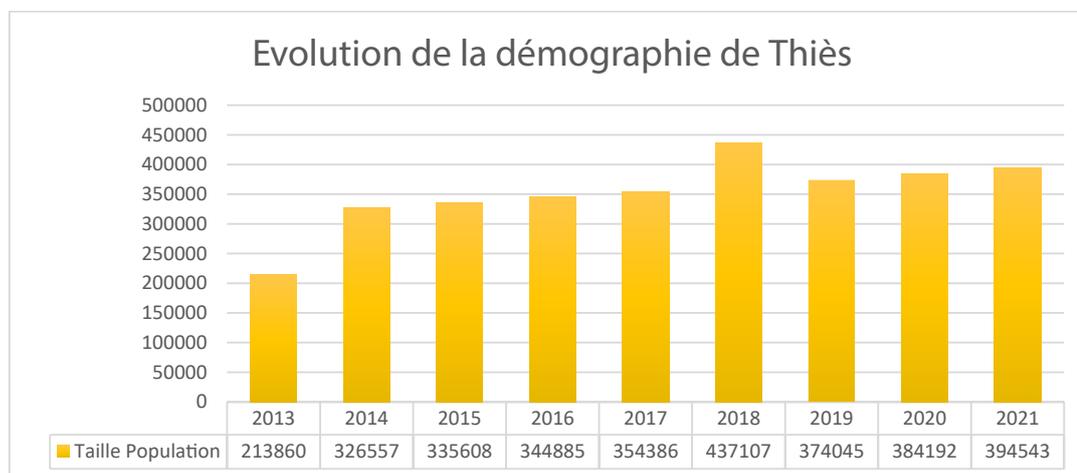


Figure I 1 : Mode Evolution de la taille de la population de la Ville de Thiès (2013-2021)

I.3.3. Volet socioéconomique

Le potentiel économique, peut être perçu comme le caractère de ce qui est virtuel, de ce qui existe en puissance, éventuellement. Pour les des activités économiques, le Sénégal a décidé d'adopter un nouveau modèle de développement pour accélérer sa marche vers l'émergence. Cette stratégie, dénommée Plan Sénégal Émergent (PSE), constitue le référentiel de la politique économique et sociale sur le moyen et le long terme. Spécifiquement, après celle de Dakar, la région de Thiès se positionne comme la région du Sénégal ayant le potentiel économique le plus important. Elle tient cette position économique favorable du dynamisme des secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, du tourisme, de l'artisanat, du commerce et des mines, pour ne citer que celles-là.

Agriculture

Les pratiques culturales (agriculture intensive), facteur accélérant la paupérisation des sols, combinées aux aléas climatiques, obligent les acteurs agricoles à repenser ladite activité. Et c'est en ce sens que dans les pays en développement, un processus de modernisation analogue se produit. La révolution verte, est basée sur de nouvelles variétés de plantes, des intrants tel le compost, et la maîtrise de l'irrigation. Néanmoins, jusqu'à présent, la majorité de la paysannerie des pays du Sud n'a pas encore accès aux techniques de la révolution verte.

La région de Thiès est un important pôle de production agricole grâce à ses potentialités hydrauliques et pédologiques. L'agriculture dans la région de Thiès occupe une place importante et est pratiquée dans trois zones que sont :

- La zone côtière des Niayes à vocation maraîchère et fruitière ;
- La zone centre à vocation arachidière, arboricole et aussi de manioc ;
- Et la zone sud à vocation maraîchère et vivrière.

En dehors de ces trois zones, la région dispose d'atouts non négligeables dans le

domaine fruitier liés à l'existence de conditions pédologiques et climatiques favorables à l'arboriculture, à l'existence de projets forestiers et de pépinières de production de plants, et à l'existence d'un centre de formation et de recyclage dans le domaine forestier.

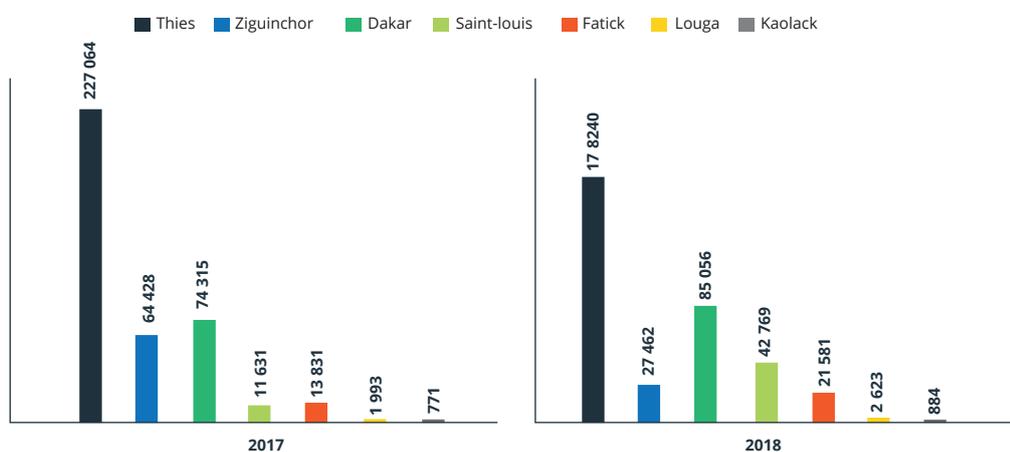
La majeure partie des légumes tant prisées par les Sénégalais proviennent de la zone des Niayes (Cayar, Notto, M'boro) ; sans oublier les tubercules de Taïba N'Diaye, N'Domaure, Kerr N'Diomba; les mangues, melons et oranges de Pout, Tivaouane...

En 2019-2020, la campagne agricole de la région de Thiès avait enregistré une production de 57.318 tonnes de mil, pour un rendement de 555 kilogrammes à l'hectare. Pour l'arachide, elle a produit 60.815 tonnes d'arachides avec un rendement de 762 kg/ha et 8.285 tonnes de sorgho, pour un rendement de 740 kilos/ha. Et enfin la production de maïs était de 1.624 t, au moment où le niébé était de 21.911 t. la filière pastèque a eu une production de 35.000 tonnes. Première productrice de manioc du pays l'année dernière, Thiès avait aussi totalisé 603.000 tonnes, avec un rendement de 10.000kg/ha. La superficie emblavée, pour toutes ces productions entre 2019 et 2020, était de 2.430 ha.

Pêche artisanale

La pêche continue à jouer un rôle important dans l'économie nationale, à travers sa contribution significative aux différents agrégats (PIB, balance commerciale, emploi, sécurité alimentaire etc.). C'est pourquoi elle occupe une place privilégiée dans les stratégies nationales de développement, notamment le Plan Sénégal Emergent (PSE). La région de Thiès demeure la principale pourvoyeuse de captures mises à terre. En effet, 49,7% des débarquements de 2018 viennent de Thiès (Cf Figure 1), suivie de Dakar (23,7%), Saint Louis (11,9%), Ziguinchor (7,7%) et par les autres régions à savoir Fatick, Louga et Kaolack qui fournissent 7,0% de l'ensemble des débarquements. La baisse notée au niveau des débarquements en 2018 est imputable à la contreperformance observée au niveau des régions de Thiès avec -22% et de Ziguinchor avec -57%. Pour les autres régions, une progression des débarquements de 268% pour Saint Louis, 56% pour Fatick, 32% pour Louga, 15% pour Kaolack et 14% pour Dakar a été enregistrée.

Graphique XII-3: Débarquement de la pêche artisanale par région en 2017 et 2018



Source: DPM. Ministère de la Pêche et des Affaires Maritimes

Figure 1 2 : Mode de Débarquement de la pêche artisanale par région (2017-2018)

Elevage

La région de Thiès concentre toutes espèces confondues, 886 630 têtes, où près du tiers (33,1%) est constitué par les ovins. Le département de Mbour regroupe le plus grand nombre d'espèces avec 45,9%. Le secteur de l'élevage a donc un impact certain sur le développement régional (embouche, aviculture, installation de fermes laitières, utilisation des chevaux dans le cadre du transport urbain et rural, etc.). Néanmoins, il connaît encore quelques contraintes qu'il urge de solutionner pour permettre un meilleur développement de l'élevage dans la région. Il s'agit de (du/des) :

- Caractère extensif de l'élevage ;
- Vol fréquent de bétail ;
- La faible productivité des races locales ;
- L'insuffisance des soins vétérinaires ;
- La rareté des pâturages en saison sèche ;
- La non application effective de la Loi d'Orientation Agro-Sylvio Pastorale (LOASP), qui a comme corollaire la non visibilité des parcours du bétail dans l'aménagement des terroirs;
- L'insuffisance des points d'eau pour l'abreuvement du bétail ;
- Conflits fréquents entre agriculteurs et éleveurs à cause de la divagation des animaux;

Industries et mines

Le tissu industriel thiessois comptait jusqu'en 2007, 18 unités industrielles, qui étaient pour la plupart localisées dans les départements de Thiès et Tivaouane. Cette situation commence à évoluer avec l'émergence dans le département de Mbour de nouvelles unités agro-alimentaires (conserveries, unités de glace, exploitation d'eau minérale, etc.)

La région de Thiès dispose des potentialités minières indiscutables, une source de richesses qui pourrait développer tout le Sénégal, le sous-sol offre une grande diversité de substances minérales comprenant des minéraux industriels (phosphates, calcaires industriels, barytine etc.), des minéraux lourds (zircon, titane), des pierres ornementales et des matériaux de construction (cimenteries etc.) qui se localisent surtout dans les réserves de AllouKagne, Diogo et à Taïba. On note aussi l'existence d'importantes réserves de phosphates aluminocalciques à Lam-Lam (environ 80millions de tonnes), valorisables par calcination dans les filières engrais et alimentation animale. A Pallo Comme à Taïba, le phosphate s'est formé durant le Tertiaire, les roches-mères étant du phosphate de chaux et une argile riche en alumina.

I.4. FOCUS SUR LE SITE D'IMPLANTATION DE L'UNITÉ DE COMPOSTAGE

Pour ce projet pilote, l'étude de faisabilité s'est concentrée sur le site de l'ENSA. Il est nécessaire de noter que les collectivités territoriales font face à une pression foncière accrue, notamment dans la région de Dakar. Initialement, ce projet pilote aurait dû être mis en œuvre sur le site de la fédération des producteurs maraichers de niayes situé à Sangalkam dans le département de Rufisque. Suite à des contraintes administratives, ce site n'a pu être retenu, de même que celui de l'université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD) qui avait été proposé par la suite. La disponibilité de site dans la région de Dakar représentait une véritable contrainte pour la mise en œuvre du pilote.

L'ENSA dispose d'une assiette foncière de plus de 100 hectares. A travers ses curricula, des surfaces sont mises à disposition des étudiants et chercheurs dans le cadre de leurs recherches. Avec une forte volonté de développer l'entrepreneuriat par la création de start up dans le domaine agricole, la mise en place de l'unité de compostage en son sein est une opportunité non seulement pour les étudiants, le corps professoral, pour les communautés riveraines, mais également les organisations paysannes partenaires.

L'ENSA, à travers la convention de partenariat nouée avec l'UCG, octroie 1 hectare pour l'érection de l'unité de compostage avec une annexe de 3hectares pour l'expérimentation du compost produit. L'unité sera mise en place dans la zone exploitée pour les activités agricoles de l'école avec plusieurs autres infrastructures déployées. L'unité est située dans une zone non-habitée car entourée uniquement d'exploitations agricoles. L'approvisionnement en eau, la disponibilité de la biomasse dans le périmètre de l'école, la proximité aux voies de communication ainsi qu'à l'électricité sont des avantages non-négligeables déjà existants sur le site. De plus à travers ses départements Génie rural et Sciences du sol, L'ENSA mènera avec une équipe de chercheurs professeurs et d'étudiants toutes les expériences pour la conception des normes afin de fournir un compost de haute qualité.



Photo : Localisation du site d'implantation de l'unité de compostage à ENSA Thiès

An aerial photograph of a waste management facility. In the center, a large green truck is parked on a paved area. To its right, a smaller white truck is visible. The surrounding ground is covered with a massive amount of discarded waste, including plastic bottles, bags, and other debris. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

Chapitre II:

Analyse de la filière de gestion des déchets solides de la commune de Thiès

II.1. LE CONDITIONNEMENT

Dans les zones de production des déchets et avant présentation au service de collecte ou de précollecte, les déchets sont préalablement stockés dans des contenants dédiés. Pour les ménages, dans un système de gestion des déchets solides adéquat, le conditionnement domestique à travers l'usage des poubelles réglementaires est recommandé. Toutefois, cette pratique est peu usuelle à Thiès. Actuellement, dans la ville de Thiès, la majorité des ménages n'ont pas de poubelles réglementaires (89%). Le stockage des déchets se fait souvent avec des sacs usagers et des seaux ou bassines désuets car ils sont moins coûteux et disposent d'une capacité de stockage plus volumineuse. Le choix de ce mode de stockage par les ménages se justifie principalement par le coût élevé des poubelles réglementaires pour le ménage moyen. Le rapport de l'homme au déchet, considéré comme désagréable, répugnant, rebutant et pas digne d'un récipient neuf, propre et bien entretenu ne milite pas en faveur d'une utilisation des poubelles réglementaires. Ceci explique à suffisance, le changement de destination observé en cas de dotation des poubelles réglementaires.



*Photo 1 : Mode de Conditionnement des OMA dans les concessions de la commune de Thiès
Source : UCG, 2019*

Au niveau des marchés et gares routières, la mairie a placé un ou deux bacs à ordures selon la taille de la structure. Ils constituent des points de regroupement des déchets provenant du marché et des quartiers environnants. Ces bacs sont régulièrement vidés par un tracteur pour être acheminés vers la décharge.



Photo 2 : Mode de Conditionnement des déchets dans les Marchés de la commune de Thiès

Au niveau collectif, dans les espaces publics et dans les grandes zones de production, des PRN sont installés pour stocker les ordures. La commune compte sept (07) PRN qui sont localisées principalement au centre-ville. Afin d'optimiser la couverture de la collecte, un renfort du dispositif de caisses du PGDSU a été mis en place sur ces sites pour éviter tout débordement. Des bacs à ordures de 660L et des caisses polybennes ont été mis en place pour assurer le regroupement des déchets et faciliter leur collecte sur certaines artères.



Photo 3 : Vue 3D des PRN de la commune de Thiès

Au niveau, des hôtels, restaurants, universités et casernes, des dispositifs spécifiques propres sont mis en place par leurs différents responsables car le Code de l'environnement stipule dans son article 31 que « Toute personne qui produit ou détient des déchets doit en assurer elle-même l'élimination ou le recyclage ou les faire éliminer ou recycler...à défaut, elle doit remettre ces déchets à la collectivité ou à toute société agréée par l'état en vue de la gestion de déchets »

II.2. BALAYAGE ET NETTOIEMENT

Le nettoyage des voies et places publiques est une compétence des communes consacrée par le Code général des collectivités territoriales. Le Code de l'hygiène dispose que dans les communes où le balayage n'est pas assuré par un service de nettoyage, les propriétaires des voies livrées à la circulation publique, sont tenus de balayer, chacun au droit de sa façade, sur une largeur égale à la moitié de ladite voie. Lorsque le balayage est assuré par les soins de la collectivité, les riverains ont la responsabilité du trottoir qui les concerne.

À Thiès, le balayage des rues est géré par la régie municipale qui assure néanmoins une couverture très faible. Cependant, cette compétence a été transférée à l'acteur technique, l'UCG qui assure le balayage des différentes artères de la ville, 6 à 7 jours sur les artères principaux et 3 fois sur les artères secondaires.

II.3. LA PRÉ-COLLECTE

L'activité de pré-collecte des déchets est totalement assurée par les charrettes à traction asine. Il s'agit d'un segment stratégique de la gestion des déchets dans la commune qui souffre de la faiblesse organisationnelle et de son caractère largement informel même s'il n'est pas intégré dans le système communal de gestion des déchets. Ces acteurs sont constitués de charretiers intervenants dans les zones non urbanisées et non couvertes par la collecte assurée par la mairie ou l'UCG moyennant une redevance mensuelle estimée en fonction de la quantité de la charge et de la distance à parcourir entre le lieu de collecte et le site de mise en décharge (entre 1000 et 2500 FCFA).

Il n'existe aucune gestion organisationnelle de ces acteurs, qui malgré tout participent à plus de 70% à l'évacuation des déchets produits quotidiennement. Malgré le rôle prépondérant qu'il occupe dans la gestion des déchets, les charretiers sont souvent indexés dans la prolifération des dépotoirs sauvages dans la ville. En effet, lorsque la distance à parcourir pour le dépotage des ordures est trop longue, certains charretiers n'hésitent pas à déposer les ordures dans des espaces publics et lorsque les déchets s'accumulent forment des dépôts sauvages qui s'agrandissent au fil du temps. Ces dépôts sauvages sont éradiqués grâce à l'intervention de l'UCG avec ses moyens matériels et humains.



Photo 4 : Système de pré-collecte dans la commune de Thiès

II.4. LA COLLECTE ET LE TRANSPORT

Cette opération correspond au ramassage des ordures ménagères, de leur transfert ou transport vers un lieu de déchargement. Elle est assurée par trois (3) bennes tasseuses dont l'une appartient à la mairie de la ville et les deux autres au concessionnaire retenu par l'UCG dans le cadre de l'appui à la gestion des déchets pour la ville de Thiès. Ces bennes tasseuse sont renforcées par une poly-benne qui assure la collecte au niveau des sites de fortes productions et un camion satellite pour le ramassage des produits du balayage et des petits dépôts. Pour renforcer le dispositif de la collecte sur les grandes artères, des bacs à ordures de 660L et des caisses polybenne ont été mis en place



Photo 5 : Dispositif de collecte dans la commune de Thiès

II.5. LE TRI, LA RÉCUPÉRATION ET LA VALORISATION DES DÉCHETS

Si l'activité de tri, de récupération et de valorisation ne constitue pas une activité formellement organisée, elle reste présente. Il n'existe pas de tri à la source au niveau des ménages et l'activité de récupération est pratiquée dans les décharges autorisées comme non autorisées, dans des conditions d'hygiène peu accommodantes, sans équipement de protection pour les pratiquants.

Le plan stratégique et opérationnel des déchets solides de Touba établi par l'UCG (2017) révèle que la filière des fers et métaux est la plus exercée. Les plastiques occupent la deuxième place suivis du fumier et des cornes de bœufs. La filière résidu de poisson est également exercée dans la ville. Pour les métaux et le plastique qui intéressent, les produits récupérés sont vendus à des repreneurs individuels ou des industriels établis hors de la commune.

Il existe à Thiès de nombreuses OCB et structures qui se sont investies dans la récupération et la valorisation des déchets. La plus connue d'entre elles est LVIA qui appuie une association de femmes basée à Silmang et qui est spécialisée dans la récupération et le recyclage des déchets plastiques. Elles disposent d'un centre de traitement où le plastique est recyclé.

II.6. LA MISE EN DÉCHARGE ET L'ÉLIMINATION

À l'instar des autres communes du Sénégal, le traitement de déchets à Thiès se résume en une simple mise en décharge. Les déchets collectés par les camions et charretiers sont principalement déversés dans trois (03) principales décharges autorisées :

- Celle située sur la route de Mbour accueille les déchets issus de la collecte motorisée (benne tasseuse, poly benne, satellite). Tous les types de déchets (solides et liquides) y sont déversés ; ce qui pose un risque sérieux en matière d'environnement, d'hygiène et de santé public. Faute de contrôle du déversement, les déchets y débordent jusqu'à envahir la chaussée bien vraie que ce phénomène commence à être maîtrisé par l'UCG.



Photo 6 : Décharge *Route de Mbour* de la commune de Thiès

- La décharge de Touba Peykoug recueille également des quantités importantes de déchets. Il s'agit principalement de déchets issus de la pré-collecte par les charretiers et encouragée par une accessibilité géographique. Cependant des opérations d'aménagements y sont faites par l'UCG pour pallier les débordements récurrents.



*Photo 7 : Décharge de * Touba Peykoug * de la commune de Thiès*

- La décharge de Médina Fall : Comme celle décrite précédemment, ce sont spécifiquement les charretiers qui y déversent les déchets nécessitant ainsi des aménagements réguliers.



*Photo 8 : Décharge de * Médina Fall* de la commune de Thiès*



Chapitre III:
**Analyse de la
filière des déchets
organiques dans
la commune de
Thiès**

III.1. PRODUCTION ET CARACTÉRISATION DES DÉCHETS

III.1.1. Les Ménages

Du point de vue de la production, les ménages constituent une source importante de déchets principalement collectés par camions bennes-tasseuses et les charretiers

Générés par les activités quotidiennes, ces déchets sont principalement composés par les sachets plastiques, les papiers, les restes alimentaires et épluchures d'aliments, emballages, les habits usagers, les verres à jeter, le sable, les produits de nettoyage des enclos, etc...

Ces déchets influencent négativement le cadre de vie des populations car ils sont souvent jetés au niveau des quartiers, des ruelles et dans les zones inaccessibles aux véhicules de la mairie.

Le tableau suivant nous renseigne sur les quantités et les typologies de déchets produits au niveau des ménages :

Tableau 1 : Production et typologie de déchets au niveau des ménages de Thiès en 2015

Catégories de déchets	Production Journalière (Tonne/jour)	Production Annuelle (Tonne/an)
Putrescibles	17,51	6391,86
Papiers	3,39	1237,07
Cartons	2,31	841,98
Complexes	3,22	1176,67
Textiles et textiles sanitaires	10,68	3899,00
Bois	1,45	529,13
Plastique	10,82	3949,39
Combustibles NC	1,39	507,68
Verres	1,61	588,82
Métaux	3,19	1165,61
Incombustibles NC	4,41	1608,61
DMS	0,81	294,20
Eléments fins	88,48	32296,27
Total	149,28	54486,28
Total	298,55	108972,55

(Source, UCG, 2015)

La caractérisation des déchets établie en 2015 par l'UCG avec une population de 317 763 habitants à la même année, rapporte un ratio estimé à 0,47 kg/habitant/jour. Rapportée à la population projetée en 2021 dans la ville de Thiès estimée à 359 963 habitants, la production de déchets dans la commune est alors estimée à 123 444 tonnes par an avec une répartition des catégories d'ordures représentée dans le tableau suivant et la figure ci-après :

Tableau 2 : Production et typologie de déchets au niveau des ménages de Thiès en 2021

Catégories de déchets	Production Journalière (Tonne/jour)	Année 2021 Production Annuelle (Tonne/an)
Putrescibles	19,84	7240,71
Papiers	3,84	1401,35
Cartons	2,61	953,79
Complexes	3,65	1332,93
Textiles et textiles sanitaires	12,10	4416,80
Bois	1,64	599,40
Plastique	12,26	4473,89
Combustibles NC	1,58	575,10
Verres	1,83	667,02
Métaux	3,62	1320,40
Incombustibles NC	4,99	1822,23
DMS	0,91	333,27
Eléments fins	100,23	36585,32
Total	169,10	61722,23
Total	338,20	123444,45

(Source, UCG, 2015)

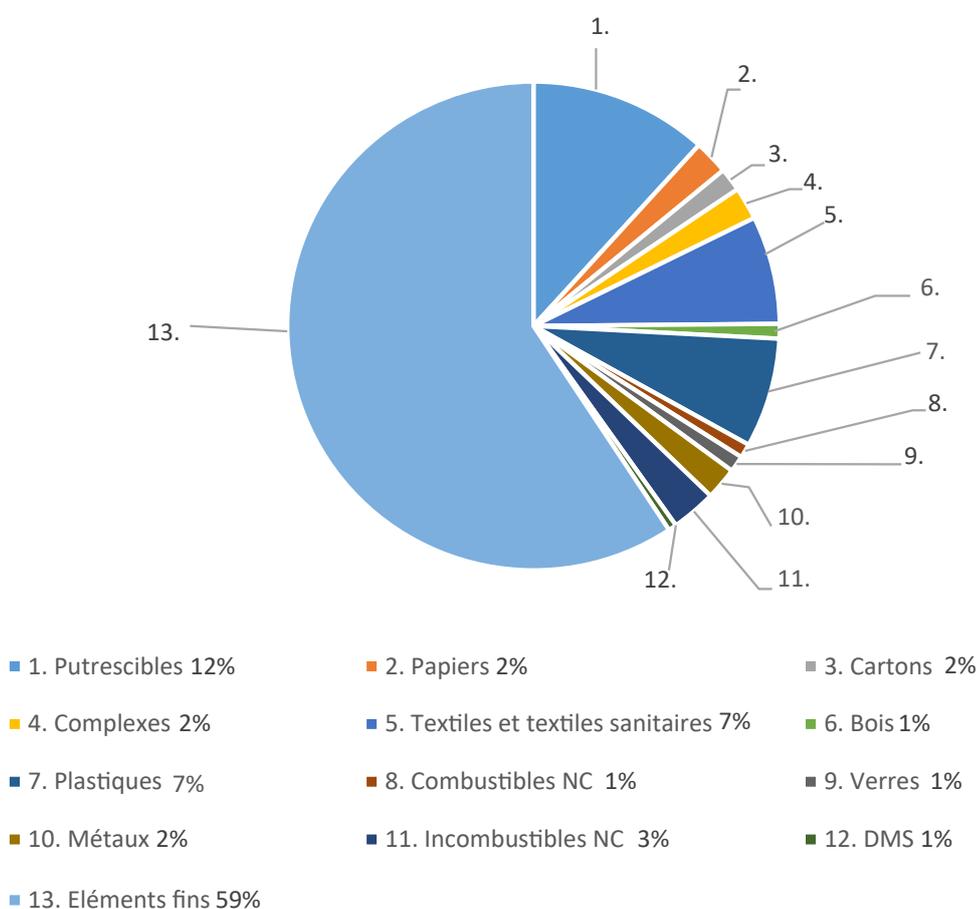


Figure III 1: Composition des OMA dans la commune de Thiès

La quantité de déchets organiques ménagers, de masse volumique 251 Kg/m³ pouvant être collectée au niveau des ménages est décrite dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Ménages

Source de production déchets organiques	Taux de couverture Collecte (70%)		Taux pouvant être Triée et Collectée à la source (30%)	
	Collecte journalière (Tonne/jour)	Collecte Annuelle (Tonne/jour)	Collecte journalière (Tonne/jour)	Collecte Annuelle (Tonne/an)
Ménages	13,89	5068,50	4,17	1520,55
			Collecte journalière (m ³ /jour)	Collecte Annuelle (m ³ /an)
			17	6058

NB : Les 17 m³ par jour sont la quantité de déchets organiques pouvant être collectée pour l'ensemble des ménages de la commune de Thiès si toutefois il y a un tri à la source ou un tri à la décharge....

III.1.2. Les marchés

Les marchés sont caractérisés par une forte fréquentation de personnes occasionnant une importante production journalière de déchets. Afin de les collecter, la mairie a mis en place des bacs à ordures au niveau des différents marchés de la ville. Ces bacs sont régulièrement levés par un tracteur qui achemine les déchets vers la décharge. Ainsi, ils peuvent être sources de collecte de déchets organiques en mettant en place un dispositif adapté pour le tri et la récupération de ces déchets organiques. La ville de Thiès compte 8 marchés dont 4 où la quantité de déchets et le taux de fréquentation sont les plus importants : Marché Central, Marché Moussanté, Marché Grand Thiès et Marché Gare routière.

La quantité de déchets organiques pouvant être collectée au niveau est décrite dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Marchés

Marchés Sources de production déchets organiques	Superficie (m ²)	Nombre de magasins / Cantines	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée		
			Collecte journalière (m ³ /jour)	Collecte Hebdomadaire (m ³ /semaine)	Collecte Annuelle (m ³ /an)
Marché Central	10690	732	0,32	2,25	116,98
Marché Moussanté	8500	292	0,13	0,90	46,67
Marché Grand Thiès	9500	127	0,06	0,39	20,30
Marché Gare routière	4300	367	0,16	1,13	58,65
TOTAL MARCHES	32990	1518	1	5	243

(Source, UCG, 2020)

III.1.3. Les Gares routières

La gare routière centrale, la plus importante abrite également des activités commerciales en plus des activités de transport urbain. Elle est très fréquentée et rayonne sur l'ensemble de la ville. Les deux autres sont faiblement aménagées, peu fréquentées et les activités commerciales y sont peu développées.

La quantité de déchets organiques pouvant être collectée au niveau de la gare routière après mise en place d'un dispositif spécifique de tri, collecte et acheminement est décrit dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée à la gare routière

Sources de production déchets organiques	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée		
	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
Gare Routière	0,29	2	104

(Source, UCG, 2020)

III.1.4. L'abattoir

Situé dans le quartier champ de course sur la route de Diourbel, l'abattoir est fréquenté principalement les matinées entre six heures et dix heures. Il approvisionne en viande tous les marchés de la ville et est source de production de déchets organiques en l'occurrence les fientes de bovins et d'après les missions diagnostic qui ont été effectuées sur site, on note une capacité de collecte de 2m3 de déchets organiques par semaine.

Tableau 6 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée à l'abattoir

Sources de production déchets organiques	Quantité de déchets organiques pouvant être collectée		
	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
Abattoir	0,29	2	104

(Source, UCG, 2020)

III.1.5. Les PRN

Les PRN sont des espaces aménagés de dimensions 6m * 4m implantés afin de recevoir les déchets provenant de l'apport volontaire où des bacs de 660 litres sont installés pour cela. Dans la ville de Thiès, Sept (07) PRN y sont installés dont quatre (04) dans des lieux de forte production à savoir les PRN de Senelec, du Rail, de la Gare routière et du champ de course. Au niveau des PRN, afin de pouvoir récupérer les matières organiques triées, des bacs spécifiques de 660 litres seront placés et récupérer pour être transférer à l'unité.

Le tableau suivant nous renseigne sur la quantité de matières organiques pouvant être collectée au niveau des PRN choisis :

Tableau 7 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les PRN

Sources de production déchets organiques	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
PRN Senelec	4	28	1456
PRN du Rail	0,3	2	104
PRN Champ de course	0,3	2	104
PRN Gare Routière	1	8	416
TOTAL PRN	6	40	2080

(Source, UCG, 2020)

III.1.6. Les Universités et Casernes

Dans la ville de Thiès, on retrouve également d'autres lieux à fortes productions de déchets et dont la collecte n'est pas assurée par la commune ou par l'UCG, il s'agit des universités et casernes. Le tableau suivant nous renseigne sur la quantité de déchets organiques pouvant être collectée au niveau des universités et casernes qui sont lieux de forte production :

Tableau 8 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Universités et Casernes

Sources de production déchets organiques	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
ENSA	0,6	4	208
Université de Thiès (Campus Corniche *Nguent*)	0,6	4	208
Université de Thiès (Campus Hôtel du rail)	0,6	4	208
Ecole Polytechnique de Thiès	0,6	4	208
Caserne des Sapeurs-Pompiers	0,6	4	208
Ecole Nationale des Officiers d'Active (ENOA)	0,6	4	208
TOTAL Universités et Casernes	3	24	1248

(Source, UCG, 2020)

III.1.7. Les hôtels et Restaurants

Les hôtels et restaurants sont des lieux à fortes productions de déchets organiques, ainsi un système de tri et collecte à la source est prévue d'être mis en place afin de récupérer les matières organiques. D'après les visites de site réalisées, la quantité de matières organiques pouvant être collectée au niveau des plus grands hôtels et restaurants de Thiès est renseignée dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Quantité de déchets organiques pouvant être collectée dans les Hôtels et Restaurants

Sources de production déchets organiques	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
Hôtel Résidence Lat Dior	0,6	4	208
Hôtel Restaurant Big Faim	0,6	4	208
Hôtel Restaurant le Croissant Magique	0,6	4	208
Hôtel Restaurant Bidew Bi	0,2	1,5	78
Le Grand Hôtel de Thiès	0,2	1,5	78
Complexe Nice Time	0,1	1	52
Eksil Hôtel	0,1	1	52
Hôtel Rex	0,1	1	52
Résidence Daby	0,1	1	52
Résidence Sophie	0,1	1	52
TOTAL HOTELS ET RESTAURANTS	2,9	6,5	338

(Source, UCG, 2020)

III.1.8. Les rues et autres sources de collecte de la biomasse

La ville de Thiès est caractérisée par une forte présence d'arbres et d'espaces verts. Ce qui est à l'origine d'une forte production de déchets biodégradables issus des branchages et feuillages des arbres. Ainsi il existe un fort potentiel de collecte de la biomasse au niveau des rues et dans certains lieux en zone forestière ; Par ailleurs un dispositif adéquat sera mis en place pour récupérer cette matière sèche très importante pour un bon compost. Le tableau suivant nous renseigne sur les différents sites identifiés ainsi que la quantité de déchets verts collectable :

Tableau 10 : Quantité de déchets verts collectable dans la commune de Thiès

Sources de collecte de Biomasse	Collecte journalière (m3/jour)	Collecte Hebdomadaire (m3/semaine)	Collecte Annuelle (m3/an)
ENSA	1,1	8	416
RUES	0,6	4	208
FORET DE THIES	1,7	12	624
DESHERBAGE (à la demande)	0,3	2	104
TOTAL BIOMASSE	3,7	26	1352

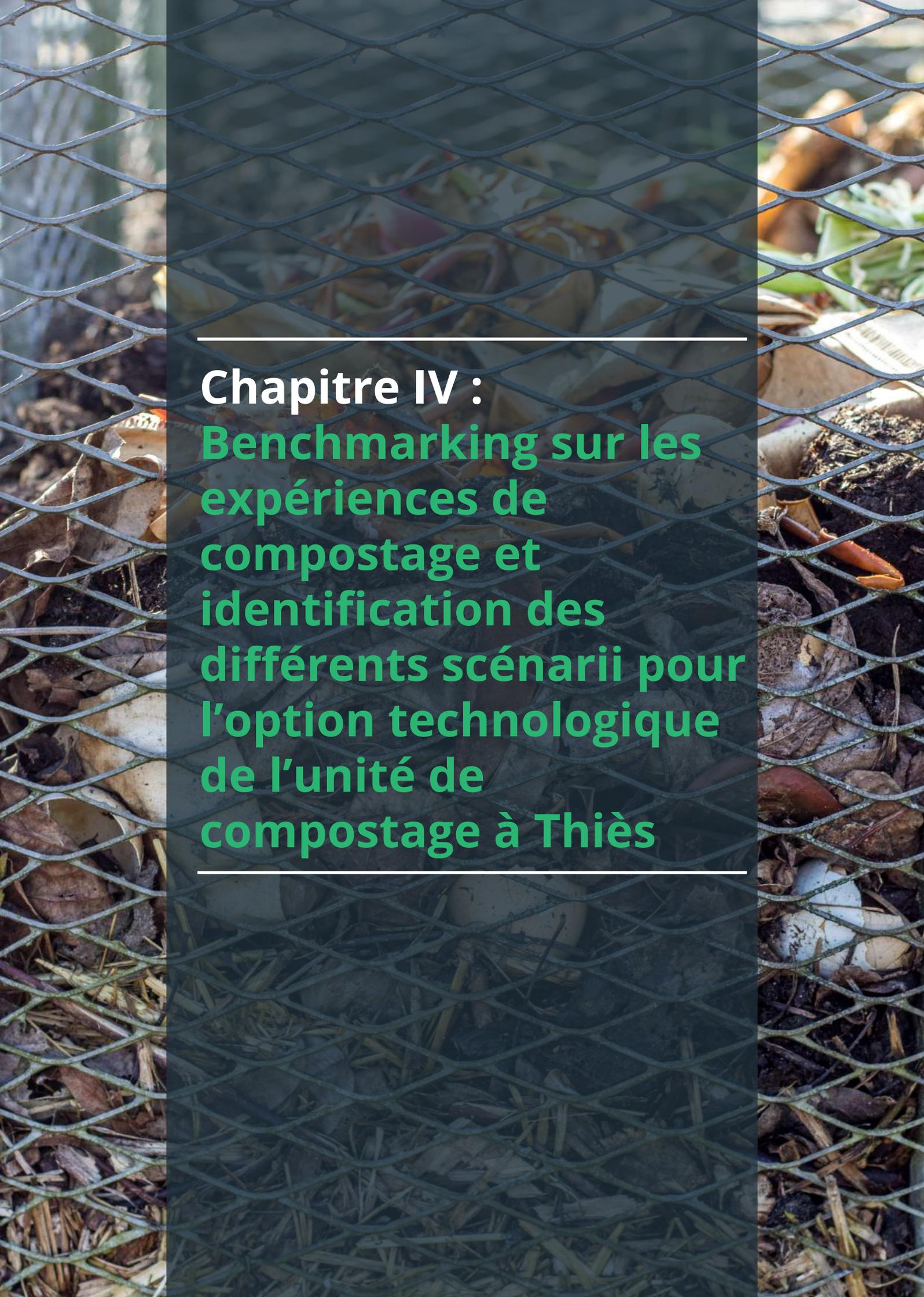
III.2. ORGANISATION DE LA PRÉ-COLLECTE ET COLLECTE DE DÉCHETS ORGANIQUES

Afin de pouvoir collecter tout le potentiel de déchets organiques décrit plus haut, il est nécessaire de mettre en place un système adapté en fonction des différentes sources de production. Le tableau suivant renseigne sur l'organisation de la collecte prévue pour chaque source de production ainsi que les activités prévues afin de récupérer un maximum de matières organiques dans la commune de Thiès :

Tableau 11 : Plan d'actions de l'organisation du système de collecte des déchets organiques dans la ville de Thiès

N°	Sources de production de déchets organiques	Système de Collecte	Activités / Actions à réaliser
1	MENAGES	Porte à Porte (avec tricycle adapté à la collecte de putrescibles)	<ul style="list-style-type: none"> • Communication, sensibilisation sur le tri des déchets organiques • Dotation de deux Poubelles réglementaires • Achat des déchets organiques si bien trié / motivation
2	MARCHES	Point de regroupement : Pose de Bacs de 660 l puis récupération par tricycle	<ul style="list-style-type: none"> • Communication, sensibilisation sur le tri des déchets organiques • Présence d'un agent pour orienter le déversement des déchets organiques dans les bacs • Dotation de deux Poubelles réglementaires pour les restaurants et gargotes • Récupération à la source pour les restaurants et gargotes • Achat des déchets organiques si bien trié / motivation pour les restaurants et gargotes
3	GARE ROUTIERE	Même système que les marchés	
4	ABATTOIR	Point de regroupement : Pose de Bacs de 660 l et récupération par tricycle	<ul style="list-style-type: none"> • Communication, sensibilisation sur le tri des déchets organiques • Pose de 3 bacs : cornes, fumier et fiente
5	PRN	A la source	<ul style="list-style-type: none"> • Pose de bacs dédié au niveau de chaque PRN • Agent pour orienter le déversement des déchets organiques dans les bacs puis récupération par tricycle
6	UNIVERSITES ET CASERNES	Point de regroupement : Pose de Bacs de 660 l et récupération par tricycle	<ul style="list-style-type: none"> • Communication, sensibilisation sur le tri des déchets organiques • Dotation de 2 Bacs de 660 l pour conditionnement déchets organiques et autres types

7	HOTELS ET RESTAURANTS	Point de regroupement : Pose de Bacs de 660 l et récupération par tricycle	Communication, sensibilisation sur le tri des déchets organiques Vente de deux bacs de 660 l Redevance pour la collecte des déchets organiques et transfert des autres déchets à la décharge
8	DECHETS VERTS / BIOMASSE	A la source et après expression de besoin	Mise en place d'un service payant de collecte / serveur d'appel Vulgarisation du service Études de marché pour détermination du cout de collecte en fonction du volume



Chapitre IV :
Benchmarking sur les expériences de compostage et identification des différents scénarii pour l'option technologique de l'unité de compostage à Thiès

Avec l'évolution démographique et l'urbanisation croissante dans les pays en développement (PED), la quantité de déchets urbains produits ne cesse d'augmenter, ce qui préoccupe fortement les responsables locaux et les habitants, de plus en plus conscients des risques associés. Ce qui nous amène à la nécessité de l'implantation d'une unité de compostage pour la valorisation des déchets organiques produits dans la commune de Thiès. La seule volonté de mettre en place une unité de valorisation des déchets organiques en compost à Thiès ne saurait occulter l'importance d'un choix optimum de recyclage et de valorisation en raison des nombreuses contraintes que connaissent ces unités. Pour produire correctement du compost il faut :

- Disposer suffisamment de matières ;
- Trier les matières ;
- Choisir une technologie qui tient compte de la sensibilité environnementale du milieu;
- Disposer d'un marché pour la commercialisation.

Le choix de l'option de compostage adaptée d'un point de vue environnemental, économique et social pour la commune de Thiès sera opéré en étudiant les diverses technologies de compostage réalisées dans le monde et quelques expériences existantes au Sénégal qui seront adaptées au contexte de Thiès. Plusieurs initiatives de compostage ont été menées dans les villes des pays en voie de développement car il constitue une voie intéressante pour le traitement de la fraction organique des déchets ménagers. Il existe une vaste gamme de technologies, méthodes et expériences en compostage. L'enjeu est de pouvoir définir la technique la mieux appropriée à petite, moyenne et grande échelle en prenant en compte les aspects sociaux et économiques de la ville de Thiès.

Ainsi, dans cette partie, il sera présenté et analysé des technologies de compostage connues dans le monde, identifié et analysé des expériences pertinentes en matière de compostage au Sénégal, tiré les enseignements du benchmarking et enfin identifié les variables clés et construire des scénarii de filière de compostage pour l'unité de Thiès.

IV.1. LE COMPOSTAGE

IV.1.1. Définitions

Le procédé de compostage est une succession de modifications physico-chimiques qui se réalisent spontanément dans le milieu naturel (procédés de traitement des matières organiques (déchets végétaux, restes de repas, déjections,)) en conditions d'aération permettant de produire un compost utilisable en agriculture en tant qu'amendement organique. L'utilisation d'un tel processus de dégradation dans l'industrie nécessite l'optimisation de tous ces paramètres afin d'obtenir une dégradation complète et rapide dans un minimum de temps. Pour cela, le compostage industriel se divise en plusieurs étapes mécaniques ou non, où chacune pourra faire l'objet d'optimisation en fonction des demandes et des conditions spécifiques de l'usine.

Un compost de qualité répond à 3 principaux critères :

- La constance de composition c'est-à-dire la stabilité et l'invariabilité du produit ;
- L'efficacité agronomique (dans les conditions d'emploi prescrites) ;
- L'innocuité (à l'égard de l'Homme, des plantes, des animaux et de l'environnement), c'est-à-dire l'absence de risques sanitaires en termes de germes pathogènes, parasites et graines de mauvaises herbes, ou de divers polluants retrouvés dans les déchets solides (métaux lourds, polluants organiques de synthèse,).

IV.1.2. Les déchets compostables

Les déchets acceptés dans les unités de compostage sont les déchets ménagers ou assimilés, non dangereux, majoritairement constitués de déchets compostables (matière organique fermentescible). Le tableau suivant propose un classement pour chaque source d’approvisionnement des déchets en trois catégories :

- Déchets compostables ;
- Déchets non compostables et non-dangereux ;
- Déchets non compostables et dangereux

Tableau 12 : Classement des déchets vis-à-vis de leur compostabilité

Compostables	Non compostables non dangereux	Non compostables dangereux
Déchets des ménages		
Restes de repas, papiers, cartons, déchets végétaux, textiles naturels (coton, etc.), déchets hygiéniques,...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes (verre, cailloux, sable), emballages souillés,...	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), piles, DEEE (Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques), bombes aérosols, pots de peinture,
Déchets de la ville		
Déchets verts des espaces publics, feuilles issues du balayage des rues, plantes aquatiques non chargées en métaux lourds (ex : jacinthe d'eau), déchets organiques des marchés, ...	Gravats, terres, emballages soufflés,	Bombes aérosols, pots de peinture, emballages soufflés...
Déchets des entreprises, services de l'État et des centres de santé		
Residus organiques des entreprises agro-alimentaires (ex : déchets de fruits, drèches de brasseries...), déchets organiques des restaurants, papiers, cartons, ...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes, verre, gravats	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), bombes aérosols, pots de peinture, emballages soufflés ...
Déchets agricoles et d'abattoirs		
Residus de cultures (ex : coques de soja, paille ...), déjections animales (ex : fumier, fientes, bouses...), rumen (contenu des panses d'animaux),	Plastique,	Cadavres d'animaux emballages de produits phytosanitaires

(Source, Plateforme Ressources 2017)

IV.1.3. Les différentes étapes du compostage

Les techniques et les filières de traitement des déchets urbains par compostage sont décrites en détail par divers auteurs. Il est difficile de faire une description exhaustive et détaillée de tous les systèmes disponibles sur le marché. En effet, de nombreuses technologies sont employées et adaptées en fonction de la nature du substrat, de la capacité de Traitement, des moyens financiers et de la taille de l'exploitation. (5) Plusieurs filières existent comme notamment le compostage traditionnel à moyenne échelle, réalisé le plus souvent par des associations quartiers, des ONG, de façon décentralisée ou le compostage industriel, centralisé, observé dans des villes à forte densité de population, où des systèmes de

gestion des déchets sont en place. L'étude de mise en place de l'unité à Thiès est ciblée sur cette dernière catégorie d'usine car leurs fonctionnements font intervenir plus de paramètres, donc plus de risques de dysfonctionnements. Des variantes peuvent bien sûr être rencontrées en pratique. Une multitude de procédés brevetés existent. Néanmoins les étapes techniques de base se retrouvent toujours, comme schématisées sur la figure ci-dessous :

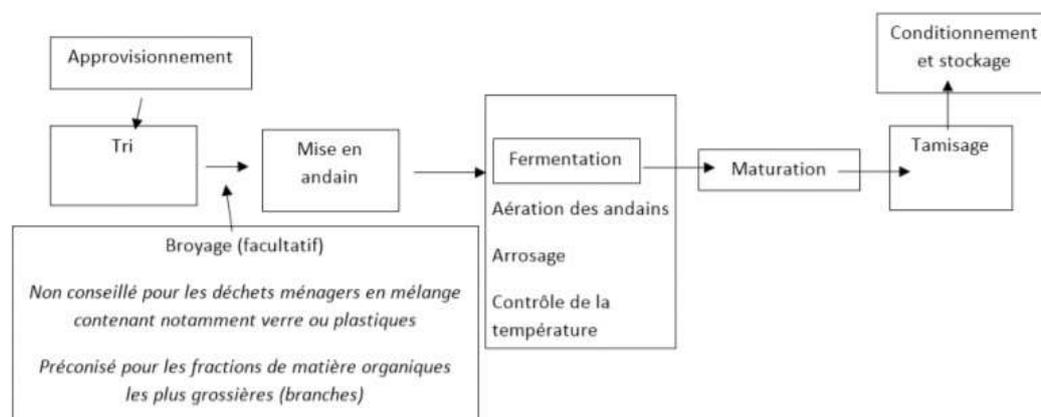


Figure IV 1 : Schéma général de la filière de compostage

IV.1.3.1. Préparation du gisement

La qualité des matériaux organiques à composter est une condition indispensable pour un compost de qualité. En fonction du procédé mis en place, ces opérations de préparation peuvent être effectuées ou non.

IV.1.3.2. Le tri

Plusieurs options sont rencontrées :

- Collecte séparée des déchets compostables : c'est la solution la plus favorable car les déchets sont séparés par les ménages (ou dans les marchés) et, a priori, ne sont donc pas mélangés et souillés avec d'autres produits.
- Tri après la collecte : Réalisé sur le site de traitement des déchets. De nombreuses méthodes de séparation des déchets hétérogènes sont envisageables, du tri manuel au tri mécanisé, en fonction du procédé en aval.

Cette opération est observée dans certaines opérations :

- Tri manuel au sol
- Tri manuel sur table,
- Tri mécanisé avec cribleur, rarement observée dans les pays d'Afrique.

IV.1.3.3. Le broyage

La fonction principale du broyage est d'offrir aux micro-organismes un champ d'action aussi large que possible et de réduire le volume des matières de base.

Le broyage est à recommander uniquement pour les déchets verts. En présence d'éléments toxiques (piles ou médicaments) dans le cas des déchets urbains, le broyage en amont est à prescrire, car il fractionne ces éléments comme toutes les impuretés nuisant à la qualité du compost final.

IV.1.3.4. Mise en tas ou en andains et étape dite de fermentation chaude

La phase de fermentation chaude est la première phase du compostage. Par conséquent, cette phase nécessite le contrôle de l'humidité, de la température et de l'apport d'air. L'aération peut se faire par retournement ou par insufflation d'air. L'insufflation peut se

faire de façon passive à l'aide d'un tuyau perforé qui traverse l'andain ou forcée par un système de ventilation mécanisé.

IV.1.3.5. Maturation

La stabilisation du compost se fait au cours de la phase de maturation, formation de complexes organo-humiques, stabilisation chimique et biologique de la matière organique, transformation des éléments. Durant cette phase les andains doivent être suivis pour contrôler la stabilisation du compost et éventuellement apporter des mesures correctives (retournements, arrosages).

IV.1.3.6. Tamisage / Criblage

Le tamisage de la matière a lieu généralement en fin de maturation du compost. Il a pour objet de retirer les éléments grossiers non compostables qui n'ont pu être éliminés par le tri après réception des déchets sur la plateforme. Le choix de la maille influence le rendement massique : plus la maille est grande plus le rendement est important.

IV.1.3.7. Conditionnement et stockage du compost

Le compost stocké avant commercialisation doit être entreposé dans un hangar ventilé et à l'abri des intempéries pour conserver toutes ses caractéristiques (humidité, granulométrie et teneur en éléments nutritifs). En fonction de la demande, il est ensuite conditionné en sacs facilitant le transport.

En conclusion, on peut retenir que les sept étapes ci-dessus se retrouvent dans tous les procédés de compostage. Les différences apparaissent sur le positionnement des étapes de criblage par rapport à la chaîne de traitement et également dans le système de fermentation choisi. Les performances de ce dernier sont contrôlées par l'apport en eau, en oxygène, la descente de maille et également l'augmentation de la densité.

IV.1.4. Paramètres de dimensionnement d'une Unité de compostage

D'après plusieurs expériences de compostage en Afrique, les unités de compostage réalisent un compostage non mécanisé en andains. Pour traiter 10 000 tonnes de déchets ménagers par an (40 tonnes / jour), il faut prévoir un site d'une surface minimale d'un hectare dont les $\frac{3}{4}$ (trois quart) seront affectés au procédé de compostage. Le quart restant doit être prévu pour les locaux (vestiaires, bureaux, magasin), les zones de circulation et les parcelles de démonstration du produit. Une telle unité produit entre 1 000 et 2 500 t de compost par an, en fonction de la teneur en matière fermentescible des déchets entrants.

IV.2. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES TECHNOLOGIES DE COMPOSTAGE DANS LE MONDE ET AU SÉNÉGAL

Les techniques de compostage varient selon le type et la quantité de déchets à traiter. Elles sont rustiques dans les systèmes traditionnels utilisés par le secteur informel, modernes et souvent mécanisées à l'échelle industrielle. Le rôle de la technologie dans le compostage est clairement défini : les différents moyens techniques servent à améliorer et à accélérer le processus biologique naturel. Le choix du procédé et de la technologie est fonction de la situation locale : nature, quantité et disponibilité des déchets, ainsi que du coût de production incluant main d'œuvre, énergie et eau. Les principales technologies de compostage actuellement sur le marché peuvent être séparées en trois types :

- Type 1 (Andains) : fermentation en andains, à l'air libre ou sous hangar, avec aération mécanique ou forcée,
- Type 2 (Récipients Clos) : fermentation accélérée en cellules horizontales ou verticales et tambour rotatif clos,
- Types 3 (Autres procédés) : fermentation avec d'autres procédés

Le Tableau suivant nous renseigne sur la fréquence d'utilisation de certains procédés tirés plusieurs ouvrages consultés :

Tableau 13 : Fréquence d'utilisation des types de technologies de compostage dans les Pays En voie de Développement

Type	Technologie de Compostage	Fréquence d'utilisation (%)
1	Andains	49,9
1	Andains Couverts	13,1
2	Casiers	13,1
2	Enceinte Close	10,8
2	Tube Rotatif	6,4
Autres	Lombricompostage	6,5

(Source, Guide de Compostage dans les PED)

La méthode la plus répandue en Afrique et dans les Pays En voie de Développement (PED) est le compostage en andains à 60%, couverts ou non.

IV.2.1. TECHNOLOGIE DE COMPOSTAGE EN ANDAINS

IV.2.1.1. Andains retournés

Les déchets sont placés en andains, rangés et retournés périodiquement. Cette fermentation de type Bühler, Luchaire, Gondard, Sual, selon les constructeurs, est naturelle et améliorée par des techniques permettant la pérennité du processus de dégradation.

L'apport d'oxygène est un des paramètres nécessaires au bon fonctionnement du compostage. Il se réalise naturellement par une ventilation résultant de la flottabilité des gaz chauds dans l'andain et en majeure partie par les échanges gazeux lors des retournements successifs. Les équipements utilisés pour le retournement varient avec la taille de l'usine : les petites plates-formes de capacité 5 000 à 7 000 T/an aèrent à l'aide d'un chargeur à godet, les usines de plus grande capacité avec des équipements mobiles permettant une aération efficace grâce à des retourneurs.

Cette technique est simple de contrôle, à faible coût d'investissement, nécessite une main d'œuvre importante, dont disposent les P.E.D.



Figure IV 2 : Technologie de compostage en andains retournés

IV.2.1.2. Andains aérés passivement

L'aération forcée est une autre technique de ventilation, qui consiste en une mise en andain classique avec un système d'aération par buses disposées au sol insufflant ou aspirant de l'air et alimenté par des compresseurs, ce qui élimine la nécessité du retournement. Il requiert un investissement élevé comprenant du génie civil et le système de compresseur lié à une consommation d'énergie élevée. Ce système est donc peu adapté aux P.E.D.

Cette méthode a été étudiée et utilisée au Canada pour composter des déchets de fruits de mer avec de la tourbe, du lisier avec de la tourbe, et du fumier solide avec de la paille ou des copeaux de bois et au Sénégal avec la technologie de GORE dont le composant central du système est la bâche de couverture GORE® stratifié pour les andains. Grâce à la structure des pores de la membrane, le revêtement stratifié offre des propriétés semi-perméables qui garantissent un climat constant dans l'andain.



Figure IV 3 : Technologie de compostage en andains aérés passivement : GORE

La méthode de compostage en andain est fréquemment mise en œuvre dans les pays industrialisés : Espagne, France, Royaume Uni, Italie, Allemagne et les P.E.D : Inde, Sri Lanka, Mexique, Népal, Argentine, Indonésie, Ghana, Burkina Faso, Bénin, Chine, Sénégal, Cameroun, Pakistan.

IV.2.2. TECHNOLOGIE DE COMPOSTAGE EN TAS STATIQUE AÉRÉ

La méthode du tas statique aéré utilise le système d'aération par tuyau mais est plus avancée, car elle utilise un ventilateur pour fournir de l'air au compost. Le ventilateur offre un contrôle direct du processus et permet de travailler avec des tas de taille plus importante, sans retournement après le début du compostage. Une fois le tas correctement formé et dans la mesure où l'air est fourni en quantité suffisante et est réparti de façon uniforme, la période de compostage actif est achevée en trois à cinq semaines.

Il existe deux formes courantes de tas statiques aérés :

- Les tas individuels, qui, sont de longs andains triangulaires dont la largeur (environ 300 à 490 cm, sans la couverture) est égale à environ le double de la hauteur du tas. Le tuyau d'aération passe très en dessous de l'arête de l'andain. Les tas individuels contiennent une seule grande masse de matières ou quelques composants ayant plus ou moins la même nature et maturité (par exemple dans une période de trois jours). Les tas individuels sont pratiques dans la mesure où les matières premières sont disponibles pour le compostage de temps en temps plutôt que de façon continue.
- Et les tas étendus

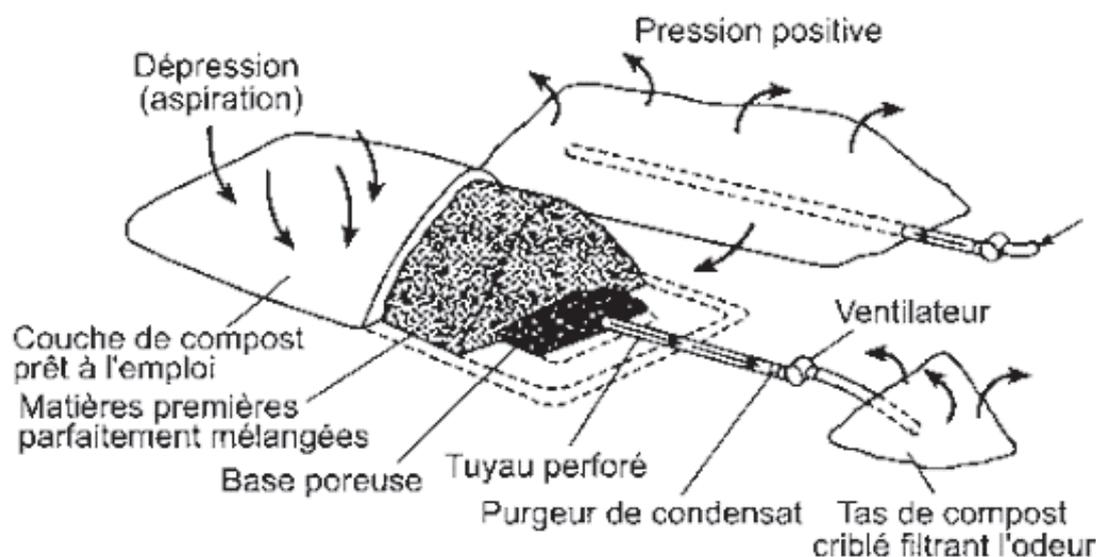


Figure IV 4 : Technologie de compostage en tas statiques aéré

Pour le compostage statique en tas, l'air peut être fourni de deux façons :

- Un système d'aspiration avec l'air aspiré à travers le tas
- Ou un système de soufflage grâce au ventilateur injectant de l'air dans le tas.

IV.2.3. TECHNOLOGIE DE COMPOSTAGE EN RÉCIPIENTS CLOS

Le compostage en récipient fait référence à un ensemble de méthodes qui confinent les matières à composter dans un bâtiment, un container ou un récipient (NRAES, 1992).

Ces méthodes sont basées sur l'aération forcée et des techniques de retournement mécanique qui visent à accélérer le processus de compostage. Beaucoup de méthodes combinent les techniques des andains et des tas aérés dans le but de surmonter les faiblesses et exploiter les avantages de chaque méthode. Il existe une gamme de méthodes de compostage en containers utilisant différentes combinaisons de récipients, de systèmes d'aération et de mécanismes de retournement.

IV.2.3.1. Compostage en Casiers

Le compostage en casier est peut-être la méthode de compostage en récipient la plus simple. Les matières sont contenues par des murs avec le plus souvent un toit. Le casier peut simplement être un ensemble de lattes de bois (avec ou sans toit), un silo à grain, ou un bâtiment de stockage en vrac. Les bâtiments ou les silos permettent de stocker des quantités plus importantes de matériaux et d'utiliser l'espace au sol de manière plus efficace que ne le font les tas indépendants. Les casiers permettent aussi d'éliminer les problèmes climatiques, de maîtriser les odeurs et d'offrir un meilleur contrôle de la température.

Cette méthode a été expérimentée en Phnom Penh au Cambodge où les matières pouvant être compostées, telles que les déchets de cuisine, les feuilles d'arbres et les bourres de noix de coco sont récupérées et triées pour obtenir un rapport C/N et une teneur en eau efficaces.



Figure IV 5 : Technologie de compostage en casiers

IV.2.3.2. Technologie de compostage en Lits rectangulaires remués

Le système de lit remué est une combinaison des méthodes d'aération contrôlée et de retournement périodique. Le compostage a lieu entre des murs qui forment de longs et étroits couloirs appelés lits. Un rail ou une saignée en haut de chaque mur supporte et guide la machine retournant le compost.

Les périodes de compostage recommandées pour les systèmes commerciaux de lits remués varient de deux à quatre semaines, bien qu'une longue période de maturation puisse être nécessaire par la suite.

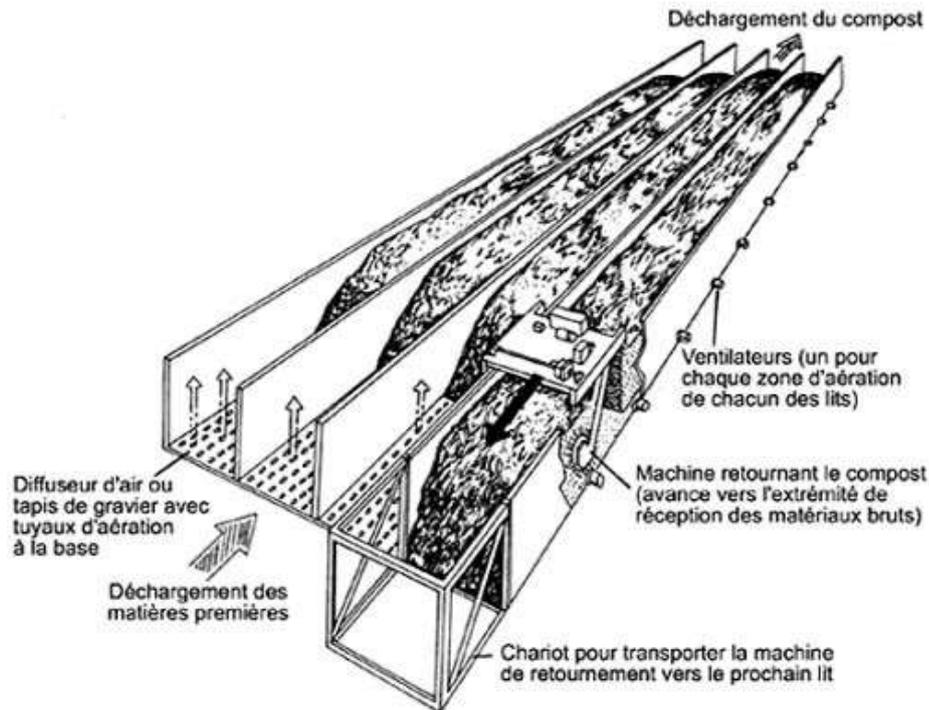


Figure IV 6 : Technologie de compostage en lits rectangulaires remués

IV.2.3.3. Technologie de compostage en Silos

Une autre technique de compostage en récipient clos ressemblant à un silo à déchargement par le bas. Chaque jour, une vis transporteuse retire les matières compostées se trouvant en bas du silo, et un mélange de matières premières est chargé à son sommet. Le système d'aération à la base du silo souffle de l'air à travers les matières à composter. L'air évacué peut être recueilli au sommet du silo de façon à traiter les odeurs. Généralement, la durée de compostage est d'environ 14 jours, et 1/14^{ième} du volume du silo est alors retiré et remplacé quotidiennement. Une fois que le compost a quitté le silo, il est conservé pour maturation, le plus souvent dans un second silo aéré. Un système de ventilation, similaire à celui de l'aération forcée, peut-être ajouté.



Figure IV 7 : Technologie de compostage en silo

IV.2.3.4. Technologie de compostage en Tambours Rotatifs

Ce système utilise un tambour horizontal rotatif pour mélanger, aérer et déplacer les matières à travers le système. Le tambour est monté sur de larges paliers et est retourné grâce à une couronne d'entraînement dentée. Dans certains systèmes commerciaux, les matières à composter restent moins d'une journée dans le tambour. Dans ce cas de figure, le tambour sert essentiellement de dispositif permettant de mélanger les matières entre elles.

De l'air est fourni à partir de l'extrémité de déchargement et est intégré aux matières alors que celles-ci sont remuées. L'air circule dans la direction opposée à celle des matières. Le compost arrivant à proximité du déchargement se refroidit grâce à l'air frais entrant. Au centre, les matériaux reçoivent de l'air réchauffé, ce qui stimule le processus ; et les matières à peine introduites reçoivent l'air le plus chaud afin de débiter le processus.

- Exemple du procédé « Biologic Reactor Stabilisation » (BRS®)
- Exemple du procédé Dano®

IV.3. CONCLUSIONS TIRÉES DU BENCHMARKING ET CHOIX DE LA TECHNOLOGIE À UTILISER POUR L'UNITÉ

IV.3.1. Conclusions du Benchmarking

La conception des usines de compostage installées doit tenir compte des conditions spécifiques locales. Les conditions climatiques, notamment un climat humide, influencent les conditions de dégradation. La teneur en eau lors du procédé doit être contrôlée et optimale. Afin d'éviter un apport d'eau trop abondant et involontaire par pluviométrie, il est préconisé de couvrir les plates-formes de fermentation, ou quelques fois uniquement les andains. Ce problème d'humidité intervient également au niveau de la composition même des ordures ménagères, leur humidité moyenne étant supérieure à 50%. La montée en température lors du processus de dégradation débutera après un temps de latence, correspondant à l'évacuation de cet excès d'humidité. La montée en température est effective après un ou deux jours de ruissellement des « lixiviats ». Ces rejets liquides doivent être traités pour éviter leur propagation dans le milieu naturel.

Les fortes teneurs en sables, spécifiques aux P.E.D altèrent les équipements par abrasion. Cette teneur dépend bien souvent des conditions climatiques et de l'état des voies de circulation. Comme cités précédemment, les déchets ont une forte teneur en eau, ne permettant pas de séparer les sables par voie mécanique. De plus, après fermentation, les matières organiques ont la même granulométrie que les sables, et il est très difficile de les trier.

Les procédés de compostage présentés ci-dessus se retrouvent fréquemment dans les usines de compostage installées dans les P.E.D. Ces usines présentent souvent des technologies exportées des P.I, sans aucune adaptation aux conditions spécifiques du pays et de la ville. Le Tableau ci-dessous récapitule ces procédés fréquemment employés dans les P.E.D et leurs raisons d'arrêt ou de dysfonctionnements. Les causes de ses dysfonctionnements sont diverses, difficultés de commercialisation du compost, qui restreignent l'usine à fonctionner en régime intermittent, problèmes de renouvellement des équipements lors de pannes, le personnel n'ayant pas les moyens techniques ou les compétences.

Tableau 14 : Principaux problèmes rencontrés pour les différentes technologies de compostage

Technologie	Procédé	Pays / Usine	Capacité de production (T/j)	Problèmes rencontrés
TYPE 1	Andain	Maroc / Marrakech	140	* Fermeture : 1989 * Difficultés de commercialisation * Fonctionnement intermittent et en deçà de la capacité nominale
		Maroc / Meknès	230	* Difficultés de commercialisation * Fonctionnement intermittent et en deçà de la capacité nominale
		Maroc / Rabat-Salé	50 puis 200 tonnes par jour après extension	* Difficultés de commercialisation * Renouvellement des équipements
		Turquie / Izmir	500	* Renouvellement des équipements * Formation des employés
		Tunisie / Tunis	20	* Fermeture en 1998 * Raisons politiques
TYPE 2	Casier	Maroc / Casablanca	700	* Fermeture 2ans après son installation
	Silos	Brésil / Brasilia	660	* Production d'odeurs nauséabondes
		Brésil / Rio de Janeiro	1100	
	Tambour rotatif	Brésil / Sao Matheus	210 puis 900 T/j	* Fermeture : 1983 * Difficultés de commercialisation : concurrence avec les engrais chimiques et avec le criblé de décharge
		Brésil / Vila Leopoldina	420 puis 600 T/j	
		Indonésie / Sourabaya	100	
		Turquie / Sourabaya	75 puis 150 T/j	* Usure des équipements * Raisons politiques

(Source, Guide de compostage dans les PED)

La mise en andains est le procédé de compostage le plus répandu dans les P.E.D.

Le compostage en casiers ou silos présentent des problèmes de dégagements d'odeurs nauséabondes qui sont à la source de la fermeture rapide des usines un ou deux ans après leur ouverture.

Par contre, les systèmes de tubes rotatifs sont répandus dans les P.E.D. Leurs dysfonctionnements sont liés à des difficultés de commercialisation du compost, à la mauvaise qualité de compost due à un non-respect du temps de séjour nécessaire pour la dégradation des M.O mais également à l'usure prématurée des équipements liés à des difficultés de réparation.

Les causes des dysfonctionnements ou des arrêts d'usines ne sont pas spécifiques aux procédés de fermentation employés, ni aux pays concernés. En effet, certaines causes comme des problèmes politiques ou des difficultés de commercialisation sont redevables au contexte socio-économique de l'endroit d'implantation de l'usine. Il est évidemment nécessaire de les minimiser notamment en réalisant une étude de marché concernant les débouchés du compost. L'analyse du fonctionnement de ces usines montre que les dysfonctionnements qui apparaissent ont plusieurs origines : technologique, économique, financière et politique.

Les avantages et les inconvénients des deux principales technologies de compostage sont récapitulés dans le Tableau suivant :

Tableau 15 : Avantages et Inconvénients des principales technologies de compostage

Technologie	Avantages	Inconvénients
TYPE 1 (Andains)	<ul style="list-style-type: none"> Le procédé peut se dérouler en intérieur comme à l'extérieur Possibilité de production de compost de nature diverses Facilité d'exploitation Pas de nuisances olfactives importantes Possibilité de réduction des émissions de GES Faible cout d'investissement 	<ul style="list-style-type: none"> Manutention importante Qualité Irrégulière
TYPE 2 (Récipients clos : casiers/silos/tambours)	<ul style="list-style-type: none"> Espace réduit Confinement des odeurs Contrôle des paramètres Aucun prétraitement nécessaire (sauf verres et plastiques) en cas d'utilisation de tambour rotatif Forte diminution des odeurs en cas d'utilisation de tambour rotatif 	<ul style="list-style-type: none"> Consommation Forte d'énergie Investissement lourd Odeurs Respect du temps de séjour

Florence Charnay : Compostage des déchets urbains dans le PED :
Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de Compost. Université de Limoge 2005

IV.3.2. CHOIX DE LA TECHNOLOGIE À UTILISER AU SEIN DE L'UNITÉ

En considérant les informations tirées de l'analyse des procédés de compostage décrites plus haut, il apparaît que le compostage en récipients clos avec les réacteurs verticaux ou horizontaux sont peu employés et présentent deux inconvénients majeurs : un investissement élevé et une utilisation d'équipements sophistiqués posant des problèmes de maintenance. Les deux procédés fréquemment rencontrés sont la mise en andains et le tube rotatif. La première solution doit être différenciée de la mise en andain traditionnelle à petite échelle, action réalisée par les O.N.G ou les associations de quartiers. A Une échelle industrielle ou semi-industrielle, l'apport d'air se fait par retournement mécanisé ou par aération forcée. La main d'œuvre nécessaire est abondante pour conduire ces différents équipements. Le procédé en andain est généralement plus long que la fermentation accélérée en tube rotatif, qui conditionne mieux le déchet pour le traitement via un meilleur déchiquetage et une homogénéisation complète des déchets, mais plus économique que cette dernière. Ainsi, la technologie de compostage en andain sera mise en place pour l'unité de compostage prévue dans la commune de Thiès.

The background of the slide is a photograph of a river. The left side shows a sandy and rocky bank with some sparse vegetation. The water is dark and reflects the sky. On the right side, there is a piece of white plastic trash floating on the water's surface. A dark, semi-transparent rectangular overlay covers the center of the image, containing the title text. Two horizontal white lines are positioned above and below the text.

Chapitre V :

Mise en place de l'unité pilote de Compostage à Thiès

V.1.1. FAISABILITÉ TECHNIQUE

Nous rappelons que la technologie de compostage choisie est celle en andain aéré par retournement et l'équipement utilisé pour le retournement est une tractopelle.

V.1.1.1. Besoins en intrants et Capacité de production de l'unité

Nous allons considérer une capacité de production de 80% de compost en fonction de la quantité de matières organiques collectées par semaine. Les dimensions des andains sont les suivantes : Longueur = 10 m, Largeur = 2,5 m et la hauteur = 1,20 m soit un volume de 30 m³ de compost pour un andain. Pour une meilleure qualité de compost, il sera considéré une durée de 45 jours pour avoir un produit fini.

Le tableau suivant nous renseigne sur la capacité de production de l'unité :

Tableau 16 : Capacité de production de l'unité de compostage

Déchets collectés	Volume collectable par semaine (m ³ déchets)
Ménages	116
Marchés	5
Gare routière	4
Abattoir	2
PRN	40
Universités et Casernes	24
Hôtels et Restaurants	7
Déchets verts / Biomasse	26
TOTAL VOLUME INTRANTS COLLECTABLE / SEMAINE (m ³)	223
Volume d'un Andain (10*2,5*1,2)	30
Nombre d'andains réalisables / semaine	7
CAPACITE DE PRODUCTION (80%) par semaine (m ³)	179
CAPACITE DE PRODUCTION (80%) par semaine (Tonne)	71
CAPACITE DE PRODUCTION Annuelle (Tonne)	3043

Ainsi, on peut en déduire que, dès les premiers 45 jours après la première semaine d'approvisionnement en intrants, l'unité aura une capacité de production de 71 tonnes de compost par semaine soit une capacité annuelle minimale de 3043 tonnes.

Les équipements pour l'unité de compostage sont assez modernes et manuels afin de permettre une production importante de compost de qualité dans de bonnes conditions. Il a également été choisi des équipements modernes et motorisés pour la collecte.

V.1.1.2. Besoins en équipements de conditionnement et collecte

Tableau 17 : Besoins en équipements de conditionnement et de collecte

Besoins en Tricycles	
Nombre	Polarisation
2	Marchés, PRN, Hôtels et restaurants
2	Universités, Casernes, Abattoir, Haras
Besoins en Camion Benne Satellite	
Nombre	Polarisation
1	Ménages, Déchets Verts / Biomasse
Besoins en Equipements de conditionnement	
Désignation	Quantité
Poubelles	3000
Bacs de 660 litres	30
Sachets poubelles	10000

V.1.1.3. Besoins en équipements de l'unité de compostage

Tableau 18 : Besoins en équipements de l'unité de compostage

Besoins en Equipements de l'unité de compostage	
Désignation	Quantité
Tractopelle CAT pour le retournement	1
Broyeurs à végétaux	1
Broyeurs à cornes	1
Broyeur à compost	1
Tamis Manuel sur pied mailles de 2cm	1
Motocyclette de liaison	2

V.1.1.4. Besoins en personnel de l'unité de compostage

Tableau 19 : Besoins en personnel de l'unité de compostage

Besoins en personnel de l'unité de compostage	
Taches / Equipements	Nombre
Chef d'unité	1
Réception des déchets / Tri et mise en tas	4
Collecteurs / Aide au tri	4
Gardien / Aide à la production	1
Agent Commercial	1
Chauffeur Camion Benne Satellite	1
Total Besoin en Personnel	12

V.1.1.5. Besoins en Matériel de fonctionnement de l'unité de compostage

Tableau 20 : Besoins en Matériel de fonctionnement de l'unité de compostage

Besoins en Matériel de fonctionnement de l'unité de compostage	
Matériels de fonctionnement	Quantité
Combinaison de travail	20
Masques à charbon	20
Gants	100
Cache-nez	100
Chaussures de sécurité	20
Bottes	20
Brouettes	5
Pelles	5
Râteaux / fourches	5
Machettes	5
Sacs de 50Kg Brandés	60000

V.1.1.6. Besoins en eau, électricité et carburant

Tableau 21 : Besoins en Électricité de l'unité de compostage

Besoins en électricité de l'unité				
Appareils / Equipements	Quantité	Puissance électrique (KW)	Temps d'utilisation (h)	Consommation journalière (KWh)
Broyeur à végétaux	1	1,5	2	3
Broyeur à cornes	1	1,5	1	1,5
Broyeur à compost	1	1,5	2	3
Eclairage	10	0,04	6	2,4
Total Consommation Journalière				9,9
Total Consommation Mensuelle				237,6
Total Consommation Annuelle				2851,2

Tableau 22 : Besoins en Eau de l'unité de compostage

Besoins en eau de l'unité				
Désignation besoin	Quantité	Consommation unitaire journalière (m3)	Consommation mensuelle (m3)	Consommation annuelle (m3)
Pour le Personnel	10	0,085	20,4	244,8
Pour le nettoyage et l'arrosage	1	4,56	109,44	1313,28
Total Consommation en eau	4,645	129,84	1558,08	

Tableau 23 : Besoins en Carburant de l'unité de compostage

Besoins en Carburant				
Désignation besoin	Quantité	Consommation unitaire	Consommation mensuelle (l)	Consommation annuelle (litres)
Pour les tricycles	4	3,8	364,8	4377,6
Pour les Motocyclettes	2	2,8	134,4	1612,8
Pour la tractopelle CAT	1	90	360	4320
Pour le camion benne satellite	1	100	400	4800
Total Consommation en Carburant			364,8	15110,4

V.1.1.7. Plan d'aménagement de l'unité et schéma fonctionnel

L'unité sera composée essentiellement d'une :

- Aire de déchargement et de tri
- Aire de Stockage de rebuts de tri
- Aire de broyage des déchets verts et / ou matières azotées
- Plateforme de Compostage
- Aire de broyage et Tamisage du Compost
- Aire de stockage et mise en sac
- Aire de bureaux, vestiaires et loge gardien.

L'emprise de surface des différentes aires aménagées est définie comme suit :

Tableau 24 : Superficie des aménagements de l'unité de compostage

Aire d'activités	Surface
Aire de déchargement et de tri	720
Aire de Stockage de rebuts de tri	450
Aire de broyage des déchets verts et / ou matières azotées	96
Plateforme de Compostage	600
Aire de broyage et Tamisage du Compost	96
Aire de stockage et mise en sac	96
Aire de bureaux, vestiaires et loge gardien.	109
Total surface aménagée	2167

La figure suivante nous montre le plan d'aménagement du site :

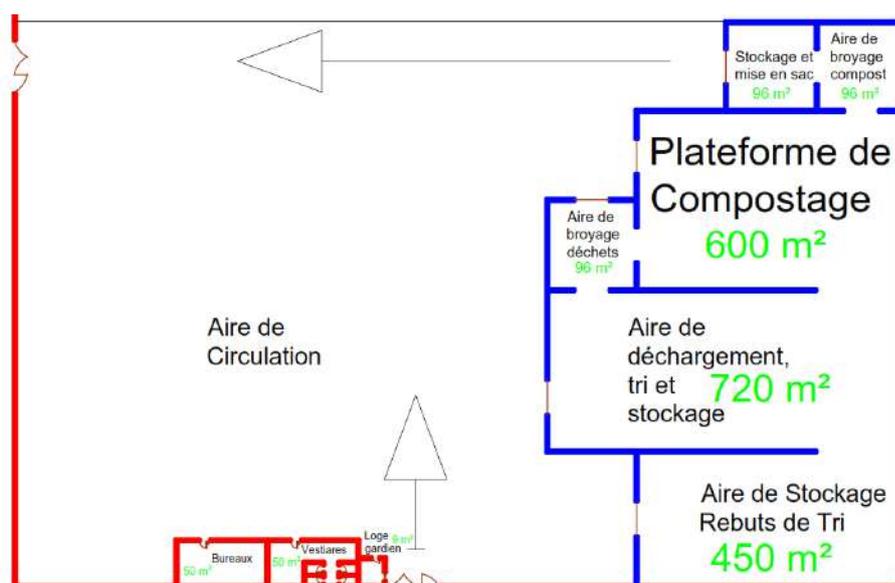


Figure V 1 : Plan d'aménagement de l'unité de compostage

V.1.2. ANALYSE FINANCIÈRE

L'évaluation de la rentabilité financière s'est faite à partir d'une simulation d'élaboration d'un plan financier. Cette simulation se base sur les dossiers techniques, financiers et commerciaux pour déterminer les critères essentiels d'analyse des projets d'investissement que sont la Valeur Actuelle Nette (VAN) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI). Ils mesurent la création de valeur du projet ; il n'est intéressant d'investir dans un projet que s'ils sont positifs.

Cette étude de la rentabilité se fera sur une durée de vie de 5 ans du projet.

V.1.2.1. Plan de Financement / Investissement

L'évaluation de l'investissement initial permet d'identifier tous les investissements durables à réaliser au démarrage, ainsi que toutes les ressources mobilisables. Il définit donc le besoin en capital au lancement du projet. Les tableaux ci-dessous nous renseignent sur les différents couts d'acquisition et de construction :

Tableau 25 : Cout de Construction de l'unité

Cout de construction de l'unité			
Infrastructures / Unités	Surface (m ²)	Cout Unitaire (Fcfa/m ²)	Cout Total (Fcfa)
Aire de déchargement et de tri	720	15000	10 800 000
Aire de Stockage de rebuts de tri	450	15000	6 750 000
Aire de broyage des déchets verts et / ou matières azotées	96	15000	1 440 000
Plateforme de Compostage	600	15000	9 000 000
Aire de broyage et Tamisage du Compost	96	15000	1 440 000
Aire de stockage et mise en sac	96	15000	1 440 000
Aire de bureaux, vestiaires et loge gardien.	109	50000	5 450 000
Total cout de construction de l'unité			36 320 000

Le détail des coûts du matériel technique, informatique, bureautique et roulant à acquérir pour la mise en place et le fonctionnement de l'unité de compostage est présenté dans le tableau ci-après :

Tableau 26 : Cout d'acquisition des équipements et matériels de l'unité

Cout d'acquisition des matériels et Equipements de l'unité de fabrication de pavés			
Désignation	Quantité	Cout Unitaire (Fcfa/m ²)	Cout Total (Fcfa)
Equipements			
Broyeurs à végétaux	1	1 000 000	1 000 000
Broyeurs à cornes	1	1 000 000	1 000 000
Broyeur à compost	1	1 000 000	1 000 000
Tamis Manuel sur pied mailles de 2cm	2	100 000	200 000
Poubelles	3000	3 000	9 000 000
Bacs de 660 litres	30	275 000	8 250 000
Sachets poubelles	10000	50	500 000
Combinaison de travail	20	15 000	300 000
Masques à charbon	20	5 000	100 000
Gants	100	500	50 000
Cache-nez	100	100	10 000
Chaussures de sécurité	20	10 000	200 000
Bottes	20	5 000	100 000
Brouettes	5	16 000	80 000
Pelles	5	2 500	12 500
Râteaux / fourches	5	1 500	7 500
Machettes	5	1 000	5 000
Sacs de 50Kg Brandés	60000	175	10 500 000
Total Acquisition Equipements			32 315 000
Matériel Roulant			
Motocyclette de liaison	2	400 000	800 000
Tricycles	4	1 500 000	6 000 000
Camion Benne Satellite	1	15 000 000	15 000 000
Tractopelle pour le retournement	1	15 000 000	15 000 000
Total Acquisition Matériel Roulant			36 800 000
Matériel Informatique			
Ordinateur	1	300 000	300 000
Imprimante de bureau	1	250 000	250 000
Vidéo projecteur	1	300 000	300 000
Total Acquisition Matériel Informatique			850 000

Matériel de Bureau			
Bureau avec Fauteuil	2	100 000	200 000
Chaise Visiteur	4	10 000	40 000
Meuble de rangement	1	150 000	150 000
Total Acquisition Matériel de bureau			390 000
TOTAL ACQUISITION EQUIPEMENTS ET MATERIELS			70 355 000

Tableau 27 : Plan de Financement / Investissement

COUT D'INVESTISSEMENTS							
Désignation	Montant	% apport projet	Montant Apport Projet	% Emprunt	Montant Emprunt	% Subvention	Montant Subvention
Batiments Et Amenagements	36 320 000	100	36 320 000	0	0	0	0
Equipements	3 000 000	100	3 000 000	0	0	0	0
Materiels Roulants	36 800 000	100	36 800 000	0	0	0	0
Materiels Et Mobilier De Bureau	1 240 000	100	1 240 000	0	0	0	0
TOTAL INVES-TISSEMENTS	77 360 000	100	77 360 000	-	-	-	-

Tableau 28 : SERVICES EXTERIEURS A

ELEMENTS	MONTANT
Entretien & maintenance Matériels	500 000
Entretien Bâtiment	500 000
Assurances	360 000
Frais de télécommunications	500 000
TOTAL	1 860 000

Tableau 29 : Ressources Humaines et Charges du personnel

Personnels	Nombre	Salaire brut mensuel	Total annuel
Chef d'unité	1	275000	3 300 000
Réception des déchets / Tri et mise en tas	4	82500	3 960 000
Collecteurs / Aide au tri	4	82500	3 960 000
Gardien / Aide à la production	1	82500	990 000
Agent Commercial	1	220000	2 640 000
Chauffeur camion bene satellite	1	165000	1 980 000
Total			16 830 000

Charges sociales

Pourcentage	3%
Montant	504 900

V.1.2.2. Amortissement

L'amortissement est la perte de valeur d'un équipement, d'un bâtiment tout au long de sa durée de vie. Pour les durées de vie, nous avons considéré 10 ans pour le bâtiment, 5 ans pour les équipements et le mobilier de bureau et 3 ans pour le matériel informatique et le matériel roulant.

Tableau 29 : Amortissement de l'investissement

Equipements	Prix d'acquisition	Durée de l'amortissement	taux d'amortissement	montant
Tricycles	6000000	5	20%	1200000
Motocyclette de liaison	800000	5	20%	160000
Broyeurs à végétaux	1000000	5	20%	200000
Broyeurs à cornes	1000000	5	20%	200000
Broyeur à compost	1000000	5	20%	200000
Matériel et mobilier de bureau	1240000	5	20%	248000
Tractopelle d'occasion (venant)	15000000	5	20%	3000000
Bâtiment	36320000	20	5%	1816000
TOTAL				7024000

Détermination du Fond de roulement

Le fond de roulement nous permet de couvrir les charges de fonctionnement pendant 3 mois et correspond à 3/12 des charges totales de fonctionnement, ce montant sera obtenu sous forme de prêt, remboursable sur 2 ans au taux de 12%

Charges Totales de fonctionnement = (29 315 000 + 11 213 126 + 1 860 000 + 17 334 900)
= 59 723 026 F CFA

Fond de roulement = (59 723 026*3) /12 = 14 930 757 arrondi à 15 000 000 F CFA

Tableau 30 : Amortissement de l'emprunt

EMPRUNT	15 000 000
TAUX	12%
DUREE (2ans)	2
ANNUITE	4 161 145,98

TABLEAU D'AMORTISSEMENT DU PRÊT					
ANNUITE	CAPITAL DEBUT	INTERET	AMORTISSEMENT	REMBOURSEMENT	CAPITAL FIN DE PERIODE
1,00	15 000 000,00	1 800 000,00	2 361 145,98	4 161 145,98	12 638 854,02
2,00	12 638 854,02	1 516 662,48	2 644 483,50	4 161 145,98	9 994 370,52
3,00	9 994 370,52	1 199 324,46	2 961 821,52	4 161 145,98	7 032 549,01
4,00	7 032 549,01	843 905,88	3 317 240,10	4 161 145,98	3 715 308,91
5,00	3 715 308,91	445 837,07	3 715 308,91	4 161 145,98	- 0,01

Il est utile de rappeler que le montant emprunté correspond aux fonds de roulement des trois premiers d'activité. Tenant compte du démarrage de l'activité et des besoins spécifiques dans la recherche mais également la vulgarisation auprès des producteurs agricoles, il a été jugé pertinent d'emprunter mais aussi d'étaler le rembourser afin de ne pas grever les ressources de l'unité et offrir une certaine marge de manœuvre

V.1.2.4. Détermination du cout de revient et cout de vente

Le dossier commercial révèle comment seront vendus le compost produit dans le centre chaque année ainsi que le chiffre d'affaire annuel du centre. Pour les estimations, il est considéré une évolution de la production chaque année. Cette évolution est estimée à un taux de 10% chaque année ; soit un coefficient de 1,1 appliqué chaque année.

Le coût de revient encore appelé prix de revient équivaut à l'ensemble des coûts (charges directes et indirectes) sur la quantité produite. Il prend en compte plusieurs éléments à savoir le prix d'achat de matières premières, frais accessoires, cout de service approvisionnement, main d'œuvre, machines, cout hors production (publicité...). Pour les calculs, il sera donc considéré les charges d'exploitation de la première année ainsi que les amortissements des équipements à la première année. Le calcul est donc le suivant :

Coût de revient = (Charges directes et indirectes) / (Production annuelle)

Tableau 31 : Cout de Revient de la tonne de compost produit dans l'unité

Somme Charges directes et indirectes	72 679 020
Production annuelle (tonne)	3043
COUT DE REVIENT PAR TONNE DE COMPOST (Fcfa)	23 884

Le cout de revient obtenu est 23 884 Fcfa / Tonne de Compost. Sur le marché Sénégalais, la tonne de Compost est vendue minimum à 30 000 Fcfa. Ainsi, dans la suite de l'analyse financière nous allons supposer vendre le compost produit à 30 000 Fcfa / Tonne d'où le tableau suivant qui renseigne sur le chiffre d'affaires estimatif de l'unité :

Tableau 32 : Chiffre d'affaires de l'unité de compostage

Matières	Quantité (T)	Prix à la tonne	Total
COMPOST	3043	30 000	91 290 000
TOTAL	3043		91 290 000

V.1.2.5. Compte d'exploitation prévisionnelle

Tableau 33 : Compte d'exploitation prévisionnelle

COMPTE DE RESULTAT

LIBELLES	Note	EXERCICE AU 31/12/N	EXERCICE AU 31/12/N-1
		NET	NET
Vente de marchandises		76 075 000	
Achats de marchandises		28 815 000	
Variation de stocks			
MARGE BRUTE		47 260 000	
Vente de produits fabriqués			
Travaux, services vendus			
Production stockée (ou déstockage)			
Production immobilisée			
Produits accessoires			
Subventions d'exploitation			
Autres Produits			
CHIFFRE D'AFFAIRES		76 075 000	
Achats de matières premières et fournitures liées		-	
Variation de stocks			
Autres achats		11 213 126	
Variation de stocks			
Transports			
Services extérieurs		1 860 000	
Impôts et taxes			
Autres charges		-	
VALEUR AJOUTEE		34 186 874	-
Charges de personnel		17 334 900	
EXCEDENT BRUT D'EXPLOITATION		16 851 974	-
Reprises de provisions			
Transferts de charges			
Dotations aux amortissements et aux provisions		7 024 000	
RESULTAT D'EXPLOITATION		9 827 974	-
Revenus financiers et produits assimilés			
Frais financiers et charges assimilées		1 800 000	
RESULTAT FINANCIER		1 800 000	-
RESULTAT AVANT PRELEVEMENT		8 027 974	-
Participation des travailleurs			
Impôts sur le résultat		2 006 993	
RESULTAT NET		6 020 980	-

Nous allons projeter le résultat sur 5 ans et déterminer sa rentabilité

COMPTE DE RESULTAT ANNEE N+2

LIBELLES	Note	EXERCICE AU 31/12/N NET	EXERCICE AU 31/12/N-1 NET
Vente de marchandises		100 419 000	
Achats de marchandises		29 315 000	
Variation de stocks			
MARGE BRUTE		71 104 000	
Vente de produits fabriqués			
Travaux, services vendus			
Production stockée (ou déstockage)			
Production immobilisée			
Produits accessoires			
Subventions d'exploitation			
Autres Produits			
CHIFFRE D'AFFAIRES		100 419 000	
Achats de matières premières et fournitures liées		-	
Variation de stocks			
Autres achats		11 773 783	
Variation de stocks			
Transports			
Services extérieurs		1 860 000	
Impôts et taxes			
Autres charges		-	
VALEUR AJOUTEE		57 470 217	
Charges de personnel		17 334 900	
EXCEDENT BRUT D'EXPLOITATION		40 135 317	
Reprises de provisions			
Transferts de charges			
Dotations aux amortissements et aux provisions		10 024 000	
RESULTAT D'EXPLOITATION		30 111 317	
Revenus financiers et produits assimilés			
Frais financiers et charges assimilées		1 516 662	
RESULTAT FINANCIER		1 516 662	
RESULTAT AVANT PRELEVEMENT		28 594 655	
Participation des travailleurs			
Impôts sur le résultat		7 148 664	
RESULTAT NET		21 445 991	

Augmentation des charges
10% sur le Matière première
5% autres achats

Aimantation de la vente
10% sur la vente total

COMPTE DE RESULTAT ANNEE N+3

LIBELLES	Note	EXERCICE AU 31/12/N	EXERCICE AU 31/12/N-1
		NET	NET
Vente de marchandises		109 548 000	
Achats de marchandises		29 315 000	
Variation de stocks			
MARGE BRUTE		80 233 000	
Vente de produits fabriqués			
Travaux, services vendus			
Production stockée (ou déstockage)			
Production immobilisée			
Produits accessoires			
Subventions d'exploitation			
Autres Produits			
CHIFFRE D'AFFAIRES		109 548 000	
Achats de matières premières et fournitures liées		-	
Variation de stocks			
Autres achats		12 334 439	
Variation de stocks			
Transports			
Services extérieurs		1 860 000	
Impôts et taxes			
Autres charges		-	
VALEUR AJOUTEE		66 038 561	
Charges de personnel		17 334 900	
EXCEDENT BRUT D'EXPLOITATION		48 703 661	
Reprises de provisions			
Transferts de charges			
Dotations aux amortissements et aux provisions		10 024 000	
RESULTAT D'EXPLOITATION		38 679 661	
revenus financiers et produits assimilés			
Frais financiers et charges assimilées		1 199 324	
RESULTAT FINANCIER		- 1 199 324	
RESULTAT AVANT PRELEVEMENT		37 480 337	
Participation des travailleurs			
Impôts sur le résultat		9 370 084	
RESULTAT NET		28 110 252	

Augmentation des charges
10% sur le Matière première
5% autres achats

Aimantation de la vente
10% sur la vente total

COMPTE DE RESULTAT ANNEE N+4

LIBELLES	Note	EXERCICE AU 31/12/N NET	EXERCICE AU 31/12/N-1 NET
Vente de marchandises		127 806 000	
Achats de marchandises		29 315 000	
Variation de stocks			
MARGE BRUTE		98 491 000	-
Vente de produits fabriqués			
Travaux, services vendus		-	
Production stockée (ou déstockage)			
Production immobilisée			
Produits accessoires			
Subventions d'exploitation			
Autres Produits			
CHIFFRE D'AFFAIRES		127 806 000	
Achats de matières premières et fournitures liées			-
Variation de stocks			
Autres achats		13 455 752	
Variation de stocks			
Transports			
Services extérieurs		1 860 000	
Impôts et taxes			
Autres charges		-	
VALEUR AJOUTEE		83 175 248	
Charges de personnel		20 358 900	
EXCEDENT BRUT D'EXPLOITATION		62 816 348	
Reprises de provisions			
Transferts de charges			
Dotations aux amortissements et aux provisions		10 024 000	
RESULTAT D'EXPLOITATION		52 792 348	
revenus financiers et produits assimilés			
Frais financiers et charges assimilées		843 906	
RESULTAT FINANCIER		- 843 906	
PRELEVEMENT		51 948 443	
Participation des travailleurs			
Impôts sur le résultat		12 987 111	
RESULTAT NET		38 961 332	

Augmentation des charges
20% sur le Matière première
10% autres achats
2 personnels trieurs de plus
(2*126000*12) = 3024000

Augmentation de la vente
20% sur la vente total

COMPTE DE RESULTAT ANNEE N+5

LIBELLES	Note	EXERCICE AU 31/12/N	EXERCICE AU 31/12/N-1
		NET	NET
Vente de marchandises		146 064 000	
Achats de marchandises		29 315 000	
Variation de stocks			
MARGE BRUTE		116 749 000	
Vente de produits fabriqués			
Travaux, services vendus			
Production stockée (ou déstockage)			
Production immobilisée			
Produits accessoires			
Subventions d'exploitation			
Autres Produits			
CHIFFRE D'AFFAIRES		146 064 000	
Achats de matières premières et fournitures liées		-	
Variation de stocks			
Autres achats		14 577 064	
Variation de stocks			
Transports			
Services extérieurs		1 860 000	
Impôts et taxes			
Autres charges		-	
VALEUR AJOUTEE		100 311 936	
Charges de personnel		20 358 900	
EXCEDENT BRUT D'EXPLOITATION		79 953 036	
Reprises de provisions			
Transferts de charges			
Dotations aux amortissements et aux provisions		10 024 000	
RESULTAT D'EXPLOITATION		69 929 036	
revenus financiers et produits assimilés			
Frais financiers et charges assimilées		445 837	
RESULTAT FINANCIER		- 445 837	
RESULTAT AVANT PRELEVEMENT		69 483 199	
Participation des travailleurs			
Impôts sur le résultat		17 370 800	
RESULTAT NET		52 112 399	

Augmentation des charges
20% sur la Matière première
10% autres achats

Augmentation de la vente
20% sur la vente total

PLAN DE FINANCEMENT

Libelle	-	Anné 1	Anné 2	Anné 3	Anné 4	Anné 5
CA		91 290 000,00	100 419 000,00	109 548 000,00	127 806 000,00	146 064 000,00
CV		-42 388 126,34	- 42 948 782,66	- 43 509 438,97	- 44 630 751,61	- 45 752 064,24
CF		-17 334 900,00	- 17 334 900,00	- 17 334 900,00	- 20 358 900,00	- 20 358 900,00
Dotaion aux amortissement		-10 024 000,00	- 10 024 000,00	- 10 024 000,00	- 10 024 000,00	- 10 024 000,00
Charges financiers		- 1 800 000,00	- 1 516 662,48	- 1 199 324,46	843 905,88	- 445 837,07
RAI		19 742 973,66	28 594 654,86	37 480 336,56	53 636 254,27	69 483 198,69
IS		4 935 743,42	7 148 663,72	9 370 084,14	12 987 110,63	17 370 799,67
Résultat NET		14 807 230,25	21 445 991,15	28 110 252,42	40 649 143,64	52 112 399,02
Amortissement		10 024 000,00	10 024 000,00	10 024 000,00	10 024 000,00	10 024 000,00
CAF		24 831 230,25	31 469 991,15	38 134 252,42	50 673 143,64	62 136 399,02
Recuperation du BFR						16 527 741,06
Fond de roulement (emprunt)		15 000 000,00				
FLUX ENTRANT (A)		39 831 230,25	31 469 991,15	38 134 252,42	50 673 143,64	78 664 140,08
BFR(TOTAL CHARGES DECAISSABLES*3/12)		14 930 756,59	15 070 920,66	15 211 084,74	16 247 412,90	16 527 741,06
Variation BFR	14 930 756,59	140 164,08	140 164,08	1 036 328,16	280 328,16	
Investissement	77 360 000,00	-	-	-	-	-
Amortissement de l'emprunt		2 361 145,98	2 644 483,50	2 961 821,52	3 317 240,10	3 715 308,91
flux sortant (B)	92 290 756,59	2 501 310,06	2 784 647,58	3 998 149,68	3 597 568,26	3 715 308,91
FLUX NET DE TRESORERIE (A-B)	- 92 290 756,59	37 329 920,19	28 685 343,57	34 136 102,75	47 075 575,39	74 948 831,17

ETUDE DE LA RENTABILITE DU PROJET

NOUS ALLONS ICI ETUDIER 2 INDICATEURS DE RENTABILITE: LA VAN ET LE TRI

CALCUL DE LA VAN						
LE TAUX D'ACTUALISATION EST DE 10%						
FLUS D'INVESTISSEMENT DE TRESORERIE	- 92 290 756,59	37 329 920,19	28 685 343,57	34 136 102,75	47 075 575,39	74 948 831,17
Flus de tresorerie actualisé à 10%		33 936 291,08	23 706 895,51	25 646 959,24	32 153 251,41	46 537 327,41
VAN		69 689 968,06				
INTERPRETATION VAN = 69 689 968,06 > 0 c'est rentable						
CALCUL TAUX DE RENTABILITE INTERNE (TRI)						
LE TRI CORRESPOND AU TAUX D'ACTUALISATION POUR LE QUEL LA VALEUR NET ACTUEL (VAN) ET EGAL A ZERO (VAN=0)						
VAN = -I ₀ + somme CFNP (1+t) ^{-P} = 0						
P=1						
I ₀ capital investis						
CFNP Caxh flow net actualisé						
VAN = -92 290 756,59 + ((33 936 291,08 + 23 706 895,51 + 25 646 959,24 + 32 153 251,41)(1+t) ⁻¹) = 0						
161 980 724,65(1+t) ⁻¹ = 92 290 756,59						
TRI = 75,7%						
INTERPRETATION TRI (75,7%) > taux d'actualisation (10%): c'est rentable						

V.1.2.6. Conclusion de l'analyse Financière

Le calcul de la VAN permet de déterminer si un projet sera rentable. Dès lors que la VAN est supérieure à 0, le projet est rentable. Dans notre exemple, une VAN de 69 689 968 F CFA que le projet sera rentable sur les 5 ans. Parallèlement, après calcul du TRI (75%) qui est supérieur au taux d'actualisation 10% c'est rentable.

Donc, après calcul de la VAN et du TRI, on peut en déduire que le projet de mise en place de l'unité de compostage à Thiès est rentable et il serait intéressant d'y investir car le projet peut être autonome financièrement.

V.1.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

V.1.3.1. Potentiel d'atténuation du projet aux émissions de gaz à effet de serre

Les déchets solides contribuent de façon significative aux émissions de GES.

Pour estimer ces émissions, et voir avec exactitude comment ces émissions peuvent être réduites si des stratégies de valorisation des déchets sont mises en place, l'IPCC a développé l'outil SWEET. En effet, cet outil aide les utilisateurs à déterminer des estimations de premier ordre au niveau des villes des émissions annuelles de méthane, carbone noir et d'autres polluants provenant de diverses sources dans le secteur des déchets. L'outil a été conçu avec un accent particulier sur le méthane et le carbone noir, qui sont des polluants climatiques à courte durée de vie.

Dans le cadre du projet de valorisation des déchets par le compostage, cet outil a été utilisé et a permis de mesurer le potentiel d'atténuation aux GES des stratégies à développer. Il est retenu comme hypothèse de valoriser 166m³ par semaine de déchets organiques issus de la collecte formelle en tenant compte des exigences de la plateforme SWEET. Ce volume correspond à 30% du potentiel de la ville de Thiès.

Des lors, l'analyse estime une réduction de 6243 tonnes de GES soit de moins 11,2% résultant du détournement potentiel des déchets organiques de la mise en décharge pour une période de 50 ans selon l'évaluation présentée dans le tableau suivant :

Tableau 34 : Évaluation du potentiel d'atténuation des GES entre 2000 et 2050

Année	Baseline	PAM
2015	779	779
2016	864	864
2017	1 106	1 106
2018	1 321	1 321
2019	1 515	1 515
2020	1 690	1 690
2021	1 849	1 736
2022	1 996	1 812
2023	2 130	1 888
2024	2 256	1 962
2025	2 373	2 035
2026	2 483	2 107
2027	2 290	1 953
2028	2 126	1 822
2029	1 987	1 711
2030	1 869	1 615
2031	1 769	1 533

2032	1 683	1 463
2033	1 610	1 402
2034	1 547	1 350
2035	1 493	1 305
2036	1 447	1 265
2037	1 407	1 231
2038	1 373	1 201
2039	1 343	1 174
2040	1 317	1 151
2041	1 295	1 131
2042	1 275	1 113
2043	1 258	1 097
2044	1 243	1 083
2045	1 230	1 070
2046	1 219	1 059
2047	1 209	1 049
2048	1 201	1 040
2049	1 194	1 033
2050	1 188	1 026
Total	55935	49692

-6243 tonnes soit moins 11,2%

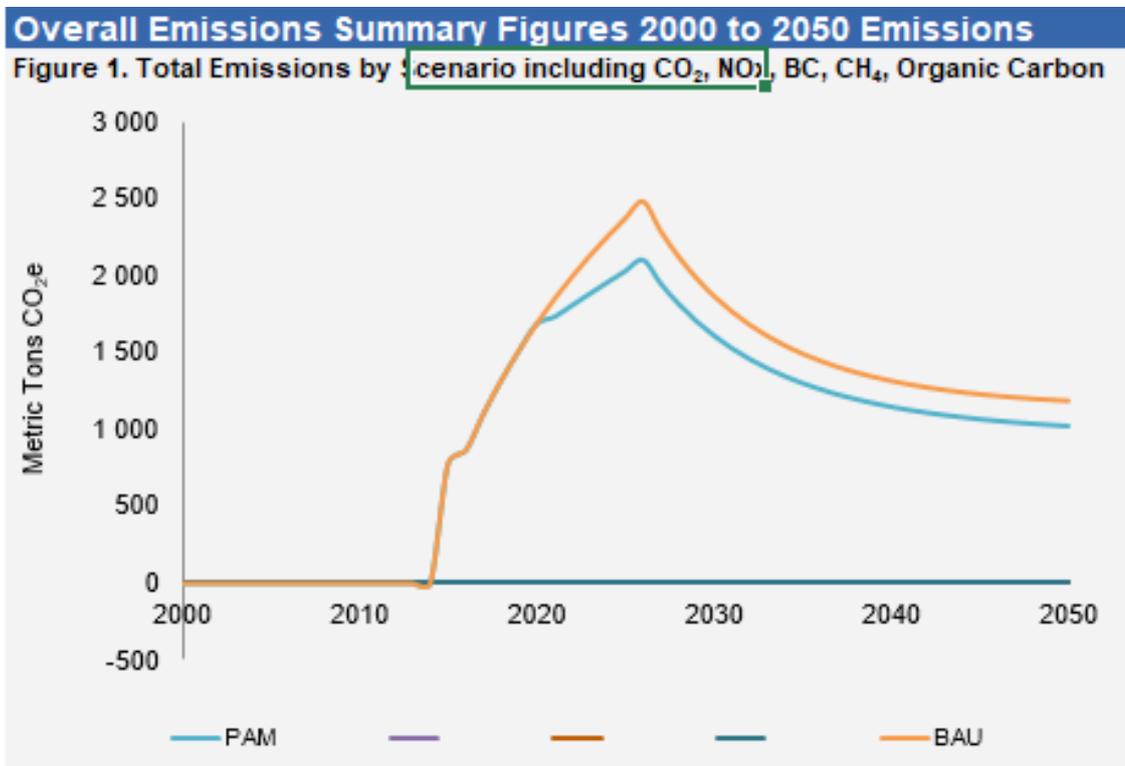


Figure V 2 : Évaluation du potentiel d'atténuation des GES entre 2000 et 2050

Entre 2015 et 2025, il est à noter une diminution des émissions de GES de l'ordre de 1171 tonnes de GES soit moins 6,5%. Cette diminution n'est pas importante parce que pour gagner en efficacité, en termes d'émissions, tout projet d'atténuation nécessite d'être déroulé quelques années pour atteindre un bon niveau de performance.

Tableau 35 : potentiel d'atténuation des GES entre 2015 et 2023

Année	Baseline	PAM
2015	779	779
2016	864	864
2017	1 106	1 106
2018	1 321	1 321
2019	1 515	1 515
2020	1 690	1 690
2021	1 849	1 736
2022	1 996	1 812
2023	2 130	1 888
2024	2 256	1 962
2025	2 373	2 035
	17879	16708
-1171 soit -6,5%		

A partir de 2025, la requalification de la décharge ainsi que la continuité du projet seront deux variantes qui vont fortement impacter le potentiel d'atténuation. En effet, entre 2025 et 2050, on pourrait avoir une baisse des émissions de l'ordre de 5410 tonnes soit moins 13,38% par rapport au scénario de référence.

Tableau 36 : potentiel d'atténuation des GES entre 2025 et 2050

2025	2 373	2 035
2026	2 483	2 107
2027	2 290	1 953
2028	2 126	1 822
2029	1 987	1 711
2030	1 869	1 615
2031	1 769	1 533
2032	1 683	1 463
2033	1 610	1 402
2034	1 547	1 350
2035	1 493	1 305
2036	1 447	1 265
2037	1 407	1 231
2038	1 373	1 201
2039	1 343	1 174
2040	1 317	1 151
2041	1 295	1 131

2042	1 275	1 113
2043	1 258	1 097
2044	1 243	1 083
2045	1 230	1 070
2046	1 219	1 059
2047	1 209	1 049
2048	1 201	1 040
2049	1 194	1 033
2050	1 188	1 026
total	40429	35019
-	5410 soit - 13,38%	

Il est cependant à noter que le potentiel de valorisation ne prend pas en compte les sites de fortes productions ainsi que les déchets verts et la biomasse estimé à 111m3 par semaine dans le calcul de réduction des émissions issus du traitement par compostage. Ce qui représente un potentiel non négligeable en termes de réduction des émissions de GES.

V.1.3.2. Avantages de la technique de valorisation adoptée.

Concrètement, le développement durable est une façon d'organiser la société de manière à lui permettre d'exister sur le long terme. Cela implique de prendre en compte à la fois les impératifs présents mais aussi ceux du futur, comme la préservation de l'environnement et des ressources naturelles ou l'équité sociale et économique.

Des lors, il paraît nécessaire de développer des initiatives allant dans le sens d'une prise en compte des composantes environnementales. Parmi ces dernières, figure la mise en place des stratégies de gestion écologiquement rationnelle des déchets solides. Le projet s'inscrit dans cette dynamique avec une des techniques de valorisation des déchets solides qu'il a avancé à savoir le compostage.

En effet, cette technique comporte des avantages considérables sur le triptyque du développement durable à savoir l'environnement, le social et l'économie car permettant d'assurer une gestion locale et durable des déchets solides, principe fondamental du développement durable.

□ **Avantages sur le plan environnemental**

Le développement de la technique de compostage permet au prime abord de réduire les quantités de déchets solides qui pouvaient se retrouver au niveau des décharges ou des rues entraînant une pollution olfactive et visuelle considérable.

En outre, notons que sur le plan climatique, les déchets solides contribuent de façon non négligeable aux émissions de gaz à effet de serre. Cette méthode pourrait à cet effet, diminuer cette contribution qui ne cesse d'augmenter au fil des années car proportionnellement, une diminution quantitative des déchets déchargés et mis à l'air libre réduirait les quantités de GES émises.

Sur le plan pédologique, le compost améliore la structure du sol en offrant de meilleures conditions d'aération, d'humidité ou de drainage. Il allège les sols lourds (argileux) et donne du corps aux sols légers (sablonneux). Le compost favorise l'activité et la multiplication des microorganismes alors que l'engrais nourrit uniquement la plante. Ainsi, les végétaux s'enracinent mieux, ils sont plus vigoureux et donc moins surjetent aux maladies. Assimilable à 100% par les végétaux, il permet une très bonne disponibilité des éléments nutritifs, ce qui permet une diminution de l'utilisation d'engrais minéraux.

Sur le plan hydrogéologique, cette technique présente des avantages car en réduisant le volume des déchets solides compostables, on diminue en même temps la production de lixiviats pouvant contaminer les nappes phréatiques qui sont, notons-le, affleurantes dans la zone du projet. De surcroît, une partie des déchets mis en décharge peut se retrouver,

par déflation éolienne ou par ruissellement dans les eaux de surface souvent utilisées par les populations pour la satisfaction de leurs besoins.

Donc, retenons que du point de vue environnemental, la valorisation des déchets solides par le compostage présente des avantages considérables sur toutes ses composantes.

□ **Avantages sur le plan social**

Lorsque les quantités de déchets organiques sont réduites au niveau des décharges, la pollution que ces derniers engendraient diminuent parallèlement. Des lors, un meilleur cadre de vie se dessine aux alentours et la santé des populations riveraines gagne en qualité.

En outre, la valorisation des déchets est un secteur qui nécessite une main d'œuvre plus ou moins importante et donc pourvoyeur d'emplois. Cette création d'emplois, source de revenus peut permettre de diminuer l'afflux des jeunes vers la capitale ou vers l'extérieur. Les moyens de subsistances vont alors se diversifier et permettre une réduction de la pauvreté dans certaines situations.

Pour l'impact social, une analyse complémentaire sera réalisée afin de caractériser les emplois directs et indirects sur toute la chaîne de valeur. Dès la première année, 12 emplois permanents seront créés au sein de l'unité à travers la collecte des déchets, la production, mais également la commercialisation.

Taches / Responsables	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5
Chef d'unité	1	1	1	1	1
Réception des déchets / Tri et mise en tas	4	4	5	6	7
Collecteurs / Aide au tri	4	4	4	5	6
Gardien / Aide à la production/ Entretien	1	1	1	1	1
Agent Commercial	1	1	2	2	2
Chauffeur Camion Benne Satellite	1	1	1	1	1
Total Personnel	12	12	14	16	18

Du côté des emplois indirects, au fil des années des métiers nouveaux pourront se créer notamment dans l'entretien et l'utilisation d'équipements entrant dans la chaîne de production.

La collecte sélective de la matière première et la distribution peuvent créer des emplois indirects. En effet à travers des projets de conditionnement réglementaire et ainsi que vente du compost, une certaine dynamique de start up peut se créer impulsant ainsi une création de richesses pour les jeunes ainsi que les femmes. La distribution est pourvoyeuse d'emplois avec une organisation spécifique qui sera mise en place à travers le développement de franchise avec les organisations paysannes. Pour un impact conséquent il est nécessaire de mettre en place des dispositifs d'accompagnement afin de susciter un intérêt manifeste pour un produit qui n'est pas encore assez présent dans les habitudes de consommation.

□ Avantages sur le plan économique

Du point de vue économique, la technique du compostage constitue une source d'ajout et/ou d'augmentation de profit. En effet, la vente des sous-produits tels que le compost offre une valeur économique ajoutée. Les moyens qui étaient alloués à l'achat d'engrais chimiques par exemple pourront être destinés à d'autres utilités nécessaires au bien-être des populations.

Cette technique permettra le développement d'une économie circulaire par la valorisation des déchets locaux provenant des marchés, PRN, gares routières, abattoirs, université et hôtels.

De surcroît, pour les zones les plus éloignées de la décharge, les coûts de transport des déchets organiques seront réduits et cela peut permettre d'octroyer des devises à d'autres secteurs porteurs de développement durable.

Retenons donc que sur les 3 piliers du développement durable, cette technique de valorisation des déchets solides dans la zone du projet peut contribuer non seulement à préserver l'environnement physique immédiat mais aussi à améliorer les conditions sociales et économiques des populations riveraines.

Tableau 37 : récapitulatif des avantages environnementaux, sociaux et économiques du compostage.

Avantages du compostage		
Environnementaux	Économiques	Sociaux
Réduction des quantités mises en décharge et donc de la pollution	Fabrication de compost : réduction des dépenses destinées à l'achat d'engrais chimique.	Créations d'emplois
Réduction de la contribution des déchets solides aux émissions de GES.	Fertilisation des terres agricoles au niveau de la zone du projet et donc des rendements puis des devises.	Source de revenus
Amélioration de la structure du sol par le compost en agissant sur ses propriétés physiques, chimiques et biologiques.	Diminution de la pression économique dans un espace caractérisé par une pauvreté grandissante.	Fixation de la population tentée par le déplacement vers Dakar ou vers l'extérieur
Le compost possède un pouvoir suppressif sur certaines maladies des plantes causées par des champignons, des nématodes ou bactéries lorsqu'il est bien réussi.	Source de rentrée de devises par la création de marchés des sous-produits du compostage	Diversification des moyens de subsistances
Diminution de la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines	A grande échelle, facteur de croissance économique dans la zone du projet.	A grande échelle, réduction de la pauvreté dans la zone du projet

REFERENCES

Bibliographie

1. Alain Damien : Guide du traitement des déchets. DUNOD, 4^{ième} et 6^{ième} édition.
2. UCG : Rapport national campagne de caractérisation 2015
3. ENSIL – BINOT Isabelle : Etude de Faisabilité pour la mise en place d'une unité de compostage à Wallis. Université de Limoge, 2013/2014.
4. Florence Charnay : Compostage des déchets urbains dans le PED : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de Compost. Université de Limoge 2005.
5. ISRA : Guide des bonnes pratiques sur le compostage des déchets organiques, Vol 27, N°3 Série Fiches Techniques ISRA – ISSN 0850 -9980, 2017.
6. FAO : Méthode de Compostage au niveau de l'exploitation agricole, ISSN 1729 - 0554, 2005.
7. ONU Environnement : Elaboration de la stratégie nationale de valorisation des déchets organiques au Sénégal – Filière Compost, (PAM/CDN-DS), Aout 2019.
8. ISRA : efficacité agronomique du compost à base de la biomasse du « neem » et de l'anacarde sur des cultures maraichères dans la zone des Niayes au Sénégal. Agronomie Africaine 29 (3) : 269 - 278 (2017)
9. UCG : Plan stratégique opérationnel de gestion des déchets solides de Thiès 2018.
10. NEXIA: Etude de faisabilité d'une filière économique basée sur l'agriculture biologique, Rapport définitif phase 1 et 2, 2013
11. CEFREPADE : Compostage des déchets ménagers dans les pays en développement : Modalités de mise en place et de suivi d'installations décentralisées pérennes, Aout 2012
12. Agriculture et développement GANRY- BADIANE : La valorisation agricole des fumiers et des composts en Afrique soudano-sahélienne Diagnostic et perspectives, n°18, Juin 1998
13. Emilienne Laure Ngahane, Julien Garnier, Hélène Bromblet : Charles Vanié 2 Axes stratégiques pour la pérennisation d'unités de compostage en Afrique : cas de Bouaké en Côte-d'Ivoire, Déchets Sciences et Techniques - N°76 - Avril 2018
14. Plateforme Re-resources : LES TECHNIQUES DE COMPOSTAGE DE DÉCHETS D'ORIGINE NATURELLE EN AFRIQUE ET DANS LES CARAÏBES, 2015
15. Isabella Pecorini : Evaluation of MSW Compost and Digestate Mixtures for a Circular Economy Application, 10 Avril 2020

WEBOGRAPHIE

- <http://www.futura-sciences.com> (décembre 2020).
- <http://www.dictionnaire-environnement.com> (décembre 2020).
- <https://www.google.sn> (décembre 2020 à janvier 2021).
- <http://www.ansd.sn/> (décembre 2020)
- <http://www.kompostanlagen.de> (janvier 2021)
- <https://www.cairn.info/revue-terrains-et-travaux-2012-1-page-173.htm> (janvier 2021)

ANNEXES

ANNEXES

Evaluation Economique (sans prêt)

L'évaluation de la rentabilité financière s'est faite à partir d'une simulation d'élaboration d'un plan financier. Cette simulation se base sur les dossiers techniques, financiers et commerciaux pour déterminer les critères essentiels d'analyse des projets d'investissement que sont la Valeur Actuelle Nette (VAN) et le Taux de Rentabilité Interne (TRI). Ils mesurent la création de valeur du projet ; il n'est intéressant d'investir dans un projet que s'ils sont positifs.

Cette étude de la rentabilité se fera sur une durée de vie de 5 ans du projet.

V.1.3.3. Plan de Financement / Investissement

L'évaluation de l'investissement initial permet d'identifier tous les investissements durables à réaliser au démarrage, ainsi que toutes les ressources mobilisables. Il définit donc le besoin en capital au lancement du projet. Les tableaux ci-dessous nous renseignent sur les différents coûts d'acquisition et de construction :

Tableau 25 : Cout de Construction de l'unité

Cout de construction de l'unité			
Infrastructures / Unités	Surface (m ²)	Cout Unitaire (Fcfa/m ²)	Cout Total (Fcfa)
Aire de déchargement et de tri	720	15000	10 800 000
Aire de Stockage de rebuts de tri	450	15000	6 750 000
Aire de broyage des déchets verts et / ou matières azotées	96	15000	1 440 000
Plateforme de Compostage	600	15000	9 000 000
Aire de broyage et Tamisage du Compost	96	15000	1 440 000
Aire de stockage et mise en sac	96	15000	1 440 000
Aire de bureaux, vestiaires et loge gardien.	109	50000	5 450 000
Total cout de construction de l'unité			36 320 000

Le détail des coûts du matériel technique, informatique, bureautique et roulant à acquérir pour la mise en place et le fonctionnement de l'unité de compostage est présenté dans le tableau ci-après :

Tableau 26 : Cout d'acquisition des équipements et matériels de l'unité

Cout d'acquisition des matériels et Equipements de l'unité de fabrication de pavés			
Désignation	Quantité	Cout Unitaire (Fcfa/m ²)	Cout Total (Fcfa)
Equipements			
Broyeurs à végétaux	1	1 000 000	1 000 000
Broyeurs à cornes	1	1 000 000	1 000 000
Broyeur à compost	1	1 000 000	1 000 000
Tamis Manuel sur pied mailles de 2cm	2	100 000	200 000
Poubelles	3000	3 000	9 000 000
Bacs de 660 litres	30	275 000	8 250 000
Sachets poubelles	10000	50	500 000
Combinaison de travail	20	15 000	300 000
Masques à charbon	20	5 000	100 000
Gants	100	500	50 000
Cache-nez	100	100	10 000
Chaussures de sécurité	20	10 000	200 000
Bottes	20	5 000	100 000
Brouettes	5	16 000	80 000
Pelles	5	2 500	12 500
Râteaux / fourches	5	1 500	7 500
Machettes	5	1 000	5 000
Sacs de 50Kg Brandés	60000	175	10 500 000
Total Acquisition Equipements			32 315 000
Matériel Roulant			
Motocyclette de liaison	2	400 000	800 000
Tricycles	4	1 500 000	6 000 000
Camion Benne Satellite	1	15 000 000	15 000 000
Tractopelle pour le retournement	1	15 000 000	15 000 000
Total Acquisition Matériel Roulant			36 800 000
Matériel Informatique			
Ordinateur	1	300 000	300 000
Imprimante de bureau	1	250 000	250 000
Vidéo projecteur	1	300 000	300 000
Total Acquisition Matériel Informatique			850 000
Matériel de Bureau			
Bureau avec Fauteuil	2	100 000	200 000
Chaise Visiteur	4	10 000	40 000
Meuble de rangement	1	150 000	150 000
Total Acquisition Matériel de bureau			390 000
TOTAL ACQUISITION EQUIPEMENTS ET MATERIELS			70 355 000

Tableau 27 : Plan de Financement / Investissement

COUT D'INVESTISSEMENTS							
Désignation	Montant	% apport projet	Montant Apport Projet	% Emprunt	Montant Emprunt	% Subvention	Montant Subvention
BATIMENTS ET AMENAGEMENTS	36 320 000	100	36 320 000	0	0	0	0
EQUIPEMENTS	32 315 000	100	32 315 000	0	0	0	0
MATERIELS ROULANTS	36 800 000	100	36 800 000	0	0	0	0
MATERIELS INFORMATIQUE	850 000	100	850 000	0	0	0	0
MOBILIER DE BUREAU	490 000	100	490 000	0	0	0	0
Fonds de roulement	5 000 000	100	5 000 000	0	0	0	0
TOTAL INVESTISSEMENTS	111 775 000	100	111 775 000	-	-	-	-

V.1.3.4. Ressources Humaines et Charges du personnel

Le tableau ci-dessus présente l'évolution des ressources humaines de l'unité au cours des 5 ans. On considère qu'avec les améliorations dans le centre au fil des années, la production du centre pourrait augmenter ; d'où l'évolution du nombre de personnes assignées à certaines tâches.

Tableau 28 : Evolution du personnel au cours des années

Taches / Responsables	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5
Chef d'unité	1	1	1	1	1
Réception des déchets / Tri et mise en tas	4	4	5	6	7
Collecteurs / Aide au tri	4	4	4	5	6
Gardien / Aide à la production	1	1	1	1	1
Agent Commercial	1	1	2	2	2
Chauffeur Camion Benne Satellite	1	1	1	1	1
Total Personnel	12	12	14	16	18

Tableau 29 : Evolution du Salaire du personnel au cours des années

Personnel	Salaire brut mensuel (Fcfa)	Salaire brut An1	Salaire brut An2	Salaire brut An3	Salaire brut An4	Salaire brut An5
Chef d'unité	275 000	3 300 000	3 300 000	3 300 000	3 300 000	3 300 000
Réception des déchets / Tri et mise en tas	82500	3 960 000	3 960 000	4 950 000	5 940 000	6 930 000
Collecteurs / Aide au tri	82500	3 960 000	3 960 000	3 960 000	4 950 000	5 940 000
Gardien / Aide à la production	82500	990 000	990 000	990 000	990 000	990 000
Agent Commercial	220000	2 640 000	2 640 000	5 280 000	5 280 000	5 280 000
Chauffeur Camion Benne Satellite	165000	1 980 000	1 980 000	1 980 000	1 980 000	1 980 000
Total Charges Personnel		16 830 000	16 830 000	20 460 000	22 440 000	24 420 000

V.1.3.5. Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation représentent l'ensemble des charges qui incomberont à l'unité au cours de son fonctionnement. Ces charges sont définies par année avec une évolution ; cette évolution est considérée à un taux de 8% ; soit un coefficient de 1,08 affecté aux charges chaque année.

Tableau 30 : Charges d'exploitation

Charges d'exploitation					
Charges d'exploitation	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Achat de Matières premières	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
Achats stockés de fournitures et consommables de bureau	200 000	216 000	233 280	251 942	272 098
Achat de fournitures non stockables (eau, électricité, carburant)	11 160 618	12 053 467	13 017 745	14 059 164	15 183 898
Eau	344 336	371 883	401 633	433 764	468 465
Electricité	918 970	992 488	1 071 887	1 157 638	1 250 249
Carburant	9 897 312	10 689 097	11 544 225	12 467 763	13 465 184

Charges de personnel (salaires etc.)	16 830 000	16 830 000	20 460 000	22 440 000	24 420 000
Services extérieurs (publicité, télécommunication, frais bancaires, honoraires conseils, frais de formation, redevance pour brevets, licences, ...)	1 000 000	1 080 000	1 166 400	1 259 712	1 360 489
Communication, sensibilisation	500 000	540 000	583 200	629 856	680 244
Publicité	500 000	540 000	583 200	629 856	680 244
TOTAL CHARGES D'EXPLOITATION	29 190 618	30 179 467	34 877 425	38 010 819	41 236 484

V.1.3.6. Amortissement

L'amortissement est la perte de valeur d'un équipement, d'un bâtiment tout au long de sa durée de vie. Pour les durées de vie, nous avons considéré 10 ans pour le bâtiment, 5 ans pour les équipements et le mobilier de bureau et 3 ans pour le matériel informatique et le matériel roulant.

Tableau 31 : Amortissement de l'investissement

Tableau des Amortissements							
Désignation	Montant	Taux (%)	An 1	An 2	An 3	An 4	Valeur résiduelle (Fcf)
Bâtiments et aménagements	36 320 000	10	3 632 000	3 632 000	3 632 000	3 632 000	21 792 000
Mobilier de Bureau	490 000	20	98 000	98 000	98 000	98 000	98 000
Matériel Informatique	850 000	33,33	283 305	283 305	283 305		-
Matériels et Equipements	32 315 000	20	6 463 000	6 463 000	6 463 000	6 463 000	6 463 000
Matériel Roulant	36 800 000	33,33	12 265 440	12 265 440	12 265 440		-
TOTAL AMORTISSEMENTS	106 775 000		22 741 745	22 741 745	22 741 745	10 193 000	28 353 000

V.1.3.7. Détermination du cout de revient et cout de vente

Le dossier commercial révèle comment seront vendus le compost produit dans le centre chaque année ainsi que le chiffre d'affaire annuel du centre. Pour les estimations, il est considéré une évolution de la production chaque année. Cette évolution est estimée à un taux de 10% chaque année ; soit un coefficient de 1,1 appliqué chaque année.

Le coût de revient encore appelé prix de revient équivaut à l'ensemble des coûts (charges) supportés par une entreprise pour produire un bien ou un service. Il prend en compte plusieurs éléments à savoir le prix d'achat de matières premières, frais accessoires, cout de service approvisionnement, main d'œuvre, machines, cout hors production (publicité...). Pour les calculs, il sera donc considéré les charges d'exploitation de la première année ainsi que les amortissements des équipements à la première année. Le calcul est donc le suivant :

Coût de revient = (Charges d'exploitation Année1 + Amortissement Année1) / (Production annuelle)

Tableau 32 : Cout de Revient de la tonne de compost produit dans l'unité

Charges d'exploitation Année 1	29 190 618
Amortissement Année 1	22 741 745
Production annuelle (tonne)	3043
COUT DE REVIENT PAR TONNE DE COMPOST (Fcfa)	17 068
Cout de revient du sac de 50 Kg de compost (Fcfa)	853

Le cout de revient obtenu est 17 068 Fcfa / Tonne de Compost. Sur le marché Sénégalais, la tonne de Compost est vendue minimum à 30 000 Fcfa. Ainsi, dans la suite de l'analyse financière nous allons supposer vendre le compost produit à 30 000 Fcfa / Tonne d'où le tableau suivant qui renseigne sur le chiffre d'affaires estimatif de l'unité :

Tableau 33 : Chiffre d'affaires de l'unité de compostage

Chiffres d'affaires							
Désignation	Production / semaine (tonne)	Nbre de semaines de production	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5
Capacité de production	71	43	3 043	3 347	3 682	4 050	4 455
Prix de vente unitaire (1500 F le sac de 50Kg)			20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Chiffres d'affaires			60 852 076	66 937 283	73 631 012	80 994 113	89 093 524

V.1.3.8. Compte d'exploitation prévisionnelle

Tableau 34 : Compte d'exploitation prévisionnelle

Rubriques	An1	An 2	An 3	An 4	An 5
Chiffres d'affaires	60 852 076	66 937 283	73 631 012	80 994 113	89 093 524
Achat de Matières premières et fournitures	-	-	-	-	-
Marge Brute / Matières premières	60 852 076	66 937 283	73 631 012	80 994 113	89 093 524
Matières consommées	11 360 618	12 269 467	13 251 025	14 311 107	15 455 995
Services extérieurs	1 000 000	1 080 000	1 166 400	1 259 712	1 360 489
VA brute	48 491 458	53 587 816	59 213 587	65 423 294	72 277 040
Frais de personnel	16 830 000	16 830 000	20 460 000	22 440 000	24 420 000
Excédent brut d'exploitation	31 661 458	36 757 816	38 753 587	42 983 294	47 857 040
Amortissements	22 741 745	22 741 745	22 741 745	10 193 000	28 353 000
Résultat d'exploitation	8 919 713	14 016 071	16 011 842	32 790 294	19 504 040
Impôt sur résultat	1 605 548	2 522 893	2 882 132	5 902 253	3 510 727
Résultat net	7 314 164	11 493 178	13 129 710	26 888 041	15 993 313
Flux d'exploitation (Résultat Net + Amort)	30 055 909	34 234 923	35 871 455	37 081 041	44 346 313
Besoins en Fonds de Roulement (1/12 CA)	5 071 006	5 578 107	6 135 918	6 749 509	7 424 460
Variation BFR (BFRN - BFRN+1)	- 507 101	- 557 811	- 613 592	- 674 951	7 424 460
Investissement	111 775 000				
Flux d'investissement (Inv + Delta BFR)	111 267 899	- 557 811	- 613 592	- 674 951	7 424 460
Cash-Flow (Capacité d'autofinancement) (Flux d'inv + Flux d'exploitation)	141 323 809	33 677 112	35 257 864	36 406 090	51 770 773

Ce tableau nous montre qu'en investissant aujourd'hui 141 millions, on peut espérer avoir des flux de 33 millions en année 1, 35 millions en année 2, 36 millions en année 3 et 51 millions en année 4. Mais ces flux sont-ils suffisants pour venir compenser l'investissement initial ? Le projet sera-t-il rentable ? Pour pouvoir le déterminer, il faut prendre en compte la valeur du temps et l'exigence des investisseurs. Pour cela nous allons actualiser ces flux.

Tableau 35 : Détermination de la VAN et du TRI

Flux de trésorerie disponible (Cash-Flow) actualisé à 10%	141 323 809	30 615 557	32 052 603	33 096 446	47 064 339
VAN = - Flux An0 + somme Flux	1 505 136				

V.1.3.9. Conclusion de l'analyse Financière

Le calcul de la VAN permet de déterminer si un projet sera rentable. Dès lors que la VAN est supérieure à 0, le projet est rentable. Dans notre exemple, une VAN de 1 505 136 que le projet sera rentable sur les 5 ans. Parallèlement, après calcul du TRI sur Excel, Il est arrivé qu'aucun TRI n'a été trouvé, ce cas-là arriverait dans deux cas précis : La VAN est toujours positive quel que soit le taux d'actualisation ou La VAN est toujours négative quel que soit le taux d'actualisation.

Donc, après calcul de la VAN, on peut en déduire que le projet de mise en place de l'unité de compostage à Thiès est rentable et il serait intéressant d'y investir car le projet peut être autonome financièrement.

