

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail a toutes personnes qu'on aime :

Mes parents

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père

Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes professeurs

Qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir

Mes amies

Qui n'ont cessé de m'encourager

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes qu'on voudrait témoigner toute nos reconnaissances.

Tout d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nos avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

On voudrait adresser toute notre gratitude au directeur de ce mémoire, Mdm. Mekakia, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Un grand merci à Dre de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle Mlle "Fatima Zohra Darias", Qui nous a fourni des informations et les conseils, les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires.

On tient à remercier aussi Marché du gros el kerma « E.P.G.M.G.W Oran » et surtout Mdm "Asmaa Besbaci" d'avoir nous intégrer dans le suivi de leur projet « compostage », et aussi laboratoire universitaire "Essénia" d'avoir accepté et nous permet de faire les analyses physico-chimiques du compost au niveau de leur laboratoire.

On voudrait exprimer nos reconnaissances envers les amis et camarades qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre recherche.

Enfin, on tient également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Sommaire

	Numéro de la page
<i>Introduction générale</i>	01
<i>Problématique</i>	03
<i>Hypothèse</i>	03
<i>Motifs pour choisir un sujet</i>	04
<i>Objectif de l'étude</i>	04
<i>Phase d'analyse des données</i>	05
<i>Chapitre I généralités sur les déchets</i>	
<i>Introduction</i>	06
<i>I. Définition du terme « déchet »</i>	07
<i>II. Différents types des déchets</i>	08
<i>II.1. Les déchets biodégradables</i>	08
<i>II.2. Les déchets inertes</i>	09
<i>II.3. Les déchets recyclables</i>	10
<i>II.4. Les déchets ultimes</i>	11
<i>II.5. les déchets dangereux</i>	11
<i>III. L'impact des déchets</i>	13
<i>III.1. Sur l'environnement</i>	13
<i>III.2. Sur la santé</i>	14
<i>III.3. Sur l'économie</i>	14
<i>IV. Les différents types de traitement des déchets</i>	15
<i>IV.1. L'enfouissement des déchets</i>	15
<i>IV.2. L'incinération des déchets</i>	16
<i>IV.3. La Co-incinération</i>	16
<i>IV.4. Le traitement mécano-biologique</i>	17
<i>IV.5. Pyrolyse et gazéification</i>	18
<i>IV.6. Le compostage et la fermentation</i>	19
<i>Conclusion</i>	20
<i>Chapitre II Généralités sur le compostage</i>	
<i>Introduction</i>	21
<i>I. Définitions</i>	22
<i>II. Objectifs et principe du compostage</i>	23

III. Paramètres du compostage	24
III.1. Micro-organismes	24
III.2. Paramètres physico-chimiques	26
III.2.1 Température, T_e (°c)	26
III.2.2 Taux d'humidité, (H%)	27
III.2.3 Apport en oxygène	28
III.2.4 Nature du substrat	29
III.2.5 Acidité, pH (u.pH)	30
III.2.6 Durée	31
III.2.7 Biodégradabilité et granulométrie	32
IV. Les différents procédés et techniques de compostage	33
IV .1. Compostage en tas	33
IV.2 .Compostage en bac	33
IV .3. Compostage en silo auto-construit	34
IV .4. Compostage de surface ou mulching	34
IV.5. Lombri-compostage	35
V. Avantages et inconvénients de compostage	38
V.1.Avantages du compost	38
V.2.Les inconvénients du compost	39
Conclusion	41
Chapitre III présentation du champ de l'étude	
Introduction	42
I. Présentation du champ de l'étude	43
I.1 Situation géographique	43
I.2 Aspect administratif	43
II. Relief	44
III Climat	45
III.1 Pluviométrie	46
III.2 Les températures	47
III.3 L'humidité	47
III.4 Le vent	48
III.5 Rayonnement solaire	49
IV. Présentation d la zone d'étude Marché du gros el kerma « E.P.G.M.G.W Oran »	50
IV .1.la naissance d'Établissement	50
IV .2 . Objectifs de la Fondation	53
IV .3 .Quantité moyen des produits	53
IV .4 .Quantité moyen des déchets	55
Conclusion	56

Chapitre IV la partie expérimentale	
Introduction	57
Matériels et méthodes	57
I. L'air de compostage	57
II. Conditions opératoires	58
III.1.Préparation de la Biomasse	61
IV.Suivie du procédé de compostage	65
<i>IV.1.La température</i>	65
<i>IV.2.La masse volumique ou la densité d'échantillon</i>	68
<i>IV.3.Humidité</i>	69
<i>IV.4.Mesure du pH et de la conductivité</i>	71
<i>IV.5.Teneur en matière organique, % MO</i>	72
<i>IV.6.matiere organique</i>	73
<i>IV.7.Carbone, Azote</i>	75
<i>IV.8.Phosphore</i>	76
<i>IV.9.Analyse des éléments fertilisants : (Ca, Na, Mg, K)</i>	77
Concluions	80
Chapitre V : Résultat et discussion	
Introduction	81
I. Influence des paramètres de suivi sur le procédé de compostage	81
<i>I.1. Evolution de la température</i>	82
<i>I.2. Densité</i>	83
<i>I.3. Evolution de l'humidité durant le compostage</i>	84
<i>I.4. Teneur en matière organique</i>	85
<i>I.5. Evolution de la teneur en CO2</i>	86
<i>I.5. Evolution de la teneur en CO2</i>	86
II. Paramètres de qualité du compost :	87
<i>II.1. Teneur en eau, humidité (%H)</i>	87
<i>II.2. Matière sèche</i>	88
<i>II.3. Caractéristiques chimiques</i>	89
<i>II.4. Maturité du compost</i>	89

<i>II.5. Conductivité</i>	90
<i>Conclusion</i>	91
<i>Conclusion général</i>	92
<i>Résumé</i>	94

Liste des Figures

<i>Numéro de figure</i>	<i>Titre du figure</i>	<i>Numéro de la page</i>
<i>généralités sur les déchets</i>		
<i>01</i>	les déchets biodégradables	<i>09</i>
<i>02</i>	les déchets inertes	<i>10</i>
<i>03</i>	les déchets recyclables	<i>11</i>
<i>04</i>	L'impact des déchets sur l'environnement	<i>13</i>
<i>05</i>	L'enfouissement des déchets	<i>15</i>
<i>06</i>	L'incinération des déchets	<i>16</i>
<i>07</i>	Le traitement mécano-biologique des déchets	<i>17</i>
<i>08</i>	la Pyrolyse et gazéification des déchets	<i>18</i>
<i>09</i>	Le compostage et la fermentation des déchets	<i>19</i>
<i>généralités sur le compost</i>		
<i>10</i>	Résumé du processus lors d'un compostage Schéma proposé par Itävaara <i>et al.</i> (1995)	<i>22</i>
<i>11</i>	compost mur	<i>23</i>
<i>12</i>	Comment nous mesurons la température	<i>27</i>
<i>13</i>	Besoins en oxygène pendant les étapes du compostage	<i>28</i>
<i>14</i>	Variation du pH au cours du compostage (Mustin, 1987).	<i>31</i>
<i>15</i>	compostage en tas	<i>33</i>
<i>16</i>	compostage en bac	<i>33</i>
<i>17</i>	compostage en silo auto-construit	<i>34</i>
<i>18</i>	compostage de surface	<i>34</i>
<i>19</i>	Lombri-compostage	<i>35</i>

<i>présentation du champ de l'étude</i>		
20	Les communes de la wilaya d'Oran	43
21	Relief de la wilaya d'Oran	44
22	Diagramme climatique d'Oran	45
23	Moyenne des précipitations sur 8 ans (mm)	46
24	Température haute et basse d'Oran durant l'année.	47
25	Le pourcentage du temps passé par mois selon le niveau de confort (à Oran).	48
26	La vitesse moyenne du vent durant l'année à Oran.	48
27	Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen à Oran.	49
28	: La zone d'étude Marché du gros el kerma	52
29	la balance automatique	54
30	l'entrée du marché	54
31	les déchets verts du marché	55
32	les déchets vert et organique du marché	55
<i>partie expérimentale</i>		
33	l'air de compostage	58
34	Espace pour compostag	58
35	l'andain (déchets verts et organique)	60
36	compostage en tas	61
37	la machine du broyage « le broyeur »	62
38	compst-container	63
39	Forme schématisé de l'andain utilisé lors de l'expérience	64
40+41	la forme triangulaire du l'aindain	64
42	L'accumulation de tas	67
43	Mesure la température(Thermocompost)	67
44	Le bisher de laboratoire	69
45	la balance électronique	69

46	la boîte de Pétrie	70
47	le four « Étuve »	70
48	la tasse	75
49	le four	75
50	Evolution de la température durant le compostage d'andain dans le moi de Mars dans les 3 zones(C1).	82
51	Evolution de la température durant le compostage d'andain dans le moi d'Avril dans les 3 zones (C2).	82
52	: Evolution de la température durant le compostage d'andain dans le moi Mai dans les 3 zones (C3).	83
53	Evolution de la densité durant le compostage des 4 échantillons (C1 ,C2 ,C3 ,C4)	84
54	Evolution de l'humidité durant le compostage des 4 échantillons (C1, C2, C3, C4)	85
55	Evolution de la teneur en CO2 durant le compostage Etude d'humidité du produit ultime (compost)	86
56	masse de la matière organique dans les échantillon	86
	Etude d'humidité du produit ultime (compost)	87

Liste des Tableaux:

<i>Numéro De table</i>	<i>Titre du tableau</i>	<i>Numéro de la page</i>
<i>généralités sur le compost</i>		
01	Micro-organismes contribuant au compostage (Mustin, 1987	24
02	Quantité d'organismes vivants intervenant à un moment ou à un autre pendant le compostage (Zeglels et Masscho, 1999).	25
03	Rapport C/N de quelques résidus organiques	30
04	Pourcentage de réduction des composants au cours de la fermentation	32

	(durée de fermentation: 30 jours).	
05	Les avantages et les inconvénients de ces différents procédés de compostage des déchets organiques	36
<i>présentation du champ de l'étude</i>		
06	Produit locaux	54
07	Produit d'importation	54
08	Totale générale	54
<i>partie expérimentale</i>		
09	La température, et la pression dans l'extérieure de la ville d'El Karma	59
10	vitesse du vent, et l'humidité relative dans l'extérieure de la ville d'El Karma	59
11	Composition des substrats	60
12	La température du l'andain dans le mois de Mars (début du compost)	66
13	La température et le CO2 du l'andain dans le mois d'Avril	66
14	La température du l'andain dans le mois de Mai	67
15	La masse volumique des 4 échantillons	68
16	L'humidité des quatre échantillons	70
17	Le dioxyde du carbone du l'andain dans le mois de Mai	73
18	Le calcul <i>matere organique</i> pour les quatre échantillons	74
<i>Résultat et discussion</i>		
19	Tableau récapitulatif des différentes conditions de compostage étudié	81
20	Composition du compost en éléments fertilisants	88
21	Caractéristiques chimiques du compost	89

Introduction générale

La gestion des déchets constitue un indicateur important de l'efficacité des politiques de gestion urbaine visant au bon fonctionnement de la ville dans toutes ces composantes. Sa prise en charge efficace est l'un des critères d'amélioration de la vie quotidienne des habitants.

Selon plusieurs auteurs, la production sans cesse croissante des déchets de toute nature dans nos agglomérations rend aujourd'hui nécessaire le recours à des techniques de plus en plus sophistiquées pour leur collecte, traitement, recyclage et leur élimination.

L'Algérie a opté pour la solution de l'enfouissement technique des déchets tels que: Centre d'Enfouissement Technique (CET) d'Arzew, d'Al Ançor et de Hassi Bounif, ayant permis la fermeture de la décharge d'El Kerma; Oran, occupant une superficie de 300 hectares (MATE, 2005) où tous les types de déchets sont rejetés à l'état brut et mélangé (ménagers et assimilés, industriels, hospitaliers et agricoles). (BOUHADIBA, thèse 2014).

En plus, la quantité des déchets ménagers et assimilés produite en Algérie est estimée à 13 millions de T/an en 2017, les déchets ménagers par habitant en Algérie ont atteint 310 kg par an.

En outre, avec l'émergence de nouveaux procédés de récupération et de recyclage des déchets, des perspectives économiques avérées génératrices de richesse et d'emplois peuvent être associées à leurs mises en œuvre. Ainsi, la gestion des déchets se trouve au centre de nombreux enjeux tant économiques, environnementaux, sociaux que politiques (SACI, 2016).

Grace aux progrès des sciences agronomiques et de l'environnement, le compostage est au cœur du recyclage et de la valorisation des déchets organiques et la lutte contre le réchauffement climatique. Les statistiques du conseil national économique et social (CNES, 2005) font état d'une régression drastique à la Surface Agricole Utile (SAU) / habitant.

Ce ratio fait de l'Algérie le pays le moins doté en sols agricoles de tout le sud de la méditerranée.

Cette dégradation anthropique, associée au changement climatique, provoque des effets désastreux sur l'environnement. L'urbanisation chaotique qui s'est faite au détriment des terres agricoles, a engendré selon les statistiques officielles une perte de plus de 160 000 hectares de terre agricole depuis 1962.

Cette étude de recherche est l'une des solutions parmi d'autres pouvant traiter l'aspect environnemental et hygiénique, qu'on présente comme suit:

- Composter la partie fermentescible pour minimiser le stockage des déchets dans le marché.
- Éviter l'émission de biogaz;
- Réduire le volume de lixiviat produit;
- Apporter des amendements organiques pour la fertilisation des sols par une valorisation des déchets organiques.

L'intérêt de cette étude, intitulée "thème de mémoire", est d'apporter une alternative à l'élimination de ces déchets. Cette étude s'inscrit dans un contexte de vérification de la faisabilité du compostage au niveau de l'Algérie.

Ce rapport de thèse comprend quatre chapitres:

- Le premier chapitre : Est consacré à l'étude bibliographique, une généralité sur la valorisation des déchets se résume en les différents types des déchets et leurs impacts et les différents types de traitement des déchets .

- Le deuxième chapitre:

Est aussi consacré à l'étude bibliographique, une généralité sur le compostage se résume en, l'objectifs et les paramètres du compostage, les différents procédés et techniques de compostage et enfin les avantages et inconvénients de compostage

- Le troisième chapitre:

Une description de la zone d'étude "marché du gros d'El Karma".

- Quatrième chapitre :

Présente l'ensemble des matériels utilisés, l'air de compostage des déchets ainsi que les méthodes d'analyses et protocoles expérimentaux, En outre les résultats obtenus de cette étude.

- Enfin, une conclusion qui synthétise l'ensemble des résultats obtenus au cours de cette étude de recherche et on termine par des recommandations illustrées lors de la présentation.

Problématique

Le problème des déchets est devenu l'un des domaines sensibles étudiés récemment, ce qui fait de la gestion des déchets l'une des exigences les plus importantes dans le domaine de la protection de l'environnement et du développement durable.

En ce qui concerne notre sélection de ce sujet, nous nous sommes référés à l'étude des déchets produits par le marché de gros des fruits et légumes dans l'Etat d'Oran, afin de révéler la méthode d'évaluation et donc la question est:

- Quels types de déchets peuvent être évalués?
- Quel est le processus d'évaluation?
- Comment est le processus de valorisation des déchets dans le site d'expérimentation et quels équipements sont utilisés?
- Comment se déroule le processus d'analyse en laboratoire et quels sont les résultats du compost?

Hypothèse

communication/sensibilisation entre les autorités locales et la communauté urbaine.

V. Structure du mémoire Ce mémoire est réparti comme suit :

- Un chapitre (I) : présente la gestion des déchets en générale.
 - Un chapitre (II) : présente le compostage en générale.
 - Un chapitre (III) : présentation de la zone d'étude.
 - Un chapitre (IV) : le matériel et les méthodes de cette étude (compostage).
 - Un chapitre (V):Résultat et discussion.
 - Et une conclusion générale.
-

Motifs pour choisir un sujet

Relier la problématique du gaspillage à la spécialisation de la gestion de la ville et du développement durable, et aussi décider de la choisir pour en connaître tous les aspects et enrichir nos connaissances.

Mettre en évidence la réalité de la gestion des déchets et les vestiges du marché de gros Karma, comme la première note traitant de la valorisation des déchets organiques au niveau d'Ahmed ben Mohammed et Oran 2.

Le problème des déchets dans la zone d'étude est exacerbé et négligé.

Objectif de l'étude

Notre choix de ce sujet fait référence à plusieurs objectifs qui peuvent être résumés comme suit:

1. Connaissance du traitement des déchets et des méthodes de réduction des risques, première cause de dégradation de l'environnement urbain.

Savoir valoriser et exploiter ces déchets en les transformant d'un risque périlleux en une richesse durable exploitable d'une génération à l'autre

Les étapes de la recherche

Dans ce contexte, nous avons adopté la séquence des étapes suivantes:

1. Stade de recherche théorique

C'est la première étape dans laquelle nous nous appuyons principalement sur les réalisations antérieures (livres, notes de graduation, gazette officielle ...) sur les déchets en général et les déchets verts et organique et le processus du compostage en fin d'identifier les points centraux du sujet des concepts de types de déchets et leurs effets sur l'océan et l'environnement et le processus de compostage et méthodes de traitement et parmi ces méthodes « **le compostage** », dont nous avons discuté en général avant spécialisation dans notre étude et types, nous donner dans la dernière vision claire pour l'étude du sujet.

2. Phase de recherche sur le terrain

C'était l'une des étapes les plus longues et les plus difficiles dans lesquelles nous nous sommes appuyés principalement sur la collecte de données et de données statistiques sur le domaine d'étude en contactant les différents intérêts et institutions de la municipalité de Karma.

- La commune d'El Karma.
- Administration du marché des légumes et des fruits en gros El Karma.
- Le Service de Récupération Technique de Hessi Bonif.

En plus de le stage que nous avons faite pendant environ deux mois sur le marché des légumes et des fruits en gros sur le processus de compostage, ce qui est considéré comme le premier Expérience sur ce marché.

3. Phase d'analyse des données

Est la dernière étape de l'étude dans laquelle nous avons analysé les échantillons des andains dans laboratoire et représentés sous forme de tableaux et de graphiques, afin de comprendre le processus de compostage et comment cela se fait et son impact sur le sol et les propriétés qui profitent au sol.

Difficultés de recherche:

Sur le chemin de la recherche sur le terrain, nous avons rencontré plusieurs difficultés, notamment:

Manque d'équipement et de moyens utilisés dans le processus de compostage, est :

Compris la norme co2,

la défaillance de la machine de compostage pour des raisons, ce qui a conduit l'institution de marché à suivre la méthode traditionnelle qui prend beaucoup de temps.

Nous avons trouvé des difficultés à obtenir suffisamment d'informations sur le sujet de l'étude, étant donné qu'il n'y avait pas d'études antérieures liées à ce sujet.



Chapitre 1

Généralités sur les déchets

Introduction :

La croissance démographique, le développement des activités socio-économiques et les mutations du mode de vie et de consommation, favorisent grandement la production des déchets en milieu urbain donc les activités humaines génèrent des déchets solides, liquides et gazeux qui perturbent les milieux naturels, eaux, atmosphère et sols. Ces déchets prennent une grande importance au cours de ces dernières années .Cet état de fait a provoqué la saturation des décharges existantes et a engendré des problèmes d'hygiène et de salubrité publique (odeurs nauséabondes, problèmes respiratoires, allergie....).ajouter à cela le potentiel risque que présente les lixiviats les nappes phréatiques ainsi que les émissions des gaz à effet de serre. L'introduction d'une démarche de gestion des déchets demeure une obligation pour des raisons environnementales ainsi qu'économiques.

I. Définition du terme « déchet » :⁽⁰¹⁾

L'article 3 de la loi du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit un déchet comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. Et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer et au sens de la présente loi, on entend par :

• **Déchets ménagers et assimilés** : tous déchets issus de ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

• **Déchets encombrants** : tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

• **Déchets spéciaux** : tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

• **Déchets spéciaux dangereux** : tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

• **Déchets d'activité de soins** : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

• **Déchets inertes** : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et /ou à l'environnement.

(1) *Traitabilité des déchets organiques du marché de gros*
d'El kerna par compostage la page (6)

II. Différents types des déchets :⁽²⁾

Les déchets peuvent être classés selon leur origine (agricoles, municipaux, industriels, des activités de soins) ou selon la typologie comme ci-dessous (composables ou biodégradables, inertes, recyclables, ultimes ou dangereux).

II.1. Les déchets biodégradables :

Ils sont Composés de résidus alimentaires (épluchures de légumes, coquilles d'œufs), de branchages, de feuilles, de papiers, de cartons, les bio- déchets sont des déchets biodégradables produits par les entreprises et les particuliers. Ils sont générés par les collectivités, les grandes et moyennes surfaces, le secteur de la restauration et l'industrie agroalimentaire. Les boues de stations d'épurations sont également considérées comme des bio-déchets. Les bio-déchets sont une source importante de méthane. Leur traitement par méthanisation ou compostage est donc devenu un véritable enjeu pour les producteurs et les distributeurs. (*figure01*)

Parmi les déchets organiques on note :

- **Les déchets verts:**

Ils sont issus principalement des travaux de tailles et tontes des jardins des ménages et de l'entretien des espaces verts des collectivités. Ces déchets représentent le plus fort tonnage en constante augmentation car de plus en plus réglementé et capté par les structures adaptées (déchèteries, plateforme de compostage).

Ainsi, pour les déchets verts le compostage a donc été une issue nécessaire.

- **Les bio-déchets des ménages:**

Cette catégorie comporte les fermentescibles des ordures ménagères (épluchures pelures de fruits, coquilles d'œufs, marc de café, etc....), les papiers et les cartons, les boues et graisses de station d'épuration (STEP): Sous forme liquide, solide ou pâteuse, elles contiennent de la matière organique (azote, phosphore), des éléments minéraux et des métaux lourds. Dans certains cas, les boues sont stockées ou incinérées.



Figure 01 : les déchets biodégradables

- **Le bois :**

Est également un déchet organique qu'il convient de valoriser. Généralement, ce type de déchet est capté directement sur les lieux de production des professionnels.

- **Les bio-déchets industriels:**

Ils sont principalement issus des agro-industries. En France, les bio-déchets, représentent 80% des déchets des industries agro-alimentaires, 60% des déchets des supermarchés et 55% des déchets de la restauration collective.

- **Les déjections animales:**

Issues principalement des exploitations agricoles, ces déchets sont gérés directement sur place par épandage sur les terres si les conditions sont respectées. Aussi, ces déchets sous forme d'effluents sont traités, lorsque le flux est suffisant et économiquement viable, en unités de méthanisation produisant du biogaz. Ceci reste une moyenne dévalorisation de cette matière organique tout en produisant de l'électricité.

II.2. Les déchets inertes :

Les déchets inertes sont des déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et reproduisent aucune autre réaction physique, chimique ou biologique de nature à nuire à l'environnement. Ils ne sont pas biodégradables et ne se détériorent pas au contact d'autres matières. Ils proviennent principalement des filières du bâtiment et des travaux publics.

Dans le secteur du bâtiment, on distingue les déchets issus des activités de construction, de rénovation, de démolition (béton, briques, tuiles, céramiques, carrelage...) ainsi que des activités liées à la réalisation et à l'entretien d'ouvrages publics (routes, ponts, réseaux...).

Dans le secteur des travaux publics, les déchets inertes correspondent principalement à des déchets minéraux issus de la démolition d'ouvrages d'art et de génie civil mais également à des cailloux et de la terre.

On peut aussi ajouter les déchets liés aux activités routières (enrobés goudronnés, bitumineux, aimantés, avec ou sans métaux lourds...) et aux travaux de voirie (déblais de tranchées, de bordure de trottoir de pavé ...). **(Figure 02)**



Figure02 : les déchets inertes

II.3. Les déchets recyclables :

Un déchet recyclable est un matériau que l'on peut techniquement recycler. Pour qu'un déchet soit recyclé, il faut qu'il soit récupéré dans le cadre d'une collecte de tri sélectif. **(figure03)**

Un objet recyclable n'est donc pas forcément recyclé. Il existe plusieurs catégories d'objets recyclables pouvant servir à fabriquer de nouveaux produits :

- **Les déchets ménagers et assimilés :**

Sont surtout produits par les ménages, les commerçants, les artisans, les entreprises, les industries, etc... Il s'agit de produits non dangereux ni polluants tels que : le verre, les métaux, les papiers, les plastiques ou encore les matières organiques... Ces déchets sont récoltés et triés par les particuliers dans des conteneurs spécifiques à chaque type de déchet (conteneurs bleu, jaune, vert et gris).

- **Les DIB (Déchets Industriels Banals) :**

Correspondent quant à eux aux déchets des entreprises du BTP non dangereux. Ils sont aussi appelés "déchets assimilés aux déchets ménagers"

- **Les DBEC (Déchets Banals des Entreprises du Commerce) :**

Sont également Assimilables aux déchets ménagers par leur caractère non toxique. Ils proviennent des filières industrielles, commerciales, artisanales ou de services et dont les producteurs ne sont pas les ménages. Ils comprennent des produits et déchets connexes à la filière bois, des déchets communs aux entreprises (emballages, déchets de bureaux, papiers, cartons, etc...) et de déchets spécifiques à une activité (chutes, déchets de fabrication, etc...)



Figure03 : les déchets recyclables

II.4. Les déchets ultimes :

Un déchet ultime est défini comme n'étant plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques appartenant au processus de valorisation du déchet ou de réduction de son caractère polluant ou dangereux. La notion de déchet ultime n'est pas fonction de ses caractéristiques physico-chimiques mais plutôt du système de collecte et de traitement auquel il appartient.

II.5. les déchets dangereux :

Un déchet dangereux présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

Explosif, comburant, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérigène, infectieux, corrosif, mutagène, on peut citer parmi les déchets dangereux.

- **Les Déchets Toxiques en Quantités Dispersées(DTQD) :**

Les DTQD produits en petites quantités par les ménages ou les commerçants qui sont chargés de les faire éliminer ou valoriser dans les installations classées pour la protection de l'environnement. On distingue deux sortes de DTQD:

- **Solides** : déchets banals souillés, piles, batteries usagées, résidus de peinture.
- **Liquides** : produits de coiffure, lessives et détergents, eau de javel, aérosols, huiles de vidange, liquides de frein, de refroidissement, huiles de coupe, solvants, encres, révélateurs et fixateurs photos. Les piles et batteries usagées peuvent être rapportées auprès de tout vendeur de piles, mais aussi dans certains lieux publics qui disposent parfois de conteneurs spécifiques pour cette collecte. L'intérêt de la valorisation des piles et des accumulateurs réside dans la réutilisation de métaux comme le zinc, le plomb, le nickel, le cadmium.

❖ **Les DIS (Déchets Industriels Spéciaux) :**

Les DIS correspondent aux déchets produits par les entreprises ainsi que les déchets spéciaux produits par les hôpitaux, les laboratoires et les agriculteurs. On peut les classer en trois catégories :

- Les déchets organiques : solvants, hydrocarbures, boues.
- Les déchets minéraux liquides et semi liquides : bains de traitement de surface, acides.
- Les déchets minéraux solides : cendres, mâchefers, laitiers.

❖ **Les Déchets Ménagers Spéciaux (DMS):**

Les DMS sont séparés des déchets ménagers à cause de leur caractère toxique nuisible pour l'homme. Ils peuvent être assimilés aux DTQD car ils comprennent des produits tels que : aérosols, acides, ammoniac, métaux lourds, piles, les médicaments non utilisés (MNU), les produits électroniques et électriques en fin de vie (PEEFV), les produits phytosanitaires.

❖ **Les Déchets d'Activité de Soins à Risque Infectieux (DASRI):**

Les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) et assimilés contiennent des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'en raison de leur nature, de leur quantité ou de leur métabolisme, ils causent une maladie chez l'Homme ou chez d'autres organismes vivants (article R. 1335-1 du Code de la santé publique).

Même en l'absence de risque infectieux, sont également considérés comme DASRI :

- Des matériels et matériaux piquants ou coupants destinés à l'abandon, qu'ils aient été ou non en contact avec un produit biologique,
- Des produits sanguins à usage thérapeutique incomplètement utilisés ou arrivés à péremption.

III. L'impact des déchets ⁽⁰³⁾

III.1. Sur l'environnement :

L'élimination inconsidérée des déchets a pour conséquence la contamination de l'air, de l'eau et du sol. Les stratégies de gestion des déchets, y compris l'incinération et les décharges, peuvent émettre des gaz à effet de serre et des produits chimiques toxiques qui sont relâchés dans l'atmosphère, le sol et les cours d'eau. D'autres types de déchets peuvent prendre des années à se décomposer et viennent s'ajouter à l'accumulation des matières et produits chimiques non naturels dans l'environnement. Les déchets organiques et d'origine animale qui ne sont pas éliminés de façon judicieuse peuvent polluer les cours d'eau résultant dans la contamination de l'eau potable, la prolifération algale et causant des dégâts à la flore et à la vie animale. **(figure 04)**



Figure 04 :L'impact des déchets sur l'environnement



III.2. Sur la santé :

Les conditions écologiques qui se détériorent sont une des causes principales des problèmes de santé et de mauvaise qualité de vie des gens. Les déchets organiques jetés par terre et laissés à pourrir dans les rues sont une sérieuse menace à la santé car ils attirent les rats et autres porteurs de maladies.

Des cours d'eau pollués rendent les communautés vulnérables aux maladies hydriques.

La contamination des sols peut réduire leur viabilité pour les besoins de la production alimentaire.

Les substances toxiques rejetées dans l'atmosphère contribuent à la pollution de l'air et à l'incidence accrue des maladies respiratoires chez les gens, en particulier dans les zones urbaines.

De plus, les objets tels que le verre peuvent présenter un danger à la sécurité tout autant des gens que des animaux.

III.3. Sur l'économie :

De mauvaises conditions écologiques peuvent affecter l'économie de plusieurs façons, y compris une diminution de la production alimentaire, une mauvaise santé humaine et animale et la réduction du potentiel touristique.(6) de produire les denrées alimentaires et de consommation courante nécessaires aux besoins des populations croissantes.

IV. *Les différents types de traitement des déchets* ⁽⁰⁴⁾

IV.1 *L'enfouissement des déchets :*

Stocker les déchets dans une décharge est la méthode la plus traditionnelle pour s'en débarrasser et encore la plus courante dans la plupart des pays. Historiquement, les décharges étaient souvent établies dans des carrières, des mines ou des trous d'excavation désaffectés. **(figure 05)**

Utiliser une décharge qui minimise les impacts sur l'environnement peut être une solution saine et à moindre coût pour stocker les déchets ; néanmoins une méthode plus efficace sera sans aucun doute requise lorsque les espaces libres appropriés diminueront.

Les anciennes carrières ou celles mal gérées peuvent avoir de forts impacts sur l'environnement, comme l'éparpillement des déchets par le vent, l'attraction des vermines et les polluants comme les lixiviats qui peuvent s'infiltrer et polluer les nappes phréatiques et les rivières.

Un autre produit des décharges contenant des déchets nocifs est le biogaz, la plupart du temps composé de méthane et de dioxyde de carbone, qui est produit lors de la fermentation des déchets. Les caractéristiques d'une décharge moderne sont des méthodes de rétention des lixiviats, tels que des couches d'argile ou des bâches plastiques. Les déchets entreposés doivent être compactés et recouverts pour éviter d'attirer les souris et les rats et éviter l'éparpillement. Beaucoup de décharges sont aussi équipées de systèmes d'extraction des gaz installés après le recouvrement pour extraire le gaz produit par la décomposition des déchets.

Ce biogaz est souvent brûlé dans une chaudière pour produire de l'électricité ou de la chaleur. Il est même préférable pour l'environnement de brûler ce gaz que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère, ce qui permet de consommer le méthane, un gaz à effet de serre encore plus nocif que le dioxyde de carbone.

Une partie de ce biogaz peut aussi être utilisé comme carburant.



Figure 05: L'enfouissement des déchets

IV.2 L'incinération des déchets :

Cette technique ancienne de traitement des déchets s'applique :

- Aux ordures ménagères brutes ou mélangées à des déchets non dangereux ou à des boues ;
- Aux déchets dangereux dans des fours spécifiques, en général en présence d'un appoint de combustible ;
- Aux refus de tri du recyclage ou du compostage, l'incinération permet de réduire le volume et la masse de la matière à éliminer. Ces multiples réactions d'oxydation génèrent les deux produits ultimes souhaitables, dioxyde de carbone et vapeur d'eau. Les composés minéraux demeurent à l'état de cendres et de mâchefers à l'exception de leur fraction volatile. **(Figure 06)**



Figure 06 : L'incinération des déchets

IV.3. La Co-incinération :

Ce terme désigne la possibilité de brûler simultanément un combustible avec des déchets organiques dans une installation initialement dimensionnée pour brûler ce combustible sans le moindre déchet à incinérer. Le remplacement partiel de fuel par des déchets d'hydrocarbures, de solvants ou d'huiles dans les fours de cimenterie constitue le premier usage de cette technique. La Co-incinération ajuste progressivement la facturation de ses prestations de destruction des déchets avec la concurrence et sélectionne la qualité des déchets Co-incinérés pour ne pas polluer le produit élaboré.

Une installation de Co-incinération est une installation fixe ou mobile dont l'objectif essentiel est de produire de l'énergie ou des produits matériels et qui utilise des déchets comme combustible habituel

ou d'appoint, ou dans laquelle les déchets sont soumis à un traitement thermique en vue de leur élimination.

Cette installation son « objectif essentiel » doit être la production de l'énergie ou des matériaux, sinon elle est considérée comme une unité d'incinération.

IV.4. Le traitement mécano-biologique :

Le traitement mécano-biologique (TMB) est une technique qui combine un tri mécanique et un traitement biologique de la partie organique des ordures ménagères résiduelles (OMR). (**figure 07**) La partie « mécanique » est une étape de tri des éléments contenus dans les OMR.

Cela permet de retirer certains éléments recyclables du flux de déchets (tels les métaux, les plastiques et le verre) ou de les traiter de manière à produire un combustible à haute valeur calorifique nommé combustible solide de récupération (CSR) ou combustible dérivé des déchets (RDF) qui peut être utilisé dans les fours des cimenteries ou les centrales électriques. La partie « biologique » permet de traiter la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM) par compostage ou méthanisation/compostage. Dans le premier cas, seul du compost est produit. Dans le second, il y a production de biogaz et de compost par compostage du digestat (résidu du processus de méthanisation).

Le compost doit répondre à la norme en vigueur NFU 44-051. À noter que le risque de produire un compost non normé est important dans le cas d'un compostage des ordures ménagères en mélange par TMB. Dans ce cas, le compost doit être enfoui ou incinéré.

Les refus de tri issus du traitement mécanique doivent être également redirigés vers d'autres modes de traitement.

Une installation de traitement mécano-biologique doit donc toujours être couplée à un autre mode de traitement (incinérateur ou centre de stockage).



Figure 07 : Le traitement mécano-biologique des déchets

IV.5. Pyrolyse et gazéification :

La pyrolyse et la gazéification sont deux méthodes liées de traitements thermiques où les matériaux sont chauffés à très haute température et avec peu d'oxygène. Ce processus est typiquement réalisé dans une cuve étanche sous haute pression. (**figure 08**)

Transformant les matériaux en énergie cette méthode est plus efficace que l'incinération directe, plus d'énergie pouvant être récupérée et utilisée.

La pyrolyse des déchets solides transforme les matériaux en produits solides, liquides ou gazeux. L'huile pyrolytique et les gaz peuvent être brûlés pour produire de l'énergie ou être raffinés en d'autres produits. Les résidus solides (charbon) peuvent être transformés plus tard en produits tels les charbons actifs.



Figure 08: la Pyrolyse et gazéification des déchets

La gazéification est utilisée pour transformer directement des matières organiques en un gaz de synthèse appelé syngaz composé de monoxyde de carbone et d'hydrogène. Ce gaz est ensuite brûlé pour produire de l'électricité et de la vapeur. La gazéification est utilisée dans les centrales produisant de l'énergie à partir de la biomasse pour produire de l'énergie renouvelable et de la chaleur.

IV.6. Le compostage et la fermentation :

Les déchets organiques, comme les végétaux, les restes alimentaires ou le papier, sont de plus en plus valorisés en compost et/ou en biogaz. Ces déchets sont déposés dans un bac à compost ou un digesteur pour contrôler le processus biologique de décomposition des matières organiques et neutraliser les agents pathogènes. La pratique du compostage varie du simple tas de compost de végétaux dans le cas du compostage domestique à un processus automatisé dans le cas de plateforme industriel.

C'est un processus biologique aérobie (en présence d'oxygène). Sous l'action des bactéries et organismes du sol, les bio- déchets sont transformés en compost, utilisable en agriculture et pour le jardinage. La méthanisation est quant à elle un processus anaérobie. La dégradation de la matière organique par des bactéries en absence d'oxygène, produit du biogaz qui peut être ensuite utilisé pour produire de l'électricité, de la chaleur, du carburant ou être directement injecté dans le réseau.

(figure09)



Figure 09 : Le compostage et la fermentation des déchets



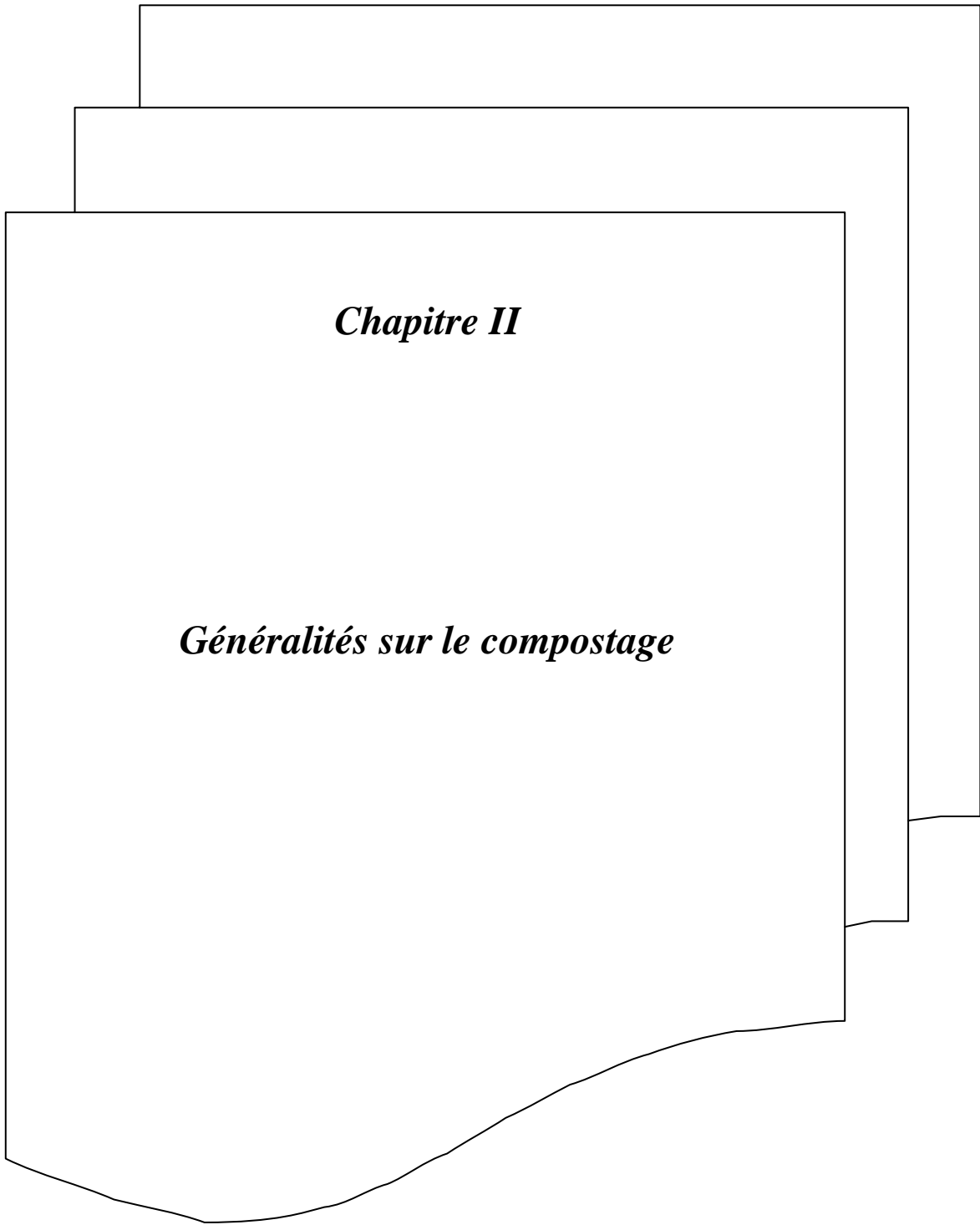
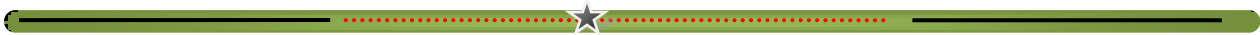
Conclusion :

En conclusion, avec son évolution considérable ces dernières années, le traitement des déchets apporte de nombreux enjeux environnementaux et économiques.

Au niveau environnemental, et donc écologique, la notion à retenir est "trier" afin de réduire le nombre de déchets et donc l'impact sur l'environnement. Il faut cependant réaliser ce tri en respectant une éthique durable, conformément au développement durable. Pour favoriser la réduction des déchets, de nombreuses campagnes publicitaires ont été réalisées afin de sensibiliser la population, notamment par le biais de logo.

Au niveau économique, il est nécessaire de valoriser les déchets à leurs avantages. Il ne faut donc pas les détruire sans valorisation mais les utiliser pour fabriquer et créer en les recyclant. Cette démarche permet alors de multiples bénéfices économiques.

Le traitement des déchets est donc un véritable enjeu économique et écologique.



Introduction :

Le compostage est un processus dans lequel la dégradation biologique des déchets organiques dans différentes conditions contrôlées a lieu. Le processus de compostage implique une véritable armée de micro-organismes qui se met au travail pour la décomposition de la matière organique qui sera revalorisée et remise à la disposition des végétaux. Le compostage a plusieurs avantages, il améliore la manipulation du fumier, produit possible vendable, améliore l'épandage, la destruction des graines de mauvaises herbes et des agents pathogènes par une température élevée dans le tas de compost, le risque minimal de différents problèmes de pollution, conditionneur de sol parfait.

Le compostage consiste à mettre en tas des déchets afin qu'ils se décomposent et se transforment ainsi en une sorte d'humus.

Le présent chapitre a pour objectif essentiel de décrire, en termes simples les avantages du compostage en tant que composante d'un système intégré de gestion des déchets et le principe du compostage. Aussi, ce chapitre s'achèvera par les paramètres et les différents procédés et techniques de compostage.

I. Définitions⁽⁰⁵⁾

Donner une définition simple du compostage n'est pas chose facile, plusieurs interprétations du compostage existent. Le compostage peut être défini comme un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des substrats organiques (sous-produits de la biomasse, déchets organiques d'origine biologique) en produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques (Mustin, 1987). Pour Hoitink (1995), le compostage est une technique artificielle qui démarre et se poursuit sous conditions maîtrisées au lieu d'attendre le résultat d'une décomposition naturelle incontrôlée. La définition la plus précise du processus reste celle de Godden (1986), qui désigne le compostage comme un processus de transformation biologique de matériaux organiques divers. C'est un processus oxydatif qui comprend une phase thermophile. Les produits formés sont principalement du CO₂ et un produit stabilisé, le compost mûr. Les déchets organiques de départ sont colonisés puis transformés par l'activité successive de différentes populations microbiennes. Chacune de ces populations modifie le milieu puis, elles sont remplacées par d'autres colonies microbiennes mieux adaptées aux nouvelles conditions. D'après l'ITAB (2001d), d'autres définitions peuvent être retenues en fonction du type de produit à traiter ou en fonction de l'objectif du compostage recherché. Le compostage est un processus de décomposition et de transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. (**figure 10**)

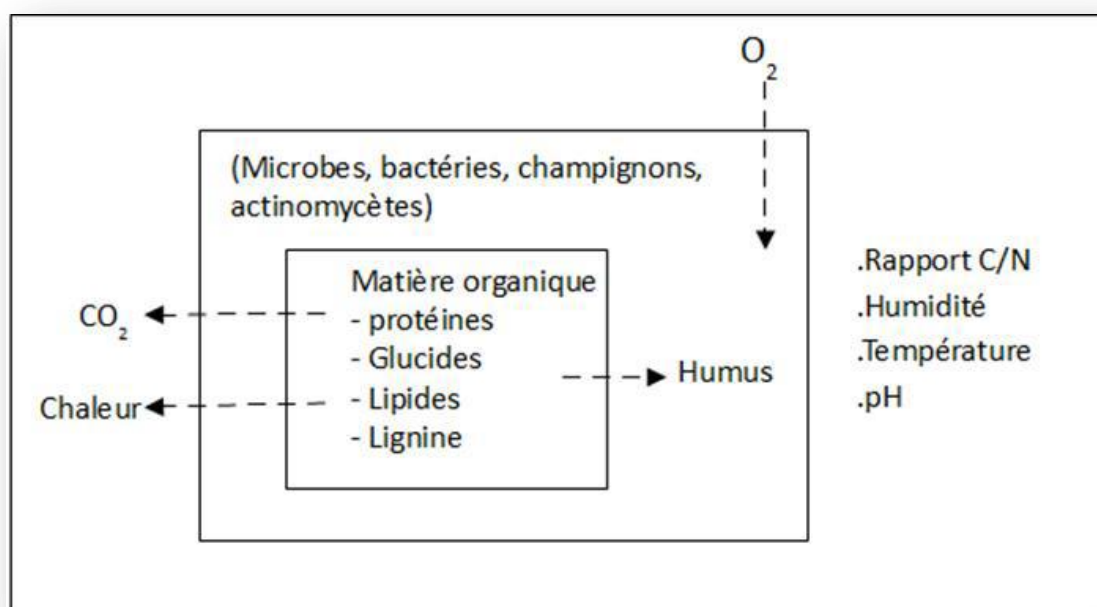


Figure 10: Résumé du processus lors d'un compostage

Schéma proposé par Itävaara *et al.* (1995)

II. Objectifs et principe du compostage ⁽⁰⁶⁾

Le compostage est un traitement biologique des déchets organiques permettant de poursuivre un ou plusieurs des objectifs suivants:

- stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique, dues principalement à la présence de matières organiques biodégradables. On parle de stabilisation biologique ou bio stabilisation de la matière organique, accompagnée d'une hygiénisation;
- réduction du gisement par diminution de la masse des déchets;
- production d'un compost valorisable pour l'amendement organique des sols agricoles. Le compostage désigne « le procédé biologique aérobique contrôlé comportant habituellement une phase de montée en température, qui permet l'hygiénisation et la stabilisation par dégradation de la matière organique, et conduit à l'obtention d'un engrais organique ». Il s'obtient en quatre phases :

- * Broyage, ce dernier doit assurer un bon défibrage et éviter les bourrages ;

- * Mélange des déchets organiques avec les coproduits éventuels ;

- * Ventilation de l'ensemble. Elle permet d'assurer la dégradation des matières volatiles, la stabilisation, l'hygiénisation et le séchage de la matière. Elle constitue étape de fermentation active pendant laquelle le produit atteint des températures voisines de 60-70 °C assurant la destruction de la plupart des micro-organismes pathogènes. Cette phase de démarrage est qualifiée de thermophile. Les microorganismes décomposent la fraction légère de la matière organique et commencent à Décomposer les fractions lourdes (cellulose). Il en résulte des molécules organiques plus courtes. Intervient ensuite une phase mésophile pendant laquelle les substances aboutissent à l'état d'humus ;

- Affinage du produit par un tamis moléculaire afin d'éliminer les éléments étrangers (bois, verre, ...) suivis par le stockage (Alain Damien).

Alors le principe du compostage va donc reposer à la fois sur des phénomènes biologiques naturels mais aussi sur des paramètres précis qui vont permettre à l'homme de contrôler l'évolution du processus biologique et de l'orienter si nécessaire.



Figure II: compost mur

III. Paramètres du compostage

Les principaux paramètres liés au processus de compostage se divisent en deux catégories:

- Les paramètres liés à la nature de la matière organique des déchets: teneur en eau (H%), rapport carbone sur azote (C/N), pH et granulométrie.
- Les paramètres influençant directement la vie microbienne au cours du compostage: température, humidité et aération. Les micro-organismes assurent la transformation de la matière organique.

III.1. Micro-organismes

En raison des changements d'états physiques et biologiques de la matière organique au cours de sa fermentation, Albrecht (2007), considère que le compostage est l'une des biotechnologies la plus complexe. Plusieurs études ont démontré en effet, qu'il y a une succession de communautés microbiennes au cours de la dégradation de la matière organique. Les bactéries, les actinomycètes, les champignons (ou mycètes), les protozoaires et les algues sont les principaux micro-organismes qui interviennent lors du compostage (Mustin, 1987; Deloraine et al., 2002; Abdennaceur et al., 2001). Selon Tuomela et al.; (2000), les bactéries ont une présence quantitative prédominante pendant la phase mésophile; elles sont responsables de la dégradation des composés facilement biodégradables (glucides, protides et lipides) par contre, les champignons et les actinomycètes attaquent les polymères difficilement biodégradables (celluloses, lignines) pendant la phase de ralentissement de l'activité microbienne (Mustin, 1987). Une estimation par espèces de ces micro-organismes contribuant au compostage et leur action est répertoriée dans le (**Tableau 01**).

Tableau 01: Micro-organismes contribuant au compostage (Mustin, 1987).

Groupes	Caractéristiques et commentaires	Nombre d'espèces
bactéries	toujours présente dans les composts et largement dominantes en qualité et en quantité. -forte croissance si C/N est faible et l'humidité est élevée. -large spectre d'activité sur une large gamme de pH.	800 à 1000 espèces au minimum.
champignons	-dominants si C/N est élevé (dégradation de la cellulose et de la lignine) -capable de croître avec des taux d'humidité plus bas. -tolérance d'une large gamme de pH (2-	Plusieurs dizaines de millier d'espèces.

	9).	
actinomycètes	-attaquent des substances non dégradées par les bactéries et les champignons. -neutrophiles -développement dans les phases finales du compost	plusieurs dizaines d'espèces.
algues	organismes chlorophylliens -retrouvés en surface et dans les premiers centimètres de la couche superficielle. -utilisant des sels minéraux	plusieurs dizaines d'espèces.
protozoaires	grand groupe hétérogène d'unicellulaires mobiles de petites tailles. -procaryotes proches des bactéries. -abondance avec une activité des bactéries.	plusieurs dizaines.

Zeglès et Masscho (1999), donnent une autre répartition des micro-organismes qui interviennent au cours du compostage pendant la dégradation de la matière organique (**Tableau 02**).

Tableau 02: Quantité d'organismes vivants intervenant à un moment ou à un autre pendant le compostage (Zeglès et Masscho, 1999).

Type d'organisme vivant	Nombre par kilogramme de compost
Bactérie	De 1 milliard à 10 milliards
Actinomycètes	De 1 million à 100 millions
champignons	De 10.000 à 1 million
Algues	10 millions
Protozoaires	Jusqu'à 5 milliards
Virus	Indéterminés
Acariens	10.000
Collemboles	10.000
Autres insectes et larves	2.000
Lombrics	Jusqu'à 1000

Crustacés (cloportes)	Jusqu'à 1.000
Gastéropodes (escargots, limaces)	20

III.2. Paramètres physico-chimiques :

On distingue deux principaux paramètres du compostage pouvant influencer l'activité microbienne: les paramètres de conduite du procédé (température, taux d'humidité et teneur en oxygène) et les paramètres du déchet (nature et structure du substrat, rapport C/N, pH, durée du compostage, biodégradabilité et granulométrie).

III.2.1 Température, T_e (°c) :

La température est un paramètre capital pendant le compostage. Les températures optimales étant celles qui permettent d'atteindre les objectifs recherchés : hygiénisation, dégradation rapide, évaporation de l'eau, humification. Les températures trop élevées sont à éviter, puisqu'elles ralentissent l'activité biologique et engendrent des modifications chimiques indésirables des substrats. Aussi, les températures trop basses également sont à empêcher car, elles ne permettent pas d'atteindre les objectifs assignés (Mustin, 1987).

Des travaux de recherches (Klamer et Baath, 1998, Hassen et al., 2001) ont démontré qu'une température située entre 40 et 70°C pendant les deux premières phases du compostage réduit la quasi-totalité des pathogènes. D'après Liang et al. (2003), l'hygiénisation du compost est liée directement au contrôle du retournement, aérobose, durée suffisante et humidité. L'Agence de Protection de l'Environnement recommande de maintenir une température de 55°C pendant 15 jours pour obtenir l'hygiénisation (destruction des micro-organismes pathogènes d'origine fécale) du compost dans le cas d'une aération libre (USEPA, 1993).

L'activité microbienne est à son niveau le plus élevé lorsque les déchets municipaux sont compostés à une température inférieure à 58°C. Cependant, la température du compostage doit atteindre un niveau qui assure la réduction des pathogènes, généralement, c'est 55°C maintenus pendant 3 jours. Un contrôle précis de la température est nécessaire pour éliminer les pathogènes, tout en gardant la communauté microbienne du compostage en bonne condition.

Remarque: la température optimale du compostage, sera celle qui permet:

- une bonne hygiénisation du compost, $T_e > 60^\circ\text{c}$ pendant au moins 4 jours
- une vitesse de dégradation rapide, $T_e > 40^\circ\text{c}$
- une humification active en évitant les trop fortes températures qui aboutissent à la réduction des micro-organismes et à la «cuisson» du compost.



Figure 12: Comment nous mesurons la température

III.2.2 Taux d'humidité, (H%) :

L'eau est un facteur important pour l'activité des micro-organismes. Ainsi, l'humidité contenue dans les déchets mis en compostage est nécessaire à la vie des micro-organismes (Mustin, 1987).

Pendant le processus du compostage, la teneur en eau peut augmenter à cause des réactions chimiques d'oxydation et de combustion, elle peut diminuer simultanément par évaporation à cause de l'augmentation de la température pendant les deux premières phases du compostage ou par l'aération (retournement).

Il est recommandé d'éviter une forte humidité car, l'excès d'eau chasse l'air des espaces lacunaires, ce qui déclenche des conditions d'anaérobiose et une mauvaise circulation d'air à l'intérieur de l'andain (Jeris et Regan, 1973). Ces hypothèses sont vérifiées par les travaux de Kuala et Aldine (2004), qui ont montré que le développement microbien est réduit par une teneur en eau trop faible mais, une saturation des espaces interstitiels et un étouffement des micro-organismes est provoqué avec des teneurs en eau élevées.

L'humidité idéale généralement est comprise entre 50 et 60% (Barrigton et al. 2002; Mustin 87) selon la nature des déchets à composter. Les conditions d'anaérobiose localisées commencent à se produire au-delà de 65-70%.

Remarque: le taux maximal d'humidité pour un substrat donné est déterminé par le taux maximal d'espaces lacunaires qui n'entraient pas d'inhibition des micro-organismes. L'espace lacunaire sera

d'autant plus élevé que la teneur en matériaux structurants (ligno-cellulosiques) sera élevée (Mustin, 1987).

Pendant le compostage on a production d'eau par les réactions de biodégradabilité de la matière organique et perte d'eau par évaporation sous l'effet de l'aération et de la chaleur. Des arrosages sont nécessaires pour compenser cette perte d'eau.

III.2.3 Apport en oxygène :

La présence de l'oxygène est un facteur très important au cours du compostage. L'oxygénation des andains est assurée, soit par des retournements, soit par ventilation, soit par la combinaison des deux. Les retournements réguliers, ou les mélanges mécaniques, permettent d'exposer de nouvelles surfaces à la biodégradation et de réduire les hétérogénéités de la matrice du compost (Smarsetal., 2002).

Généralement, le seuil minimal pour maintenir des conditions aérobies est d'environ 5% d'oxygène à l'intérieur des andains. Ce seuil délimitera un déséquilibre de la flore et l'évolution du système vers le processus de méthanisation (Devisscher, 1997). Les micro-organismes responsables de l'oxydation de la matière organique utilisent l'oxygène présent dans la phase gazeuse des pores (interstices entre les grains de déchet) et y libèrent leurs produits de respiration (Tremier et al., 2005). Selon Van Ginkel et al., (2001), la porosité (volume d'air sur le volume total du matériau) est optimale autour de 30-40% dans l'andain. La circulation de l'air à l'intérieur de l'andain est importante, elle permet les échanges gazeux et évite l'asphyxie de l'eau gaz carbonique. Donc, la ré-oxygénation de l'andain au cours du compostage en l'aérant est importante pour maintenir une activité microbienne suffisante (Figure 13).

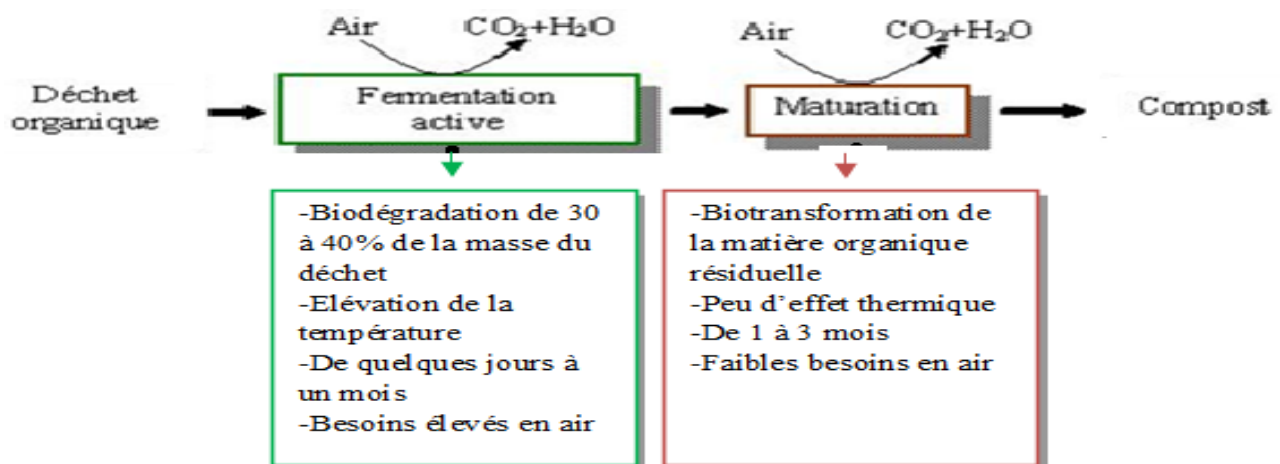


Figure 13: Besoins en oxygène pendant les étapes du compostage

III.2.4 Nature du substrat

Les matériaux initiaux ont une grande importance sur le bon déroulement du compostage. Lors d'un compostage, les micro-organismes ont besoin d'oxygène et de nourriture pour le bon déroulement de la dégradation. Donc, les matériaux de départ servent de support et de nourriture aux micro-organismes. C'est pourquoi, il doit y avoir des matériaux structurants pour accroître la porosité de l'andain (déchets verts, paille.....) et d'autres sources de carbone qui contribuent à la nourriture des micro-organismes (sciure, déjection animale,.....).

a) Structure

Lors d'un compostage, pour que le matériel soit réduit en taille, il faut toutefois sauvegarder des lacunes suffisantes pour la circulation d'air.

Les substrats solides même humides gardent leur forme mais, les substances pâteuses tendent à s'écraser. C'est pourquoi, dans le cas du compostage des déchets ménagers solides, la préparation des matériaux initiaux à composter s'effectue de deux manières, mécanique ou biologique (De Bertoldi et al., 1983). Dans le cas de bioréacteur-stabilisateur, le processus mécanique est un broyage et mixage des déchets. Lors du processus biologique, les déchets sont placés dans un réacteur (1 à 3 jours) où les déchets subissent une réduction de taille. Après un criblage de la fraction fermentescible, la fraction biodégradable subit une fermentation et maturation de 3 à 6 mois.

Dans le cas d'un compostage en andain, Si les andains ne nécessitent pas une aération par retournement, la taille des matériaux initiaux doit être plus importante (Rynk, 1992). Donc, la quantité des matériaux structurants doit être adaptée de façon à avoir une bonne aération des andains (Yulipriyanto, 2001).

b) Rapport C/N

Le rapport C/N de la partie fermentescible est un paramètre essentiel qui caractérise la valeur nutritive des micro-organismes ((azote, phosphore, potassium et oligo-éléments), parce qu'ils exigent du carbone comme une source d'énergie (Larsen and McCartney, 2000). Les micro-organismes hétérotrophes consomment grossièrement 25 à 30 fois plus de carbone que d'azote, le rapport C/N optimal est donc de l'ordre de 25/1 à 30/1 (Gootas, 1959 ; Mustin, 1987; Villebonnet, 1988).

Si le rapport C/N des matériaux composables est faible, on ajoute des matières riches en carbone: des copeaux de bois, de la paille, du papier ou toute autre matière ligneuse. Dans le cas contraire, un rapport C/N fort, on ajoute des matières riches en azote comme tonte de gazon et certaines boues résiduelles (Aboulam, 2005). Un bon rapport C/N permet de réduire la masse de la matière organique initiale de 35 à 50%. Le Tableau 03 donne quelques valeurs du rapport C/N de différentes matières organiques composables.

Tableau 03: Rapport C/N de quelques résidus organiques

Substrats	C/N
Ordures ménagères brutes	15 à 25
Boues activées	6
Gazon	10 à 20
Feuilles mortes	20 à 50
Fanes de pomme de terre	26
Sciures de bois	150 à 511
Algues marines	17
Papiers-cartons	120 à 170
Déchets de légumes	11 à 12
Tailles d'arbustes	50 à 100
Paille des céréales	90 à 12090

III.2.5 Acidité, pH (u.pH)

Parmi les conditions chimiques, le pH a un rôle important sur la pullulation des micro-organismes présents pendant la décomposition des déchets. Selon, Zorpas et al., (2003), Sundberg et al., (2004), le pH varie entre 5,5 et 8,0. Le pH au départ du compostage est légèrement acide, en raison de la formation d'acides organiques pendant la décomposition de substrats organiques et de la volatilisation de l'ammoniac initial. Par la suite, la disparition des matériaux organiques facilement dégradables et la minéralisation conduisent à une augmentation du pH (McKinley et Vestal, 1985). A la fin du compostage, il est aussi possible d'avoir un pH acide dû aux ions H⁺ libérés pendant la nitrification (Fang et Wong, 1999). En réalité, l'évolution du pH dépend des matériaux initiaux (Eklind et Kirchmann, 2000a).

Le pH dépend du bon déroulement du compostage, une aération efficace, par exemple, permettant une bonne dégradation de la matière organique et conduisant à un pH final plus élevé (Ferrer *et al.*, 2001). Les équilibres acido-basiques passent par plusieurs phases (Figure 10):

-Phase I: phase acidogène, le pH diminue avec la production de CO₂ et l'apparition d'acides organiques en fin de phase correspondant au début de la phase thermophile.

- Phase II: phase d'alcalinisation, le pH augmente, hydrolyse de l'azote protéique et organique avec production de NH_3 , flore thermophile dominante.
- Phase III: phase de stabilisation du pH, le rapport C/N diminue, les réactions sont lentes.
- Phase IV: le pH est stable, l'humus joue un rôle tampon.

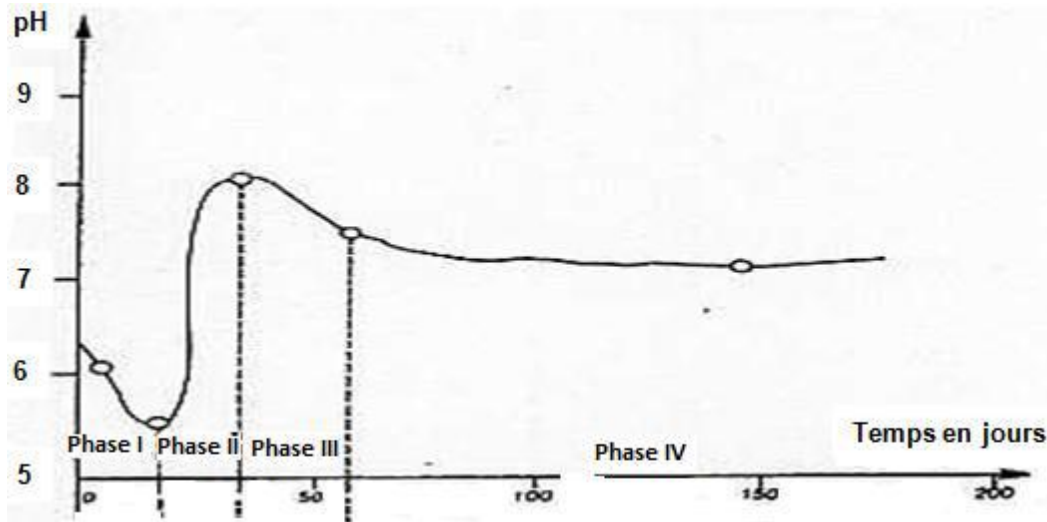


Figure 14 : Variation du pH au cours du compostage (Mutin, 1987).

III.2.6 Durée

La durée de compostage fait appel à un ensemble de conditions et de paramètres physique et chimique au cours du compostage. Elle dépend, de la nature des matériaux à composter, des conditions du processus, du degré d'aération, du rapport C/N, de l'humidité, de la durée de l'ensemble des réactions microbiennes de minéralisation et d'humification des substances organiques.

D'après Rynk (1992), la durée de compostage est courte si le rapport C/N et l'aération des andains sont favorables. Mais, si l'humidité est faible, la température est basse, le rapport C/N élevé, l'aération est insuffisante et le matériel est résistant, la durée de compostage est lente. Par contre, pour Tuomela et al. (2000), la durée de compostage dépend de la nature de la matière organique, de l'efficacité du processus et du degré d'aération.

Pour un compostage en andain avec des fréquences de retournement régulières, la durée de compostage peut être de l'ordre de 6 à 7 semaines de fermentation suivies par 10 à 12 semaines de maturation (Yulipriyanto, 2001).

III.2.7 Biodégradabilité et granulométrie

La granulométrie est considérée comme la mesure de la dimension des particules d'un mélange. La réduction moyenne de la taille des particules pour un compostage entraîne une augmentation du taux d'activité microbologique et une dégradation rapide des substrats (Mustin, 1987). Une granulométrie fine au départ du compostage diminue la circulation de l'air à l'intérieur du tas et une granulométrie trop élevée du substrat entraîne un assèchement du compost, et par la suite une augmentation difficile de la température.

Au cours du compostage, le volume et la masse de l'andain diminuent.

La granulométrie des substrats évolue au cours du compostage sous l'action des retournements et de la trituration des andains au cours du procédé mais, en raison des réactions de biodégradation des molécules organiques. Certains résultats expérimentaux (Tableau 04) renseignent sur le pourcentage de réduction de certains composants présents dans un andain au cours d'une fermentation (Jeriset al. 1973)

Tableau 04: Pourcentage de réduction des composants au cours de la fermentation (durée de fermentation: 30 jours).

Substrat	Pourcentage de réduction (%)
Matière sèche	40
Glucides	65
Lipides	Fibres ligno-celluliques
Protéines	22
Volume totale (pour une teneur en eau maintenue à 65%)	42 à 50

La biodégradabilité est liée à la nature et à la structure des molécules constituant la matière organique ainsi qu'à son état de division: sa granulométrie. Les déchets ménagers ont une biodégradabilité (50-75%) supérieure à celle des déchets verts (25-50%). Cette biodégradabilité augmente avec la teneur en sucres libres, en hémicellulose ou amidon ainsi qu'avec la réduction de la granulométrie du déchet. L'augmentation de la surface spécifique permet une meilleure accessibilité des constituants aux micro-organismes. Généralement, les déchets compostables doivent avoir une granulométrie comprise entre 2 et 10 centimètres (Techniques de l'Ingénieur).

IV. Les différents procédés et techniques de compostage ⁽⁰⁷⁾

Il existe plusieurs systèmes de compostage. Chacun présente ses avantages et ses inconvénients. A choisir selon la surface d'exploitation, le type de déchets et le volume produit...

IV.1. Compostage en tas:

Comme son nom l'indique, cette méthode de compostage consiste à mettre en tas les déchets au fond de la plateforme.

Elle permet de composter de grandes quantités et facilite les manipulations. En revanche, les déchets à l'air libre peuvent attirer les animaux et ce n'est pas très esthétique.

Le compostage en tas convient, en somme, aux Grandes surfaces où de voisinage très éloigné (**figure 15**).



Figure 15: compostage en tas

IV.2. Compostage en bac :

Les déchets sont ici stockés dans un bac en bois ou en plastique, de taille et de forme variables. Cette technique convient aux petits espaces et aux déchets essentiellement alimentaires.

Elle évite les nuisances et permet un compostage plus rapide, mais les manipulations sont malaisées.

Le compostage en bac requiert aussi davantage de temps (**figure 16**).



Figure 16: compostage en bac

IV .3. Compostage en silo auto-construit:

Les silos peuvent être en bois ou en parpaings. Ils permettent de composter des quantités assez importantes et les manipulations s'y effectuent aisément.

Cette technique convient à tous les types de jardins. Seul bémol :

Le compostage en silo auto-construit demande d'être un peu bricoleur (**figure 17**).



Figure17: compostage en silo auto-construit

IV .4. Compostage de surface ou mulching :

Cette technique consiste à répandre sur le sol les tontes et certains déchets de jardin broyés.

Elle est réservée aux déchets verts et doit être appliquée avec précaution car certaines plantes, trop fragiles, risquent d'en souffrir (**figure 18**).



Figure18: compostage de surface

IV.5. Lombri-compostage :⁽⁰⁸⁾

Il s'agit d'une technique de compostage avec des lombrics; idéal quand on n'a pas de grandes surfaces ! Il fonctionne toute l'année mais n'aime pas les températures excessives disposer le bien à l'abri, ou à l'intérieur (garage, cuisine palier...) (**figure 20**).



Figure 19: Lombri-compostage

Et en plus il ya d'autres différents procédés de traitement biologique par compostage des déchets organiques sont:

- Bioréacteur-stabiliseur;
- Compostage par andain à l'air libre;
- Compostage avec aération forcée ou par retournement des andains ;
- Co-compostage en plein air avec retournement;
- Compostage en sac ventilé;
- Compostage avec aération forcée sous bâtiment ou compostage en casier;
- Compostage individuel.

Remarque: Pour les RSU en mélange, une constante est observée, l'absence de broyage en tête de procédé a l'avantage de,

-favoriser une meilleure séparation de la matière organique de la fraction indésirable notamment les plastiques;

-ne pas disperser les fractions métalliques en concentrant les ETM dans le produit final.

Les avantages et les inconvénients de ces différents procédés de compostage des déchets organiques sont répertoriés dans le **Tableau 05** . (4)

Tableau 05 Les avantages et les inconvénients de ces différents procédés de compostage des déchets organiques

Procédé et durée du processus	Capacité (T/an)	Avantages	Inconvénients
-Bioréacteur-stabilisateur -1 à 3 jours dans le réacteur et 3 à 6 mois de fermentation et maturation	9 à 25 000	-déchets entrants: ordures ménagères brutes -préparation du flux en un à trois jours -pas d'odeurs	-nombreuses étapes pour obtenir un flux de qualité; -collecte en amont des déchets toxiques et des déchets d'emballages ménagers; -ne permet pas la récupération de toute la fraction organique; -qualité aléatoire en raison des entrants.
-Compostage en andains à air libre -3 à 6 mois selon le degré de maturation souhaité et la fréquence des retournements	quelques tonnes à plus de 100000	-faibles besoins techniques -Faible coût -exploitation aisée de l'unité -capacité de traitement élevée -utilisation de matériel mobile -extension facile si place disponible	-émission éventuelles d'odeurs et de composés organiques volatils -Impact visuel -besoin d'un lieu d'implantation sans voisinage (ou voisinage industriel) -problème de bruit -besoin de grandes aires de stockage -besoin d'une infrastructure de récupération des lixivats
-Compostage avec aération forcée et retournement sous bâtiment -4 semaines de fermentation et 3 mois de maturation	6000 à 20000	-aspect esthétique -pas ou peu d'odeurs -pas ou peu de bruit -automatisation du procédé -faible besoin d'espace -accélération du procédé et donc réduction du stockage	-agrandissement nécessitant des travaux et modification du bâtiment -coût supérieur à un procédé de compostage en andains à l'air libre -entretien important de la partie mécanique
-Co-compostage en plein air avec retournement -1 à 2 mois de fermentation puis	Environ 25000	-Traitement de plusieurs flux de déchets organiques différents -Faible coût	-Si un flux est pollué, les deux le deviennent -Emission d'odeurs

3 mois de maturation		-Impact environnemental presque nul -Besoin de peu de moyens techniques -Rapport C/N idéal	
-Compostage en sac ventilé -environ 11 semaines	25000 à plus de 75000	-absence d'odeurs -absence de lixiviats -insensible aux aléas climatiques -coût réduit -matériel mobile -main d'œuvre réduite (pas de retournement, ...)	-peu de retour d'expériences en France -préparation préalable du mélange -aucune manipulation ne peut être faite une fois le substrat dans le sac
-Compostage avec aération forcée sous bâtiment ou compostage en casier -4 à 5 semaines de fermentation puis 8 semaines de maturation	40000	-absence d'odeur -absence de lixiviat -aspect esthétique -technologie simple -traçabilité facile par informatisation	-plus long qu'un procédé avec retournement accéléré -présence d'insectes
-Compostage individuel -environ 9 mois	0.3 -0.6	-facile à mettre en place -faible coût -dévie une partie des ordures ménagères brutes -implique l'habitant	-odeurs et insectes si le suivi n'est pas régulier -procédé pour les personnes possédant un jardin

(07)– Traitabilité des déchets organiques du marché de gros d'El kerma par compostage la page 26

(08) - Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie la page 55



V. Avantages et inconvénients de compostage

V.1. Avantages du compost ⁽⁰⁹⁾

Le compost est issu de la valorisation des déchets organiques, et il est utilisé pour l'amélioration de la productivité du sol. L'incorporation de cet amendement organique au sol améliore ses propriétés physiques, chimiques, biologiques et texturales, d'où une augmentation des rendements de cultures (Séréme et Mey, 2007).

V.1.1-Effet sur la croissance des végétaux et des racines

Le compost est riche en matière organique et en oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc et le bore. Ces éléments sont nécessaires à la croissance des végétaux. 48% sont disponible pour la plante), et oligo-éléments au sol et à la plante (Soumare et al., 2003; Zhang et al., 2006).

V.1.2-Lutte contre l'érosion des sols

Les actions du compost contre l'érosion des sols se résument en trois points:

- *Amélioration des propriétés physiques:*

la matière organique favorise la rétention et la restitution d'eau aux végétaux, tout en optimisant le développement et l'oxygénation des racines.

- *Amélioration des propriétés biologiques:* Le compost conserve dans le sol la microfaune et la microflore en contribuant ainsi un bon fonctionnement des échanges entre sol et plante.
- *Amélioration des propriétés chimiques:* Le compost diffuse les éléments nutritifs de manière pérenne en stoppant l'acidification des sols.

V.1.3-Effet sur la biodiversité

La biomasse N, C et S augmente dans le sol immédiatement après l'apport de compost au-delà d'un mois, alors que la biomasse P a montré une tendance à la hausse après 5 mois (Perucci, 1990; Bhattacharyya et al., 2003b). Dans une perspective à long terme, il a été constaté que plusieurs ajouts de composts augmentent la biomasse microbienne carbonée, et cette augmentation a persisté 8 ans après l'application (Garcia-Gil et al., 2000).

Après l'application du compost des déchets urbains, les activités enzymatiques ont été accrues (Perucci, 1990) et ont persisté 3 mois après l'application (Perucci, 1990). Bien que, les composts semblent avoir une grande incidence sur les activités des enzymes du sol, il n'y a pas de changement à court terme en terme de structure de la communauté bactérienne (Crecchio et al., 2004). Le sol est

conservé comme entité vivante avec ses bactéries qui peuvent jouer un rôle dans la dépollution des retombées polluantes sèches ou humides

V.2. Les inconvénients du compost ⁽¹⁰⁾

Dans le secteur du compostage on peut trouver des troubles respiratoires qui ont été décrites dès les années 1990 chez les travailleurs de ce dernier ; les risques microbiologiques qui ont été étudiés lors de plusieurs études, recensées par Arfi et Morcet (2007), et par l'INRS (2010) et les risques chimiques qui sont un peu moins documentés.

Le risque biologique est représenté par des micro-organismes mais aussi par des composés chimiques issus de ces organismes (endotoxines, allergènes...), présents dans l'air sous forme de bios aérosols. Lavoie (1997) cite la présence de bactéries de Gram

Négatives et d'endotoxines émises par ces bactéries, ces dernières étant susceptibles de provoquer une irritation des muqueuses ou des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires : bactéries, virus...) présentant un risque infectieux mais susceptibles de disparaître au cours du compostage

- les micro-organismes qui se développent lors du traitement biologique (bactéries mésophiles et thermophiles, moisissures tels les *Aspergillus*...) qui présentent, par eux-mêmes ou par la génération d'endotoxines ou de spores, un risque principalement non infectieux par des mécanismes immuno-allergiques, irritatifs ou cytotoxiques.

L'humidité est inhérente à l'activité ; elle est liée à la chaleur. Ces risques peuvent être réduits par une aération correcte des locaux et/ou le compostage en box ou tunnels fermés sans intervention humaine.

Les odeurs ne présentent pas de risque sanitaire en elles-mêmes, mais dans ce type d'activité elles sont souvent liées à des composés chimiques toxiques (cas des composés soufrés, de l'ammoniac) ... Elles constituent en outre une gêne en soi, correspondant à une dégradation des conditions de travail.

Il est donc important de maîtriser les émissions d'odeurs vis-à-vis des riverains, mais aussi des salariés du site. Il faut noter que l'intensité des odeurs est généralement corrélée positivement à la concentration, mais que certains gaz, l'hydrogène sulfuré par exemple, peuvent devenir inodores au de là d'une certaine concentration. Certains gaz toxiques sont toujours inodores.

L'absence d'odeurs ne signifie donc pas l'absence de danger.

V.2.1. Les zones de risques :

Les différentes opérations constituant un TMB (traitement mécano-biologique) de déchets présentent des risques variables pour les travailleurs, selon la nature de l'opération et le degré d'automatisation.

Les mesures préventives sont donc :

- La réception des déchets (fosse ou dalle, grappin...) : cette zone est très favorable à la prolifération microbienne et aux émissions d'odeurs.
- Le broyage : cette étape est une source importante de poussières, dont certaines - Le tri des déchets : selon le procédé il est plus ou moins poussé (ou absent : cas de la réception de déchets issus de la collecte sélective). Il peut être automatique ou manuel : les risques sont moindres dans le premier cas (odeurs principalement).
- Le chargement des déchets dans la zone de traitement (compostage actif pour le traitement aérobie, digesteur pour la méthanisation).
- Le traitement biologique, qui a souvent lieu en milieu confiné ; c'est le cas pour la méthanisation mais pas toujours pour le compostage.
- Le retournement des matières lors de la première phase, ou le changement de zone (passage à l'affinage, ou compostage dans le cas de la méthanisation) sont des activités générant beaucoup de poussières et de vapeurs (humidité, gaz, bio aérosols...).
- Le stockage du compost mûr. Selon les installations, l'importance des différents risques peut varier. Cependant, pour toutes les installations (ou parties d'installations) confinées, le traitement de l'air est primordial. Il doit être correctement dimensionné par le concepteur de l'installation. Certaines activités nécessitent une intervention humaine (réparation des machines, nettoyage...) : là aussi, le risque d'inhalation de particules et de gaz est réel et doit être pris en compte le plus tôt possible.

(09) - *Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie la page 46*

(10) - *Traitabilité des déchets organiques du marché de gros d'El kerma par compostage la page 28*

Conclusion :

En conclusion de ce chapitre, il est tout d'abord nécessaire de préciser que le compost peut avoir un impact positif sur les sols et notamment en Algérie où les sols agricoles souffrent de pénurie de matière organique nécessaire pour compenser les pertes liées à la production végétale mais, également pour retenir l'eau qui fait souvent en climat méditerranéen qui est le plus souvent un climat aride.

Dans la partie pratique on va voire le processus de fabrication et les analyses de qualité pour dire si la solution est connue pour diminuer les intrants chimiques et de trouver le processus le plus adapté aux déchets générés.

Chapitre III

Présentation du champ de l'étude

Introduction :

Dans le cadre d'une exploitation durable des ressources et d'une gestion rationnelle de moyens, il est recommandé de favoriser la récupération et le recyclage des déchets. La création de projet compostage dans Marché du gros el kerma « E.P.G.M.G.W Oran » représente un pas dans le bon sens quoi que modeste dans le début par rapport à l'effort demandé.

Le processus de compostage a été donné une grande importance récemment, en particulier lors de la visite du ministre de l'environnement pour voir le projet et son efficacité et a encouragé les superviseurs de ce projet.



I. Présentation du champ de l'étude⁽¹⁾

I.1 Situation géographique :

La wilaya d'Oran est située au nord-ouest du pays. Peuplée de 1 734 133 habitants en 2014 pour une superficie de 2 114 km², elle est bordée à l'est par la wilaya de Mostaganem, au sud-est par celle de Mascara, au sud-ouest par celle de Sidi Bel Abbès, à l'ouest par celle d'Aïn T'émouchent et au nord par la méditerranée. (**figure 20**)

I.2 Aspect administratif :

La wilaya d'Oran est constituée de neuf(09) Daïra qui sont :

- La daïra d'Aïn-el-Turk - La daïra d'Es Senia
- La daïra d'Arzew - La daïra d'Oued Tlelat
- La daïra de Bethioua - La daïra de Gdyl.
- La daïra de Bir El Djir - La daïra de Boutlélis

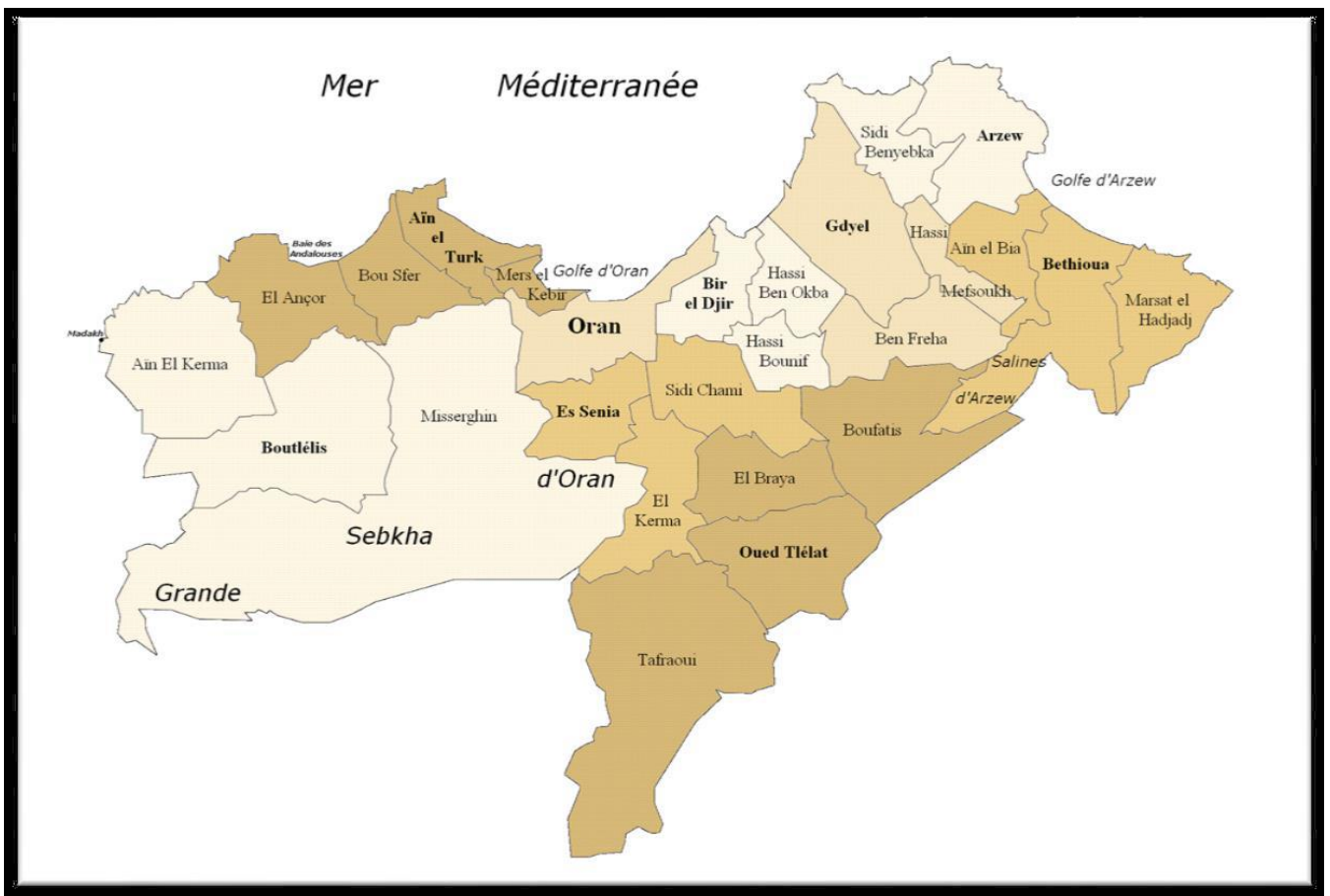


Figure 20: Les communes de la wilaya d'Oran

II. Relief:

Le relief de la wilaya d'Oran est présenté selon six composantes naturelles :

- La bordure côtière : où on distingue les côtes rocheuses s'étalant des monts d'Arzew jusqu'à Mers El Kebir à l'Ouest et du Cap Lindles jusqu'à Cap Sigal, limite administrative de la wilaya ; les plages sableuses de la basse plaine de Bousfer-les Andalouses et de la baie d'Arzew.
- Les collines du Sahel constituées par les monts d'Arzew : Ensemble de hautes collines bordant toutes les falaises abruptes allant d'Arzew à Canastel (Est d'Oran) et le Murdjadjo et ses prolongements à l'Ouest.
- La basse plaine littoral de Bousfer-Les Andalouses : ensemble pénéplaine déclinant vers le Nord, très abrité par les collines sahéniennes disposées en amphithéâtre. Un seul cours d'eau important draine cette basse plaine à l'Ouest, l'oued Sidi Hammadi près du complexe touristique des Andalouses.
- Le plateau d'Oran-Gdyel : s'étendant sur une vaste superficie, des piémonts du Murdjadjo, jusqu'au Sahel d'Arzew. Ce plateau est marqué par une absence de drainage et de nombreuses dépressions plus ou moins salées : la grande Sebkhia d'Oran qui marque la limite du Plateau à l'Ouest, la Daya Morsli, le lac Télamine, les Salines d'Arzew limite du plateau à l'Est.
- La partie orientale de la plaine de la M'leta: coincée entre les piémonts Sud de Tessala, les côtes aux de la forêt de Moulay Ismail et la bordure immédiate de la grande Sebkhia.
- La grande sebkha d'Oran et les salines d'Arzew : La grande sebkha d'Oran est une dépression située à 80 m d'altitude d'une étendue dépassant les 30 000 Ha (près de 1/6 de la surface de la wilaya). Les salines d'Arzew s'étendant au pied de la forêt de Moulay Ismail, d'orientation similaire à celle d'Oran. **(figure 21)**

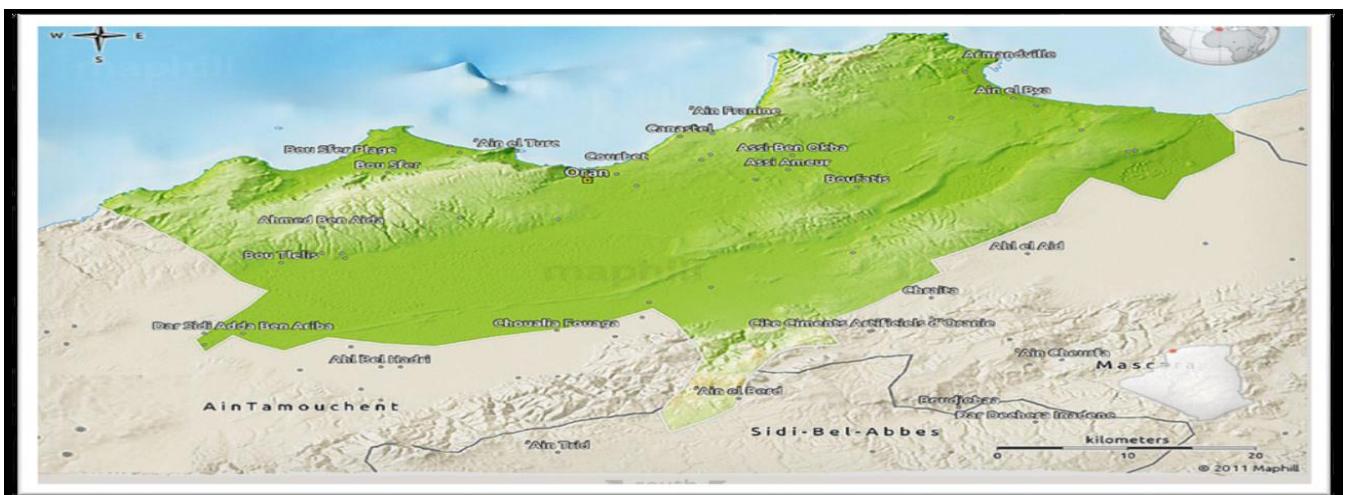


Figure 21: Relief de la wilaya d'Oran

III Climat :

Le climat d'Oran est dit tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Oran qu'elles ne le sont en été. La température moyenne annuelle est de 18.1 °C à Oran. Il tombe en moyenne 376 mm de pluie par an. Le climat d'Oran est semi-aride. (Figure 22)

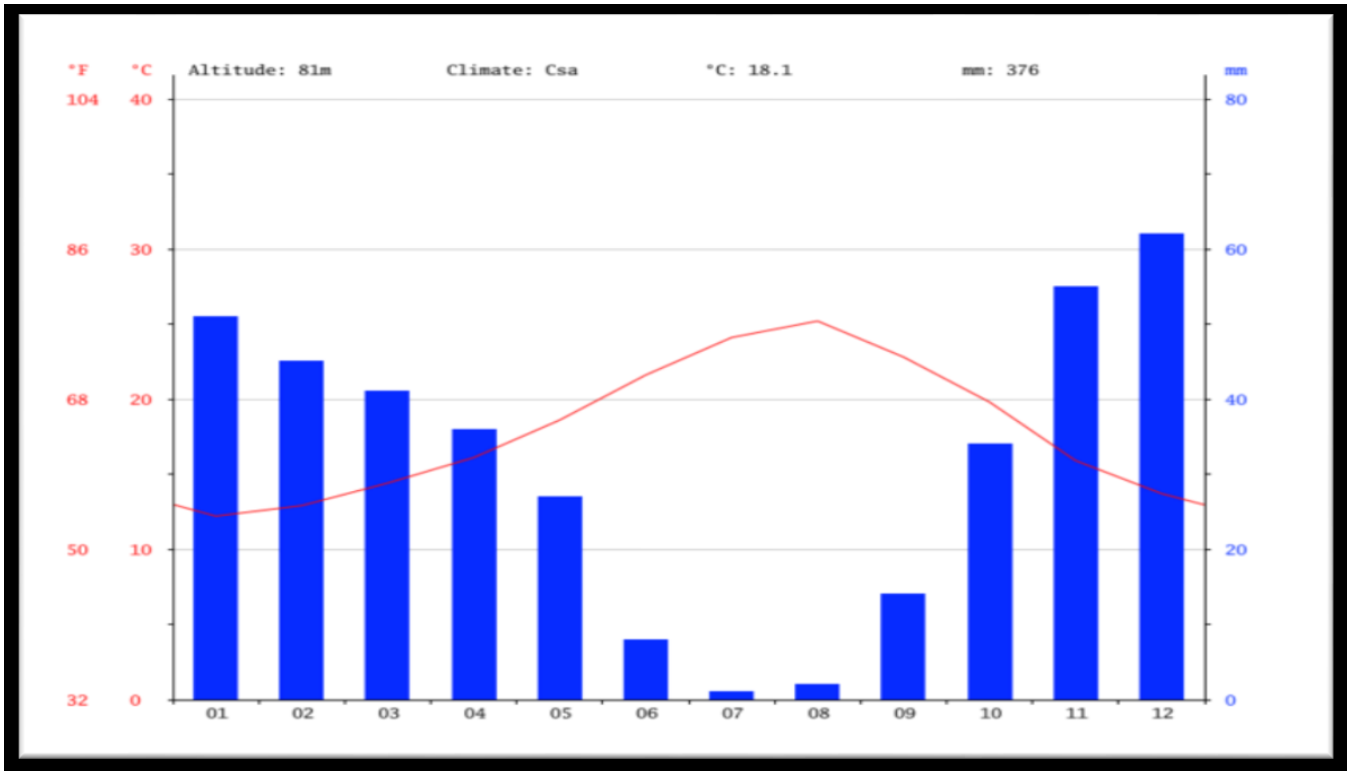


Figure 22: Diagramme climatique d'Oran

III.1 Pluviométrie :

Le graphe suivant montre les résultats de mesure moyenne de huit(08) ans et la pluviométrie en 2017 de l wilaya d’Oran :

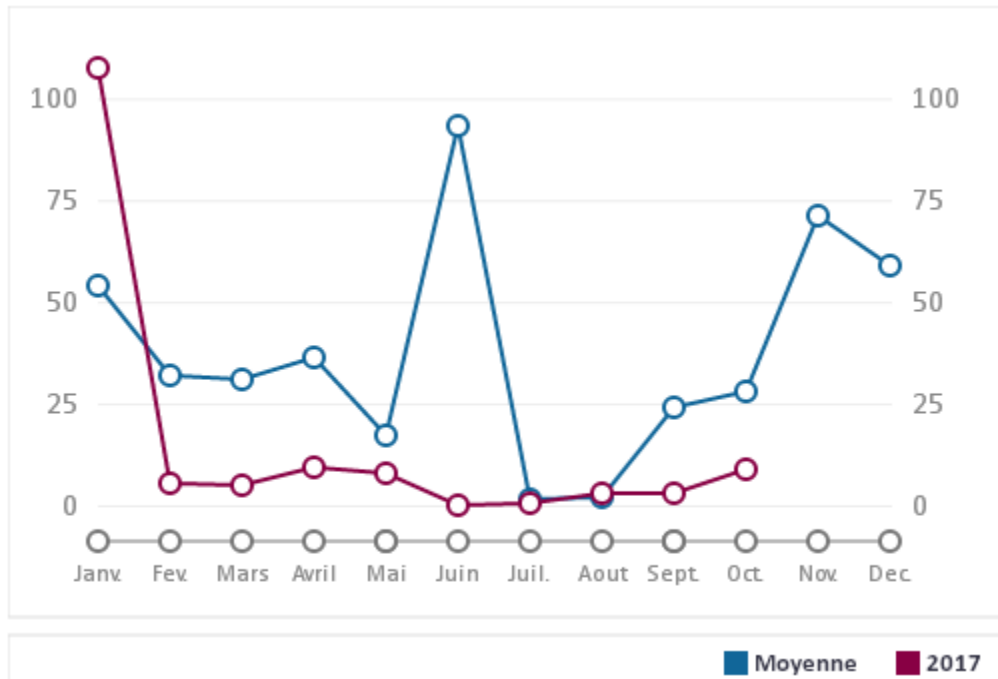


Figure 23 : Moyenne des précipitations sur 8 ans (mm)

La région est caractérisée par une pluviométrie assez faible ne dépassant pas 100mm, concernant la répartition de cette pluviométrie sur l’année, on constate que le mois le plus pluvieux en 2017 était le mois de janvier alors que le mois de juin était le mois le plus sec. (Figure 23)

III.2 Les températures :

À Oran, les étés sont courts, chauds, lourds et arides ; les hivers sont longs, frisquets et venteux ; et le climat est dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6 °C à 30 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 34 °C.

La saison très chaude dure 2,9 mois, du 25 juin au 21 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 27 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 14 août, avec une température moyenne maximale de 30 °C et minimale de 21 °C.

La saison fraîche dure 3,8 mois, du 24 novembre au 18 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 12 janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 16 °C. (Figure 24)

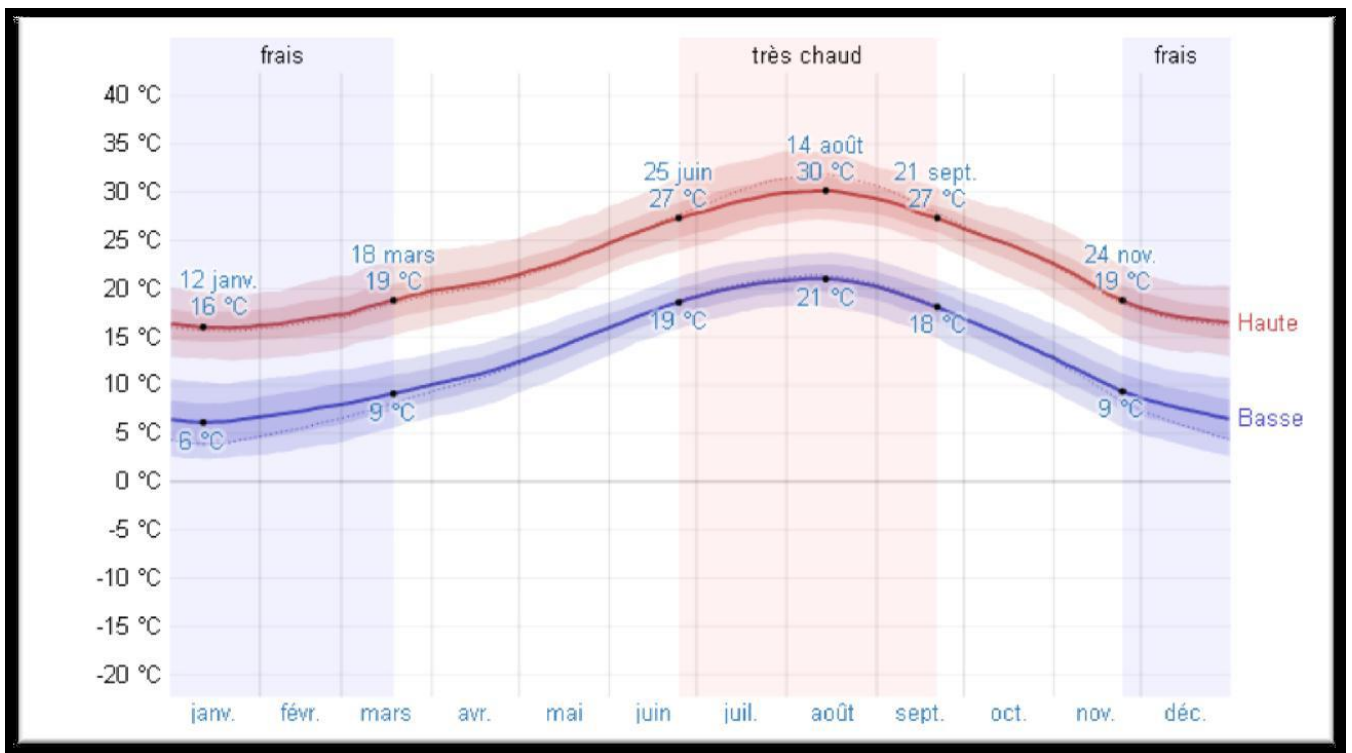


Figure 24 : Température haute et basse d'Oran durant l'année.

III.3 L'humidité :

Oran connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue.

La période la plus lourde de l'année dure 4,0 mois, du 11 juin au 11 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 17 % du temps. Le jour le plus lourd de l'année est le 8 août, avec un climat lourd 68 % du temps.

Le jour le moins lourd de l'année est le 22 janvier, avec un climat lourd quasiment inexistant.

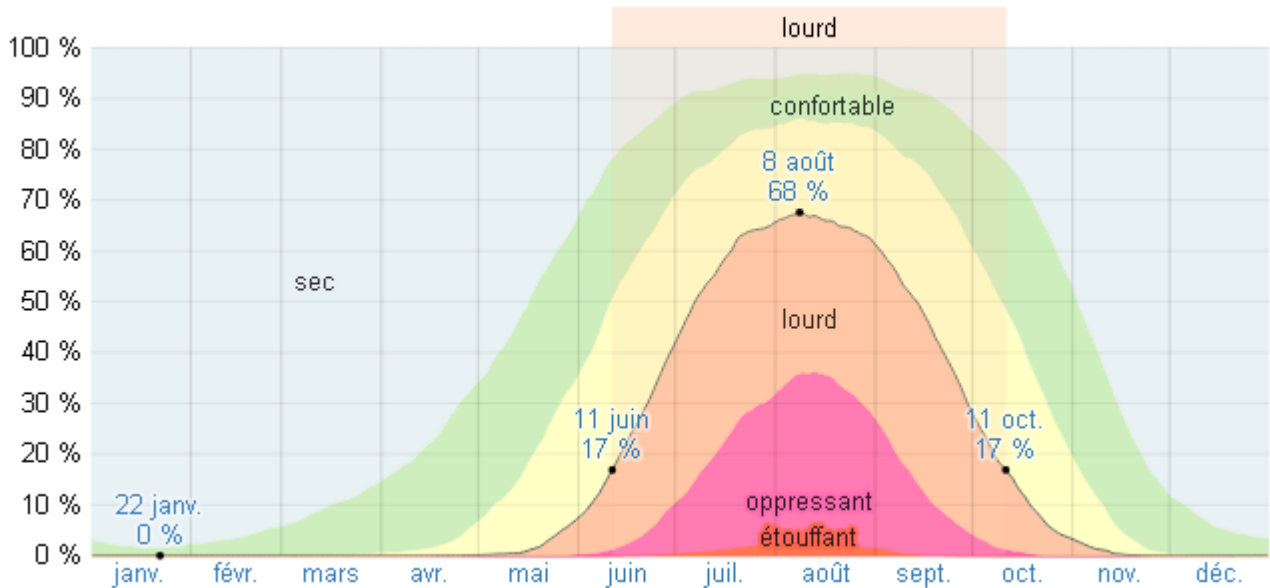


Figure 25 : Le pourcentage du temps passé par mois selon le niveau de confort (à Oran).

III.4 Le vent :

La vitesse horaire moyenne du vent à Oran connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 5 novembre au 22 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,7 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année est le 19 février, avec une vitesse moyenne du vent de 17,9 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 5,5 mois, du 22 mai au 5 novembre. Le jour le plus calme de l'année est le 4 août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 13,6 kilomètres par heure.

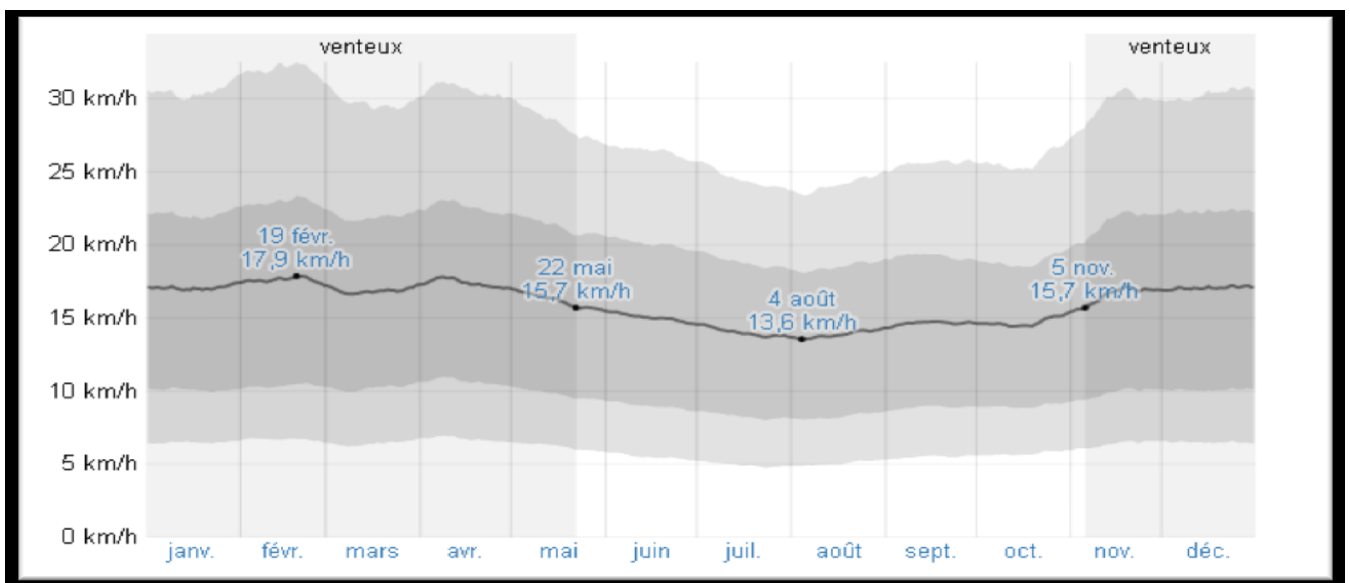


Figure 26 : La vitesse moyenne du vent durant l'année à Oran.

III.5 Rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen connaît une variation saisonnière extrême au cours de l'année.

La période la plus lumineuse de l'année dure 3,5 mois, du 2 mai au 19 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6,8 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 30 juin, avec une moyenne de 7,9 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 3,3 mois, du 30 octobre au 9 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 3,7 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 16 décembre, avec une moyenne de 2,6 kWh.

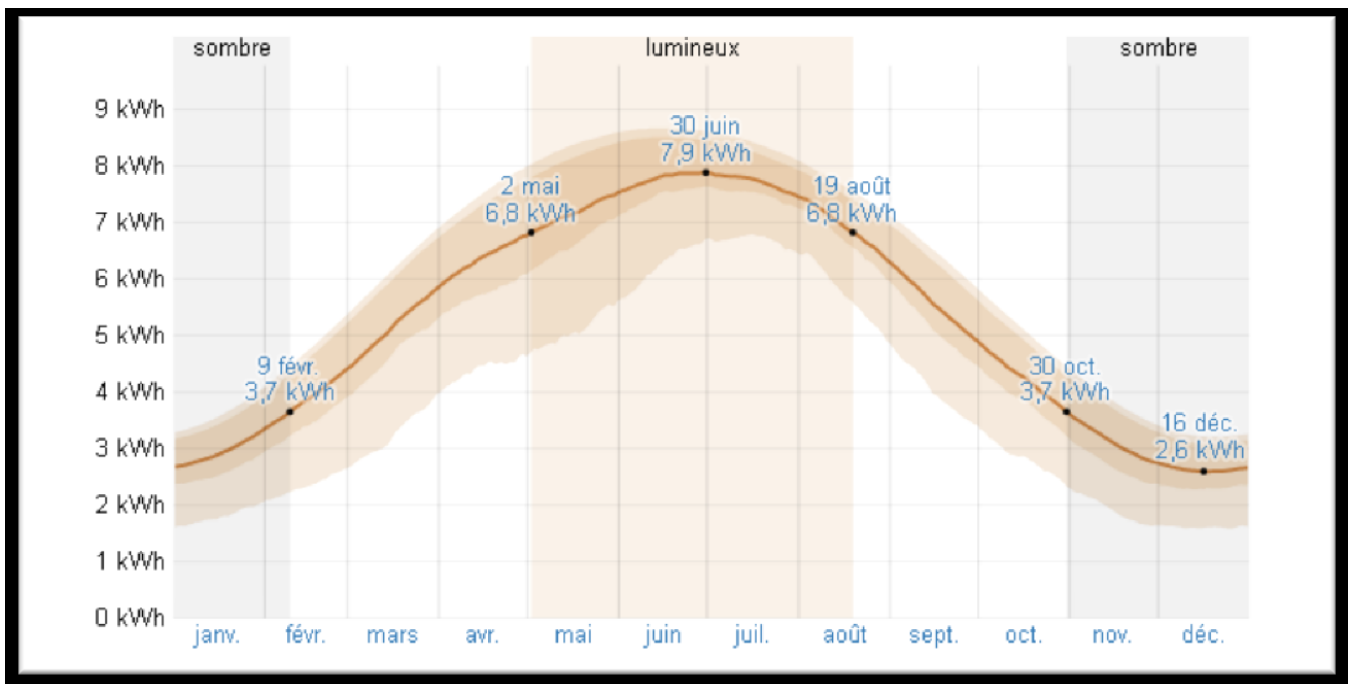


Figure 27 : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen à Oran.

IV. Présentation d la zone d'étude Marché du gros el kerma « E.P.G.M.G.W Oran »

IV.1.la naissance d'Établissement : ⁽²⁾

organisation publique a été créée pour exécuter le marché de gros niveaux d'état de la délibération du Conseil de l'Assemblée EPGMGWO populaire d'Oran sur 19/03/2010 et un arrêté ministériel conjoint sur 13/12/2011, mais a commencé son activité réelle sur 14/06/2012 institution publique à caractère industriel et commercial de la conduite du marché de gros des légumes et fruits et l'élevage du marché et du marché l'ancien objet de voiture Bakarmh, on suppose l'activation, la coordination, l'orientation et le conseil de surveillance des administrateurs dirigé par le Wali d'origine Oran décret n ° 06 du 03/01/2012 tâches, supervise actuellement la gestion directe de la Fondation, des pots M. Boussaâda bureau du parti à l'état d'Oran 27/06/2016.

Section II: Définition de la Fondation

Marché de gros des légumes et des fruits et du bétail sur le marché et le marché de voitures d'occasion est situé, Municipalité Karma Alasaniya Département d'État d'Oran, assure sa position que la possibilité de communication rapide avec les différents axes est l'autoroute Est-Ouest, le chemin de fer le long du dos de la Surah (environ 10 mètres), le port sec après À seulement 10 minutes, à proximité de l'aéroport de Sanya, cet emplacement idéal permet de programmer l'exportation de produits de la terre et d'autres vers d'autres pays.

Et le marché de gros des fruits et légumes est situé sur une superficie de 18 hectares et comprend l'agence bancaire des facilités, café, restaurant, divers kiosques d'activités, la capacité de poids Jsran de 60 tonnes chacun. 7 places de parking Capacité totale de 1000 voitures, nombre de 2 bâtiments de 12 toilettes chacun.

L'activité principale (l'achat et la vente de légumes et fruits) au niveau de l'espace commercial appelé (boîtes) est louée à des clients en vertu des lois applicables permanents (grossistes agents).

Couvrir ces boîtes, et le nombre de 240 carrés avec une superficie totale d'environ 36220 m² divisé par 10 corrals et accessoire marché de gros deux premiers marchés dédiés à la vente du bétail et le second dédié à la vente de voitures d'occasion, comme suivi par un certain nombre de marchés de détail au niveau des communes d'Oran.

Surveiller la conduite de l'institution un ensemble de pneus et les travailleurs sont actifs dans les diverses installations, et qui sont dans un nombre croissant donné aux besoins de l'institution et l'expansion qui se sont produits dans la structure organisationnelle, de sorte que le marché de gros pour les légumes et les fruits Fondation est une bougie nationale

La deuxième exigence : les fonctions et activités de l'institution

Les activités et réalisations de la Fondation incluent :

- La fonction Fondation est la gestion des biens publics à l'état d'Oran et des structures commerciales établies à sa disposition et ses accessoires, bâtiments administratifs et commerciaux par le travail de l'auteur du directeur et de l'équipe des pneus est resté jusqu'à marcher Hassan aux différentes activités menées par les travailleurs et les agents .
- Adopte la principale organisation d'activités sur la location des boîtes et des boutiques qui sont disponibles sur le marché, un groupe de commerçants sous le nom de l'agent autorisé, en plus de chercher activement à créer des espaces Achharo fournissent des services de divers types, et offrir des services aux visiteurs et clients représentés dans le paiement des droits d'accès et d'arrêt Pour un shopping confortable et sûr

La troisième exigence : les capacités et les objectifs de l'institution

Section I. Possibilités d'entreprise E.P.G.M.G.W.O

L'institution dépend du potentiel physique et humain

Ressources financières

- Commerces pour la vente de légumes et de fruits

Marché des voitures d'occasion.

- Marché de l'élevage

- Marchés de détail couverts.

Agence bancaire.

- Restaurant et café.

- Toilettes publiques.

- Des stands vendant diverses activités.

- Deux ponts pour le poids.

- Espaces publicitaires

(B) capacités humaines :

- Les chefs de département

- Les chefs de départements

- Les chefs de branches

- Les chefs d'équipe

- Contrôler les travailleurs

- Les ouvriers d'entretien

- Nettoyeurs

- Agents de sécurité

- Tenir

La zone d'étude Marché du gros el kerma « E.P.G.M.G.W Oran » par satellite



Figure 28 : La zone d'étude Marché du gros el kerma,

Source : Google Earth

IV.2. Objectifs de la Fondation :⁽³⁾

L'établissement public pour le fonctionnement du marché de gros E.P.G.M.G.W.O vise plusieurs objectifs, dont les plus importants sont :

La Fondation a mis sur la responsabilité de développer ses activités, et de diversifier et d'améliorer sa qualité, et pour parvenir à cette fin, un certain nombre de cibles à proximité et à long terme Nhzaretha ont été rédigés comme suit :

- Être en mesure de mettre à leur disposition tous les marchés de détail de l'Etat d'Oran directement supervisé sa gestion.
- Créez un pôle commercial au niveau du marché de gros rassemble toutes les activités commerciales de la grande consommation de matières d'intérêt pour le consommateur, de la vente de produits alimentaires généraux, et la viande rouge

Blanc, volaille, œufs et poisson en plus des activités originales

Vendez des légumes, des fruits, du bétail et des voitures d'occasion.

- Mise à niveau du marché pour transformer un marché purement consommateur visant à approvisionner la ville d'Oran

Et seulement à un marché national qui distribue des biens excédentaires sur tout le territoire national.

- L'accès à la formation d'un pôle pour l'exportation tire son importance de sa position stratégique importante.
- S'efforcer de transformer les légumes et les fruits qui conviennent au marché avant qu'ils ne soient commercialisés, en établissant des institutions

Il est spécialisé dans l'emballage, l'emballage et l'emballage (lavage, calibrage, emballage, etc.).

- Établir de petites institutions d'élevage de poisson et de fruits de mer.
- Construction de nouveaux hangars spécialisés dans la vente de volailles, d'œufs et de produits alimentaires.
- Participer à une expérience pilote pour produire et commercialiser du fumier organique.
- L'accès au monde de la production d'énergie solaire en adoptant les énergies alternatives dans la première étape, et l'accès à l'autonomie et des ventes dans la deuxième phase.

IV.3. Quantité moyen des produits :⁽⁴⁾

Les chargements complets de marchandises entrant dans l'entrée du marché (**Figure 30**) où la balance automatique (**figure 29**), qui pèse la charge du camion chargé de marchandises, et de chargement de camion vide et le poids net des marchandises est extrait.

Alors que l'enregistrement selon la qualité de la marchandise (légumes, fruits, locaux et importés), Le total est également automatiquement extrait par l'ordinateur, et le prix est payé en fonction de la charge

Comme indiqué dans les tableaux du mouvement du marché de gros dans le Mois

D'avril 2018 suivants :

Tableaux 06 : (Produit locaux)

	Par mois	Par jour
Légumes	11182 ,00 T	372,73 T
Fruits	2041, 30 T	68,04 T
Total	13223 ,30 T	440,77 T

Tableaux 07 : (Produit d'importation)

	Par mois	Par jour
Légumes	4,10T	1,4 T
Fruits	516,70 T banane	17 ,22 T
Total	520,80 T	18,42 T

Tableaux 08 : (Totale générale)

	Par mois	Par jour
Légumes	11186,10 T	372,87 T
Fruits	2558,00 T	85,27 T
Total	13744,10 T	458,14 T



Figure 29 : la balance automatique

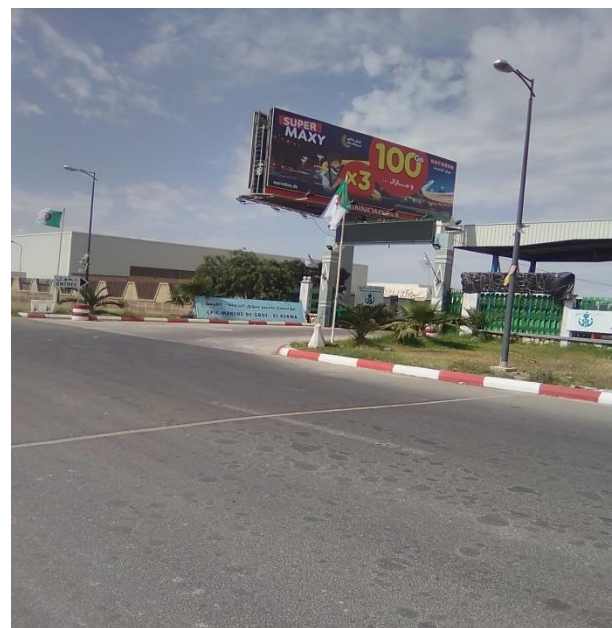


figure 30 : l'entrée du marché

(2) (3) - Besbasi Asmaa Tableau de bord et son rôle dans le suivi de la performance des employés de l'institution économique

(4) - Ben Mohamed Hakima chef section statistique E.P.G.M.G.W.oran

IV .4 .Quantité moyen des déchets :

Les déchets produits par le marché ne sont pas pesés, mais la quantité de déchets est estimée entre 2 et 5 tonnes par jour, selon le rapport de fréquence au marché (samedi et dimanche la quantité de déchets est élevée par rapport aux autres jours) Les déchets sont également dirigés vers le site d'essai pour être utilise au compostage. (**Figure 31 et 32**)



Figure 31 : les déchets verts du marché

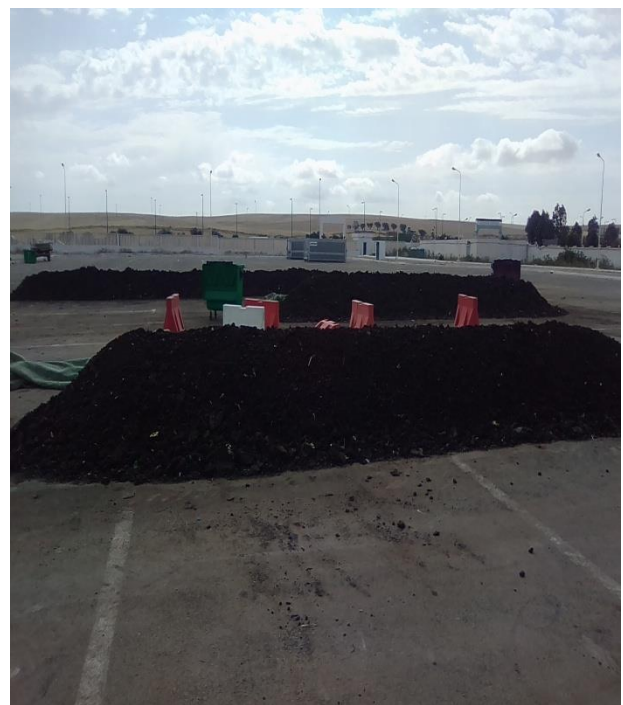
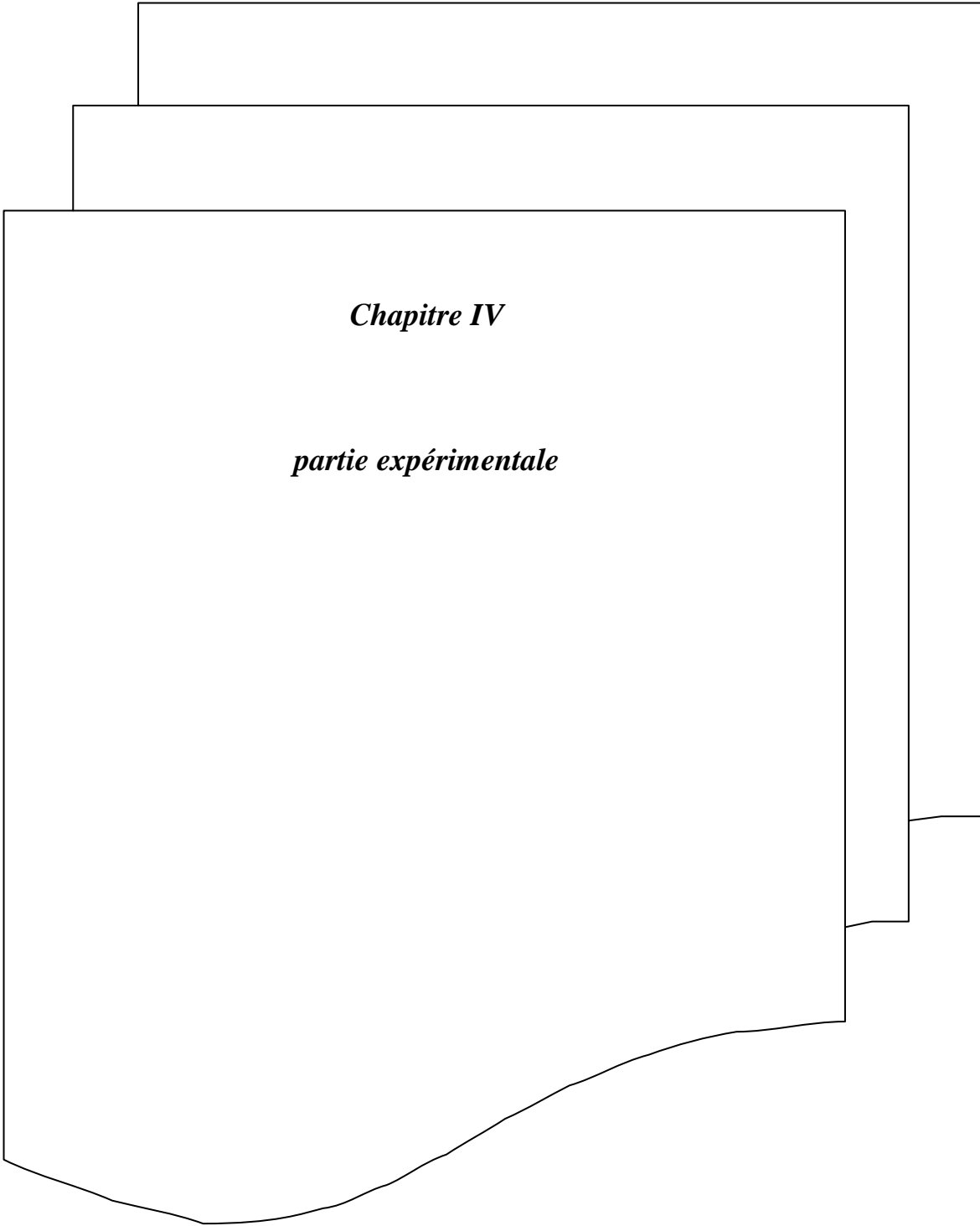


figure 32 : les déchets vert et organique du marché

Conclusion





Chapitre IV

partie expérimentale





Introduction :

Le fonctionnement de la biosphère est inscrit dans des grands cycles biogéochimiques dont les diverses phases se déroulent au sein des divers écosystèmes.

Les cycles biogéochimiques sont des mouvements circulaires des éléments chimiques du monde abiotique qui suivent des chemins caractéristiques les menant de l'environnement vers les organismes vivants et des organismes vivants vers l'environnement.

Les éléments minéraux sont captés dans les tissus des plantes et des animaux en croissance pour constituer une partie de la matière organique. Ils sont rendus à l'environnement après la mort des animaux et des végétaux pour être réutilisés par d'autres organismes après des transformations complexes.

Le compostage est précisément un chaînon de ces cycles biogéochimiques.

Les principaux cycles dans la biosphère concernent principalement le carbone, l'eau, l'azote, le phosphore, le soufre.

Le compostage fait partie de ces cycles mais les deux éléments principaux qui le concernent sont le carbone et l'azote.

Matériels et méthodes

I. L'air de compostage :

L'air de compostage était auparavant un marché d'automobile, et en raison de loin de la distance aux clients, ce qui a conduit à leur réticence, et est ainsi devenu un adepte du marché de gros, qui a profité d'un espace dans le compostage. (figure 33, 34)

cette endroit et occupe une superficie d'environ 2 hectares, la plate-forme est goudronnée pour éviter l'infiltration du lixiviat dans le sol

Les matériels suivants sont disponibles :

- Une sonde thermométrique pour les prélèvements des températures des andains ; « Thermocompost » (figure 37)
- Une sonde pour les prélèvements des CO₂ des andains (Éteint en raison du manque de liquide).

- Un broyeur ; (figure 40)
- Tamis à mailles carrées de 12 mm ;
- Un Poque- lin (Par le loyer);
- Tracteur . (figure 36)
- retourneur « compost turner » (figure 36)

Tous ces équipements ont été disponibles pendant la caractérisation et le compostage des déchets sur la plate-forme.

Le nombre d'employés est à 5, en plus de superviser le travail.



Figure 33 : l'air de compostage



figure 34 : Espace pour compostage

II. Conditions opératoires:

1.2.1. la température C° de l'air pendant le compostage :

La température de l'air ainsi que les saisons affectent la durée du compostage. Ce tableau représente les conditions météorologiques (température extérieure C°) dans la région d'El Karma pendant des périodes des trois mois (Mars, Avril, Mai), alors que ces conditions affectent la dégradation de l'andain (Maturité rapide ou lent).

Tableau 09 : La température, et la pression dans l'extérieure de la ville d'El Karma

Jour	Température(c°)	Pression hPa (moyen)
06 Mars	19 c°	1006,4 hPa
16 Mars	15 c°	1008,9 hPa
26 Mars	19 c°	1020,2 hPa
06 Avril	28 c°	1008,2 hPa
16 Avril	23 c°	1018,7 hPa
26 Avril	18 c°	1013,8 hPa
06 Mai	24 c°	1014,4 hPa
12 Mai	23 c°	1016,4 hPa
14 Mai	24 c°	1019,1 hPa

1.2.2.La vitesse du vent et humidité relative :

Ce tableau représente les conditions météorologiques (La vitesse du vent, et l'humidité relative) dans la région d'El Karma pendant des périodes des trois mois (Mars, Avril, Mai), alors que ces conditions affectent la dégradation du l'andain (Maturité rapide ou lent).

Tableau 10 : La vitesse du vent, et l'humidité relative dans l'extérieure de la ville d'El Karma

Jour	Vent KM/H (moyen)	Humidité(%)
06 Mars	19 ,5KM/H	66 %
16 Mars	15,9 KM/H	57 %
26 Mars	13 KM/H	68 %
06 Avril	18,7 KM/H	60 %
16 Avril	19,6 KM/H	62 %
26 Avril	11,5 KM/H	66 %
06 Mai	13,5 KM/H	59 %
12 Mai	20,3 KM/H	36 %



14 Mai	18,5 KM/H	35 %
--------	-----------	------

I.2.3. Composition du substrat :

Les substrats mis en andain pour être compostés sont constitués d'un mélange de déchets organiques provenant du marché de gros d'El Kerma et aussi les restes des jardins et des forêts après un tri sélectif au niveau de la plateforme et des déchets verts. Une fois le déchet trié et pesé, il a été transféré vers la plate-forme de compostage.

Tableau 11 :: Composition des substrats

Andain	Substrat
composition	5.5 tonnes de déchets organiques + -3 tonnes de déchets verts . + - Environ 1.5 tonnes du second andain.
Totale	-le totale et 10 tonnes

est avec l'ajout de déchets verts de temps en temps, le produit a atteint l'environ du 12 tonnes, alors que l'ajout de déchets verts permet de réduire l'humidité et d'augmenter la température.



figure 35 : l'andain (déchets verts et organique)

III.1.Préparation de la Biomasse :

Les étapes :

a.Collection :

Les déchets verts et organiques sont collectés dans le processus de compostage du marché de gros d'El Kerma et aussi les restes des jardins et des forêts un tri sélectif au niveau de la plateforme et des déchets verts Une fois le déchet trié et pesé, il a été transféré vers la plate-forme de compostage. (figure 36)



Figure 36: compostage en tas

b. Broyage :

Les déchets verts sont séchés avant d'être placés dans la machine du broyage qui s'appelle « le broyeur » (figure 37)



figure 37 : la machine du broyage « le broyeur »

c. compst-turner :

C'est une machine tractée par un tracteur qui fait tourner le compost de l'extérieure est ramenée vers l'intérieur et du bas vers le haut avec de l'eau pulvérisée ce qui crée une crête permettant de transformer le CO₂ en O₂.



figure 38 : compst-container

III.2. La forme et les dimensions de l'andain :

Pour cette étude, le choix s'est porté sur la forme triangulaire (figure 40+41), cette expérience est basée sur la collecte des déchets sous la forme d'un andain dans largeur presque du $B=2$ et une hauteur d'environ $H=1,5$ et $b=0.6$.

Dans le cas d'un andain triangulaire ayant une couche extérieure d'épaisseur de $0,3$ m, ce qui représente 40% du volume total, on constate que l'activité biologique est limitée dans cette partie. En effet, dans cette zone, la température ne peut atteindre la valeur qui contribuera à la destruction des graines de mauvaises herbes et à l'hygiénisation de l'andain. C'est là un inconvénient important de l'andain triangulaire.

Un autre point faible de l'andain triangulaire est son manque de résistance aux variations du temps. La surface centrale relativement petite peut d'une part sécher rapidement sous l'effet du vent, et d'autre part se détremper rapidement en cas de précipitations abondantes. Les surfaces externes de l'andain agissant comme un toit, la pluie s'écoule par ses côtés et se rassemble à la base.

Il convient donc de prévoir un système d'évacuation afin d'éviter le détrempage de la base de l'andain. Des couloirs sont généralement aménagés entre les différents andains triangulaires.

L'expérience montre que les plates-formes de compostage dans lesquelles on a opté pour des andains triangulaires requièrent une surface relativement importante. Il faut compter en moyenne 1,83 m² de surface par mètre cube de matériau broyé (couloirs compris).

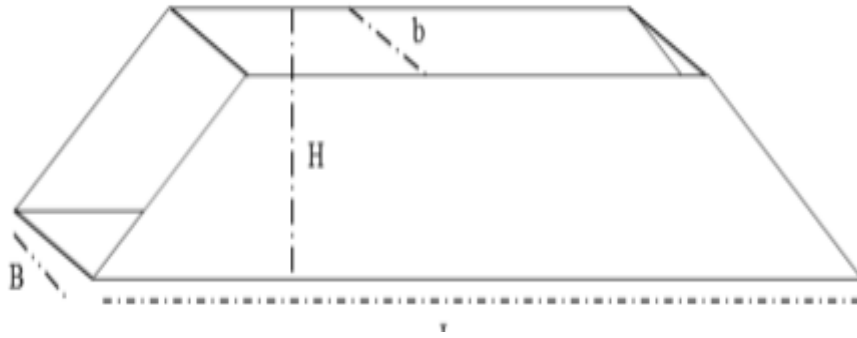


Figure 39 : Forme schématisé de l'andain utilisé lors de l'expérience



Figure 40+41 : la forme triangulaire du l'andain



Remarque :

L'andain est couvert en cas de pluie afin d'éviter que le compost soit trop humide et fermente au lieu de se décomposer, et pour que les matières nutritives ne soient pas perdues, entraînées dans le sol par lessivage. Si l'on constate que le tas est trop sec dans les Jours chauds, il y a lieu de le mouiller légèrement. A ce moment, le compost doit avoir la consistance d'une éponge mouillée essorée.

IV. Suivre du procédé de compostage :

IV.1. La température :

Le compostage est défini comme un procédé biologique aérobie contrôlé, qui permet l'hygiénisation et la stabilité par dégradation de la matière organique, et conduit à un amendement ou engrais organique .

Les paramètres physico- chimiques des substrats (pH, taux d'humidité, température et taux de la matière organique) évoluent au cours du compostage.

La température est retenue comme principal paramètre de suivi de la dégradation aérobie du substrat.

La température est également mesurée par un appareil qui appel « Thermocompost » (figure 43), alors que la mesure de la température est faite a traves 3 zones, dans les cotés du l'andain , et au centre , et le resultat est défférents d'une zones a l'autre en fonction du taux de dégradation du produit, la température est retenue comme principal paramètre de suivi de la dégradation aérobie du substrat.

Ces tableaux représentent les changements de la température du l'andain qui divisé en 3 zones pendant des périodes dans les trois mois (Mars, Avril, Mai) :

Les changements de la température du l'andain pendant le mois de Mars :

Tableau 12 : La température du l'andain dans le mois de Mars (début du compost)

Jours	Zone 1	Zone 2	Zone 3
10/03/2018	31	29	29
12/03/2018	64	44	48
13/03/2018	38	51	49
14/03/2018	46	45	42

Les changements de la température du l'andain pendant le mois de Avril :

Tableau 13 : La température et le CO2 du l'andain dans le mois d'Avril

La date	La température (c°)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
16/04/2018	40	41	34
17/04/2018	33	33	29
18/04/2018	33	31	26
19/04/2018	41	44	42
22/04/2018	37	45	51
23/04/2018	57	59	53
24/04/2018	54	53	62
25/04/2018	59	71	73
26/04/2018	59	70	68
29/04/2018	51	60	57

Les changements de la température du l'andain pendant le mois de Mai :

Tableau 14: La température du l'andain dans le mois de Mai

Jours	Zone 1	Zone 2	Zone 3
08 /05/2018	39	40	40
09/05/2018	38	41	47
10/05/2018	48	42	65
12/05/2018	27	39	40
13/05/2018	33	35	37
14/05/2018	51	53	48

Remarque : A travers les 3 tableaux qui montrant les changements de la température dans l'andain durant les 3 mois de Mars, Avril, Mai ; nous notons que la température depuis le début du mois de Mars commence à augmenter jusqu' à atteindre environ 70 C° pour ensuite se stabiliser entre 30C° et 40C° Il en résulte une accumulation de tas (figure 43). L'élévation de température signifie que les organismes décomposeurs sont entrés en action et le chute de la température indiquent que l'andain est en Maturité, et la disparition graduelle de l'odeur, et de la décoloration au noir, et le décollété et des preuves aussi a la Maturité



Figure 42 : L'accumulation de tas



Figure 43: Mesure la température(Thermocompost)

IV.2. La masse volumique ou la densité d'échantillon :

La densité représente le rapport de la masse des échantillons sur leur volume, nous avons effectué l'opération dans le laboratoire de l'Université de Essénia Oran.

le processus de calcul de la masse volumique en prenant chaque échantillon de chaque sac et placé dans le Bisher de laboratoire (Figure 41) et remplir jusqu'à 100 ml et pesé par une balance électronique précise (Figure 42), Ou le processus est fait dans 4 cas.

C1 : L'échantillon dans le début du compost (mois de Mars).

C2 : L'échantillon du mois d'Avril.

C3 : L'échantillon du mois d'Mai.

C4 : Exemple de compost dans l'état final.

Nous avons remarqué au cours de l'opération dans laboratoire que la masse volumique augmente de la première étape jusqu'au produit final, et le tableau suivant montre les résultats :

Tableau 15: La masse volumique des 4 échantillons

Echantillon	Masse volumique bécher vide (g)	Masse volumique du bécher rempli	F g /ml
C1	49,72	111,38	0,617
C2	49,72	101,18	0,550
C3	49,72	103,18	0,535
C4	49,72	138,62	0,889

L'équation explique la méthode de calcul :

$$F_{c1} = M / V = M \text{ rempli} - M \text{ vide} / 100 = 138,62 - 49,72 / 100 = 0,889 \text{ g /ml}$$



Figure 44: Le bicher de laboratoire

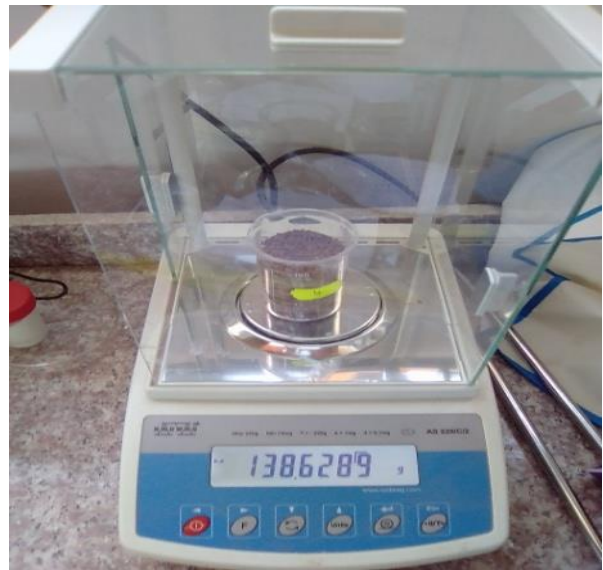


figure 45: la balance électronique

IV.3.Humidité :

L'humidité est retenue comme principal paramètre de suivi de la dégradation aérobie du substrat.

Elle a été ajustée par ajout d'eau afin d'éviter un assèchement préjudiciable au bon déroulement des biodégradations lors du compostage.

Le calcul de L'humidité du l'andain :

La teneur en humidité des déchets est un paramètre important. Ce paramètre renseigne sur les volumes de lixiviat pouvant être produit par ces déchets quand ils sont stockés dans une plate-forme.

Dans cette étude, pour déterminer l'humidité pour les fractions de déchets et pour certaines catégories, l'expérience a été réalisée dans le laboratoire d'analyse au niveau d'université Essénia Oran.

Nous avons calculez le processus d'humidité par la boîte de Pétrie (figure 43) vides et remplies, de calcul des échantillons des quatre cas, puis placés dans le four qui appel « Étuve » (figure 44) a une température de 105 C° et cela afin d'évaporer toute l'eau dans l'échantillon et le laisser dans l'Etuve pendant au moins 24 heures , puis nous prenons dehors et on les pèse a nouveau et demander la valeur obtenue le premier résultat est donc la valeur de l'humidité , et noter l'humidité récente est beaucoup plus faible que les autres étapes qui sont en phase de décomposition .

Ce tableau est présentent le pourcentage d'humidité des échantillons :

Tableau 16 : L'humidité des quatre échantillons

échantillon	M boites vides	M boite rempli = mi	M boite après séchage = mf	humidité
C1	33,79	77,85	58,32	0,250 %
C2	33,79	75,81	51,20	0,324 %
C3	33,79	73 ,9	57,59	0,221 %
C4	33,79	80,12	77 ,27	0,034 %

C1 :L'échantillon dans le début du compost (mois de Mars).

C2 :L'échantillon du mois d'Avril.

C3 : L'échantillon du mois d'Mai.

C4 : Exemple de compost dans l'état final.



Figure 46 : la boite de Pétrie



figure 47 : le four « Étuve »

IV.4. Mesure du pH et de la conductivité :

1. Principe :

- a. Détermination du pH :
 - On prépare la suspension du compost (20g de composte dans 100ml d'eau déminéralisée) ;
 - On mesure la différence de potentiel existante entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongée dans une suspension aqueuse ;
 - On étalonne d'abord l'appareil ;
 - On mesure manuellement à l'aide d'un pH-mètre de pailleuse ;
 - La mesure du pH était faite sous agitation, à stabilité et à température ambiante (20°C).
- b. Détermination de la conductivité :
 - On filtre l'extraction aqueuse ;
 - Mesure conductimétrique du courant conduite par les ions présents dans une colonne de l'extrait aqueux délimitée par deux électrodes en platine maintenues parallèles ;
 - La résistivité électrique de la colonne en ohm-mètre est : $res = R * S/L$.

Avec :

R :	Résistance de la colonne de l'extrait, dépendante de la concentration en ions, de la nature des ions, de la température de la solution et de la viscosité de la solution ;
S :	Section de la colonne en cm ² ;
L :	Longueur de la colonne.

La conductivité électrique en siemens est : $EC = 1$.

2. Réactifs :

- Eau déminéralisée ;
- Solution étalons pH 4 et pH 7 ;
- Ces solutions sont conservées en salle climatisée à 20°C ;

- 
- Solutions étalons pour la mesure de la conductimétrie (solution de KCl).

3. Mode opératoire :

- On pèse 20 g d'échantillon ;
- On verse la prise d'essai dans le flacon ;
- On distribue dans chaque flacon 100ml d'eau déminéralisée à 20°C ;
- On ferme hermétiquement chaque flacon ;
- On place les flacons dans la caisse d'agitation et on laisse agiter 30 minutes;
- A la fin on fait sortir les échantillons de la caisse d'agitation.

4. Mesure du pH :

- On commence à mesurer le pH une heure après la fin d'agitation ;
- On rince bien les électrodes ;
- On verse la suspension du compost (50ml) dans un bécher propre muni d'un petit barreau magnétique ;

5. Mesure de la conductivité :

- a. Préalable :

La mesure se fait après une période d'agitation de la solution et une filtration.

- b. Mesure :

- On a vérifié la température qui était 20°C ;
- On rince bien l'électrode ;
- On verse la suspension dans un bécher propre.

IV.5. Teneur en matière organique, % MO :

La teneur en matière organique par perte au feu représente la teneur en matière volatile. Cette matière volatile correspond à la teneur en matière organique totale, biodégradable et synthétique.

La teneur en matière organique par rapport à la matière sèche a été déterminée par perte de feu. Ce taux est obtenu par calcination d'un échantillon de 25g à 550°C pendant deux heures (norme NF U44-160). Afin de mesurer la teneur en matière organique de compost produit. La teneur en matière organique est donnée par l'équation (3).

$$\%MO = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Avec :

M1 : masse de l'échantillon avant calcination

M2 : masse de l'échantillon après calcination.

La teneur en MO a été déterminée pour le compost après le criblage.

IV.6.matiere organique

Le dioxyde du carbone est retenu parmi les principaux paramètres de suivi de la dégradation aérobie du substrat.

Ce paramètre a été mesuré dans quelques jours à trois différents endroits (aux deux extrémités et au milieu de l'andain) avant que le liquide dans l'appareil du marché soit fini.

Les changements de le dioxyde du carbone du l'andain pendant le mois de Avril :

Tableau 17 : Le dioxyde du carbone du l'andain dans le mois de Mai

La date	CO2 (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
16/04/2018	12%	12%	12%
17/04/2018	-	-	-
18/04/2018	6%	20%	5%
19/04/2018	20%	9,50%	14%
22/04/2018	20%	20%	20%
23/04/2018	20%	20%	20%
24/04/2018	3%	4,50%	20%
25/04/2018	20	20%	20%
26/04/2018	20	20%	20%
29/04/2018	20	20%	20%



le calcul de matere organique du l'andain :

Toujours dans le laboratoire d'analyse au niveau d'université Essénia Oran, nous avons pris un échantillon de l'utilisation du compost avant le processus de calcul d'humidité, et a été pesé le poids du tasse vide ce que nous avons utilisé pour cette étape (figure 48) , et après ont été pesé le tasse rempli avec l'échantillon , puis placé dans le four (figure 49) sous la température de 510 C° dans une période d'au moins 24 heures , pour ce brulons tout le dioxyde de carbone est sortez-le et pesez-le a nouveau et calculez la différence entre eux.

Tableau 18: Le calcul matere organique pour les quatre échantillons

échantillon	Masse de la boite vide	Masse de la boite remplis	Masse de la boite après séchage
C1	26,98	35,96	
C2	26,98	34,20	
C3	26,98	36,58	
C4	26,98	41,23	

C1 :L'échantillon dans le début du compost (mois de Mars).

C2 :L'échantillon du mois d'Avril.

C3 : L'échantillon du mois d'Mai.

C4 : Exemple de compost dans l'état final.



Figure 48 : la tasse



figure 49 : le four

NB :

Avant d'entamer les analyses ci-dessous, on a établi le prétraitement suivant :


- le compost était placé dans une étuve sous une température de 37°C pendant 48H. A la sortie, était le broyage pour avoir un produit de particules fines et à la fin le tamisage pour obtenir un compost homogène.

IV.7. Carbone, Azote :

En premier temps l'analyse sera faite pour l'azote total et le carbone total.

1. Mode opératoire :

- On pèse dans une nacelle 50mg de compost ;
- Cette dernière est écrasée sous forme d'un comprimé,
- On ramène le disque d'analyse, la case n°0 reste vide, la première et la deuxième porte ce qu'on l'appelle le By-pass, la troisième case porte le blanc, la quatrième le contrôle interne et la tantième case contient notre échantillon suivi d'un autre contrôle interne ;



- Une fois qu'on finisse, ce disque est placé sur l'appareil nommé Flash 2000 qui contient deux bouteilles de gaz (l'oxygène et l'hélium) qui sont juxtaposées de deux fours où un est à 950 °C et l'autre à 750 °C.

Nous ce qu'on cherche c'est le rapport entre le carbone et l'azote pour connaître la maturité du compost.

IV.8.Phosphore:

1. Principe:

Extraction de forme de phosphore soluble par agitation de la prise d'essai dans une solution d'hydrogencarbonate de sodium dans des conditions déterminées ; de façon à réduire la concentration des ions de calcium, d'aluminium et de fer³ par précipitation de carbonate de calcium et d'hydroxydes d'aluminium et de fer à libérer ainsi les ions de phosphate dans la solution.


2. Réactifs :

- Eau déminéralisée à 20 °C ;
- Hydrogencarbonate de sodium (NaHCO₃) ;
- Solution d'hydroxyde de sodium à 1mole/l (on dissout 40g de soude dans 1000ml) ;
- Solution d'extraction d'hydrogencarbonate de sodium 0,5 mol/l ajusté à un pH de 8,5.

NB : la solution ne se conserve pas, on doit la préparer au maximum dans les 4 heures avant l'analyse sous une température de 20 °C.

3. Extraction - mode opératoire - :

- a. Prise d'essai :
 - On pèse 5,005g d'échantillon pour essai ;
 - On transfère la masse pesée dans un flacon d'agitation numéroté de 250ml ;
 - Un échantillon à blanc est systématiquement rajouté en fin de série.
- b. Mise en solution :
 - On rince le distributeur 3 fois avec la solution d'extraction ;

- 
- On vérifie que la solution d'hydrogénocarbonate de sodium est à 20 °C ;
 - On ajoute dans chaque flacon, 10 ml de solution d'extraction à l'aide du distributeur;
 - On ferme chaque flacon hermétiquement et on les place aussitôt dans une caisse d'agitation tout en les calant de manière à ce que ces dernières ne puissent bouger ;
 - On laisse agiter exactement 30 min à 20 °C.

- c. Filtration :

- On dispose des entonnoirs sur la rampe de filtration et on les garnit du filtre plissé ;
- On place des petits flacons destinés à recevoir les filtrats ;
- Dès que l'agitation terminée, on fait sortir la caisse de l'agitateur et on procède sans attendre la filtration. Le dosage doit être réalisé le jour même.

- d. Essai à blanc :

Un essai à blanc est systématiquement réalisé à la fin de chaque série analytique.

4. Prise d'extraction :

- Le filtrat de notre compost était de couleur très foncée donc on a repris l'extraction de l'échantillon et on l'a passé encore une fois sur un nouveau filtre ;
- On doit faire la même chose avec un échantillon à blanc.

5. Dosage :

- On a pris le filtrat et on l'a passé dans l'équipement d'analyse ;
- La lecture était faite sur l'ordinateur qui était doté avec un logiciel.

IV.9. Analyse des éléments fertilisants : (Ca, Na, Mg, K) :

1. Principe :

Extraction des cations du compost par agitation avec une solution d'acétate d'ammonium à pH 7 dans un rapport d'extraction.



2. Réactifs utilisés :

- Eau déminéralisée ;
- Acétate d'ammonium ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ;
- Solution d'acide acétique ;
- Solution d'extraction d'eau déminéralisée préalablement conservée à 20°C .

On prépare également 5 litres de solution :

- On pèse dans un bécher de 5 litres 385g d'acétate d'ammonium ;
- On rajoute à la suite environ 4 litres d'eau déminéralisée ;
- On utilise l'agiter magnétique ;
- Une fois dessous, on transvide la solution dans une fiole de 5 litres. Remplir la fiole jusqu'à environ 4950 ml.

3. Extraction :

- a. Prise d'essai :

- On pèse un échantillon pour essai (5, 003g) ;
- On transfère la masse pesée dans un flacon à agitation de 125 ml numéroté.

- b. Mise en solution :

- On vérifie tout d'abord la température de la solution d'extraction qui est de l'ordre de 20°C ;
- On rince 3 fois le distributeur de 100 ml avec la solution d'acétate d'ammonium ;
- On ajoute à chaque flacon 100 ml de la solution d'extraction acétate d'ammonium ;
- Ensuite on ferme hermétiquement chaque flacon ;
- On place les flacons dans une caisse d'agitation dans l'ordre de leur numérotation tout en calant ces derniers de manière de qu'ils ne puissent bouger ;
- On laisse agiter 1 heure à 20°C .

- c. Filtration :



Préalable :

- En premier lieu, on lave les filtres avant toute opération de filtration ;
- On dispose les filtres sur les entonnoirs qui seront à la suite disposer sur la rampe de filtration ;
- Une fois l'agitation terminée, on doit sortir les caisses de l'agiter ;
- On agite à nouveau chaque flacon manuellement et on verse une partie de la suspension sur le filtre en évitant de remplir complètement le filtre (pour éviter le débordement) ;
- On laisse ressuyer les filtres et à la fin on jette les filtres usagés ;
- On range les flacons contenant les filtrats sur un plateau sans oublier de les boucher hermétiquement en attendant le dosage.

d. Essai à blanc :

- Un essai à blanc est systématiquement réalisé au début et à la fin de chaque série analytique.

4. Dosage :

On passe les filtrats dans l'appareil ? qui réalise les tests 3 fois pour les substances minérales (K_2O , Na_2O , MgO et CaO) et le résultat final sera la moyenne.

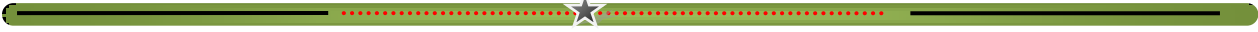


Concluions :

Le compostage est le meilleur moyen de recycler les déchets organiques. Différents facteurs influent sur le processus de compostage et peuvent être améliorés en optimisant les paramètres. L'examen de la littérature a révélé de nombreux aspects de la fabrication d'engrais organiques en dégradant les déchets organiques avec l'ajout de vaccins microbiens, afin de réduire la durée du processus de compostage ainsi que l'amélioration de la qualité du compost mature différents vaccins peuvent être ajoutés.

De nombreux tests biologiques et chimiques peuvent être effectués pour vérifier la maturité et la stabilité du compost.

Le compost mature est sans danger pour les plantes. Il est conclu de cette étude que le compost est un meilleur conditionneur de sol; il améliore la structure du sol et fournit de meilleurs nutriments aux plantes.



Chapitre V

Résultat et discussion





Introduction :

Dans ce chapitre nous allons représenter et discuter les résultats obtenus de notre expérimentation de compostage des déchets organiques issus du marché de gros d'el karma

Tableau 19 : Tableau récapitulatif des différentes conditions de compostage étudié

Andain	C1	C2	C3	C4
Période	Dans le début du compost (mois de Mars).	Mois d'Avril.	Mois d'Mai.	Exemple de compost dans l'état final.
Substrats	Déchets organiques Déchets verts	Déchets organiques Déchets verts	Déchets organiques Déchets verts	Déchets organiques Déchets verts

I. Influence des paramètres de suivi sur le procédé de compostage :

Le choix du substrat destiné au compostage peut déterminer la qualité du compost obtenu.

Cette partie présente l'évolution des paramètres suivants :

Température, teneur en CO₂, humidité et densité au cours du compostage des andains c1, c2, c3, c4.

I.1. Evolution de la température :

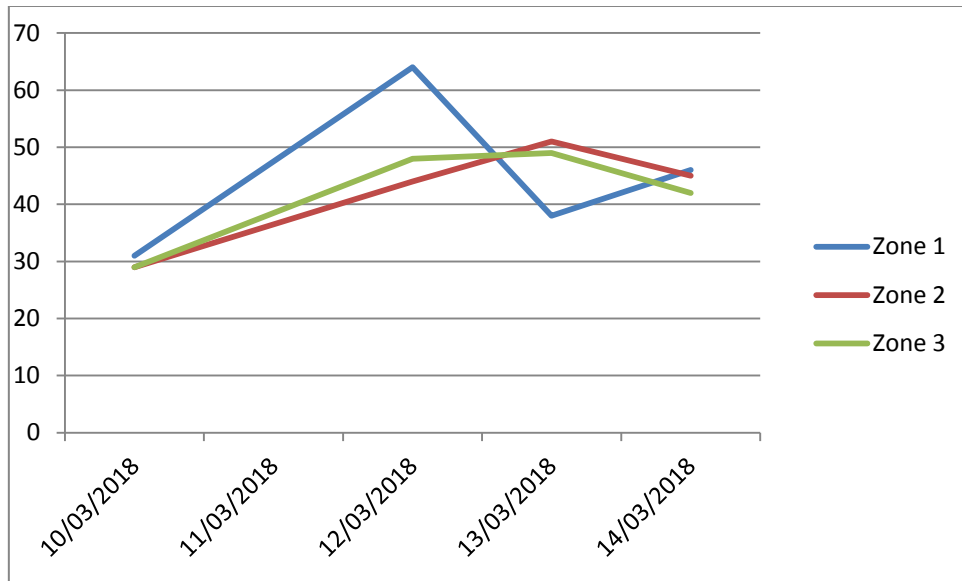


Figure 50: Evolution

de la température durant le compostage d'andain dans le moi de Mars dans les 3 zones(C1).

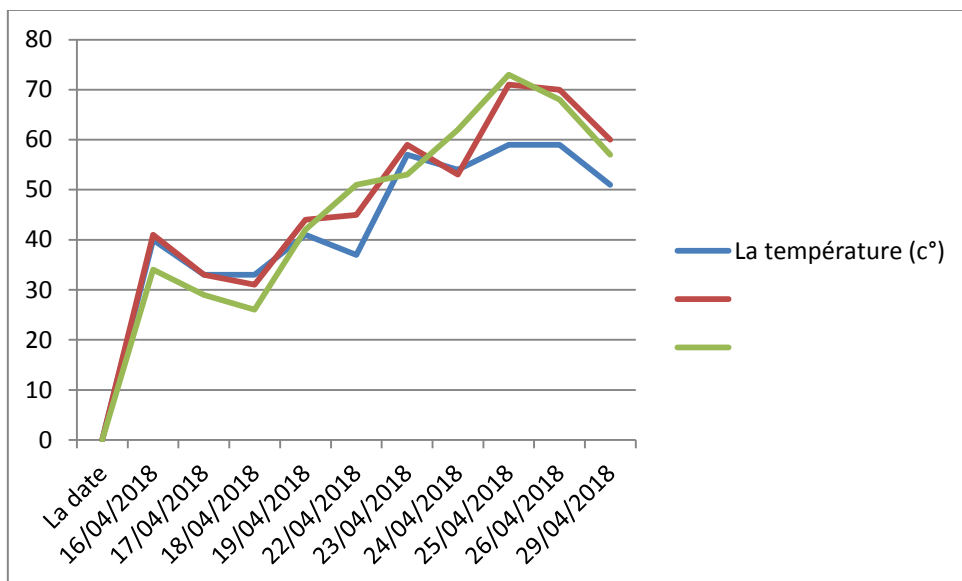


Figure 51: Evolution

de la température durant le compostage d'andain dans le moi d'Avril dans les 3 zones (C2).

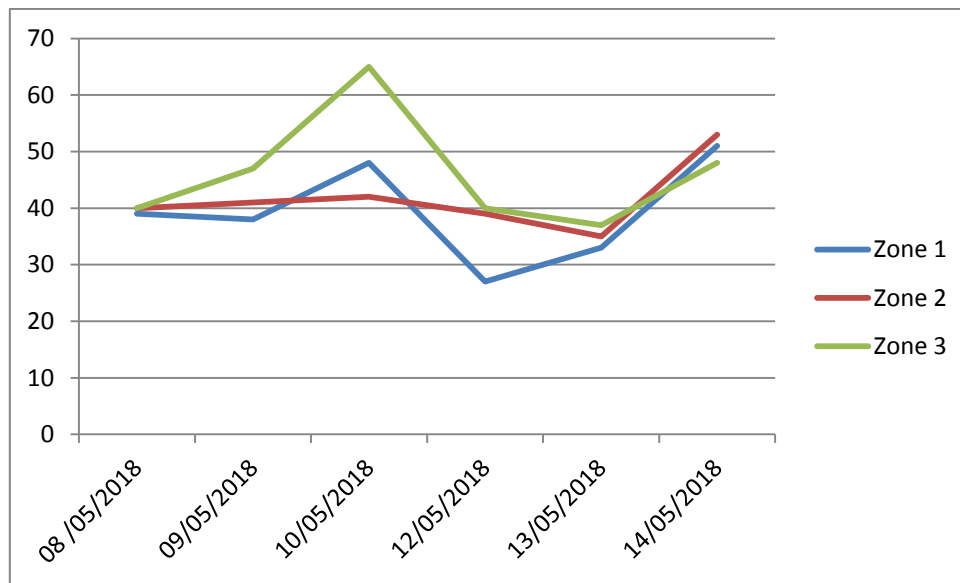


Figure 52: Evolution

de la température durant le compostage d'andain dans le moi Mai dans les 3 zones (C3).

À travers les tableaux 12, 13, 14 dans le chapitre 4 et les figures ??, ??, ??, les résultats de mesure de la température montrent que la température augmente après chaque retournement puisqu'il apporte l'oxygène nécessaire à la vie des micro-organismes aérobies.

1.2. Densité :

Sur la base des résultats obtenus à partir du tableau 15 dans le chapitre 4, nous concluons que :

La densité met en évidence la relation qui existe entre la masse de déchet et de son volume. Sa connaissance est essentielle pour leur traitement.

La densité est de :

C1 : 0,617. C2 : 0,550. C3 : 0,535. C4 : 0,889.

Elle est élevée car sont des déchets organiques fermentescibles qui pèsent et de l'importance teneur en eau.

Référence : chapitre 4. **Tableau 15:** La masse volumique des 4 échantillons

Echantillon	Masse volumique bécher vide (g)	Masse volumique du bécher rempli	F g /ml
C1	49,72	111,38	0,617
C2	49,72	101,18	0,550
C3	49,72	103,18	0,535
C4	49,72	138,62	0,889

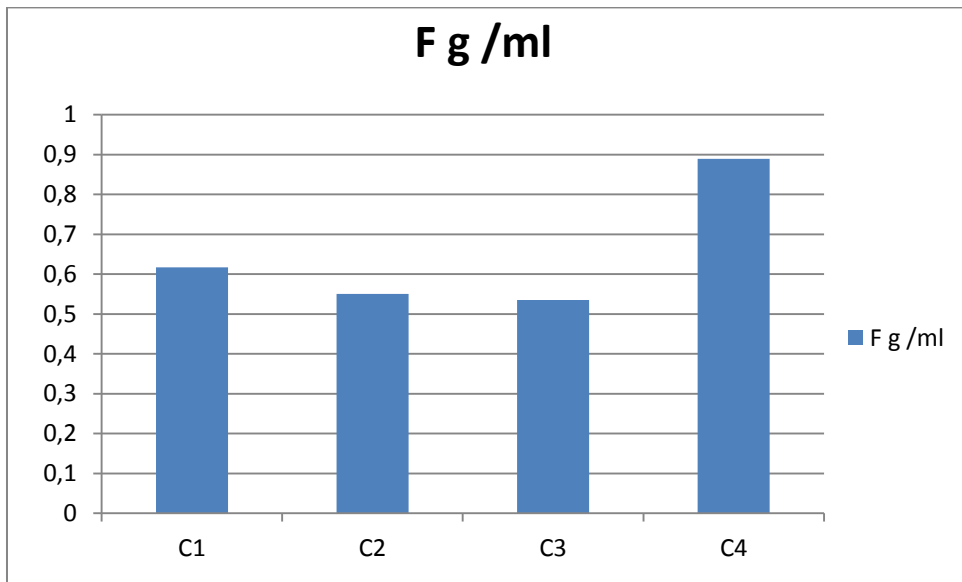


Figure 53: Evolution de la densité durant le compostage des 4 échantillons (C1 ,C2 ,C3 ,C4)

I..3. Evolution de l'humidité durant le compostage:

Le suivi du taux d'humidité nous permet de suivre et de connaître le taux d'oxygène lacunaire (figure 17) pour assurer un milieu adéquat aux micro-organismes.

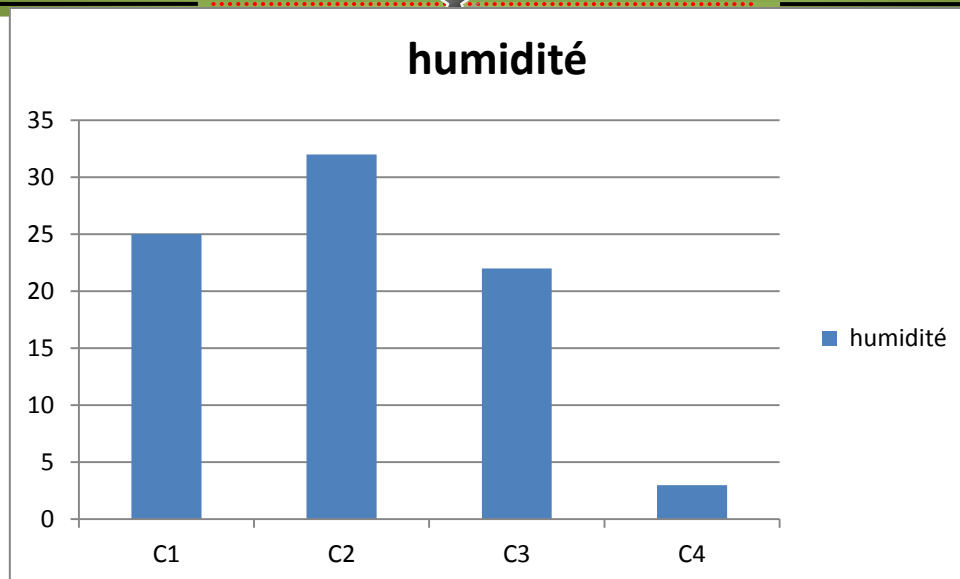


Figure 54 : Evolution de l'humidité durant le compostage des 4 échantillons (C1, C2, C3, C4)

1.4. Teneur en matière organique :

La matière organique du sol est tout d'abord indispensable à la vie des micro-organismes et constitue, avec le complexe argilo-humique, une importante réserve en ions essentiels à l'alimentation des végétaux. Mais son rôle ne se limite cependant pas à cette seule fonction nutritive : elle est susceptible, de part sa constitution, d'améliorer les propriétés physiques des sols. Elle est un élément capital pour l'entretien des sols et le maintien de leur fertilité. Presque toujours associée à des matières minérales sous forme de complexes notamment avec les minéraux argileux, la matière organique constitue ainsi le complexe argilo-humique et c'est cette association qui va jouer un rôle essentiel sur la structure du sol, ses propriétés mécaniques, physiques, hydriques et chimiques. On peut ainsi caractériser un sol par sa CEC (Capacité d'Echange Cationique) proportionnelle à la quantité de charges électriques portées par le complexe. Plus la CEC est élevée, plus le sol peut absorber et désorbier de cations et donc les restituer à la plante. La CEC dépend de la nature et de l'association des argiles avec les composés humiques.

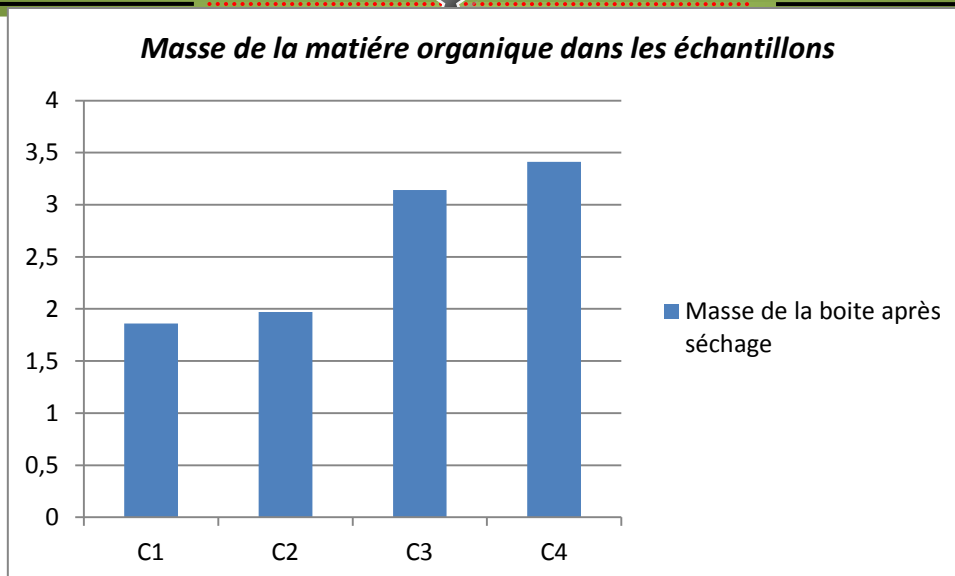


Figure 55 : masse de la matière organique dans les échantillon

I..5. Evolution de la teneur en CO2 :

Le compostage conduit à la production du CO₂ par fermentation qui contribue à la mort des micro-organismes s'il se trouve avec un taux très élevé, ces dernières sont nécessaires pour la dégradation de la matière organique au cours du processus du compostage.

Pour cette raison le dioxyde du carbone est retenu parmi les principaux paramètres de suivi de la dégradation aérobie du compost.

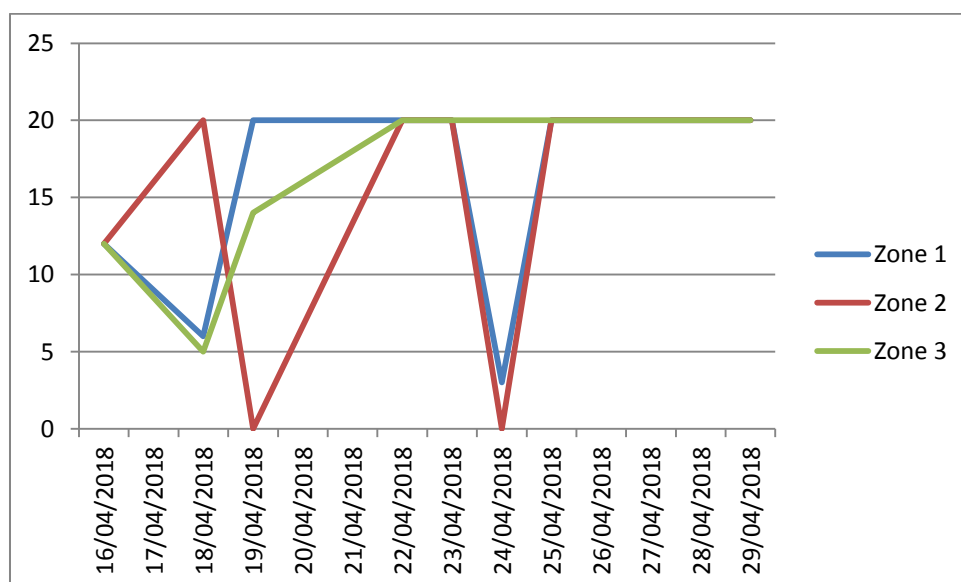


Figure 56 : Evolution de la teneur en CO₂ durant le compostage

II. Paramètres de qualité du compost :

Le bon fonctionnement du procédé de compostage nécessite une corrélation entre les paramètres physico-chimiques du processus et les paramètres qui définissent la qualité du compost produit.

La qualité du compost est fonction de la teneur en éléments fertilisants, des teneurs en impuretés, des teneurs en ETM et des analyses de maturation du compost produit.

II.1. Teneur en eau, humidité (%H):

L'humidité d'un échantillon de compost représente le rapport entre la masse d'eau présente dans cet échantillon et la masse sèche de cet échantillon. Elle s'exprime en pourcentage. C'est un paramètre utilisé pour caractériser le compost produit. L'eau étant non seulement indispensable aux réactions biochimiques mais elle permet aussi l'échange de nutriments et de micro-organismes.

L'humidité est donc nécessaire pour la dégradation. En effet, la production de lixiviats est fonction de l'humidité dans le massif de déchets.

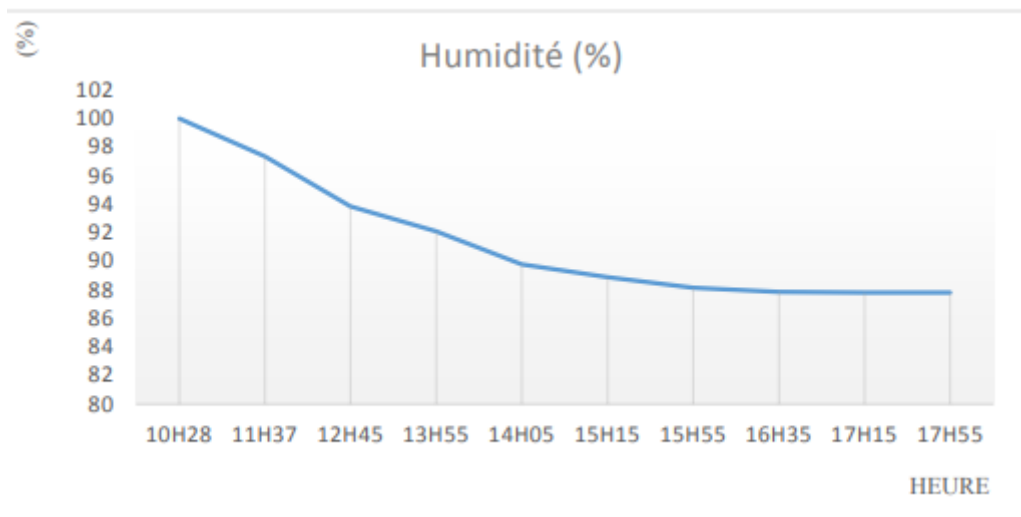


Figure 57 : Etude d'humidité du produit ultime (compost)

Les résultats d'analyse de l'humidité du produit ultime, sont classés dans le tableau 9 et la figure 18.

II.2. Matière sèche :

Sachant que: $MS (\%) = 100\% - \text{humidité} (\%)$

D'après le résultat précédant on aura;

$$MS (\%) = 100 - 12.18$$

$$MS = 87.82 \%$$

Ce qui implique que le compost est constitué de 87.382 % de matière sèche, c'est-à-dire de matière solide valorisable.

Éléments fertilisants :

Les teneurs en éléments fertilisants sont liées à l'état des déchets organiques. Les résultats d'analyses de ces éléments montrent que le compost contient des teneurs dans les normes en P, Na, Mg et Ca et élevées en K (Tableau 10).

Tableau 20 : Composition du compost en éléments fertilisants

Compost	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO
C _{3/12}	3.4%	2.9%	0.6%	0.7%	4.5%
La norme NF U44-051	< 3% sur MB	< 3 % sur Mb	-	-	-

Et

$N + P_2O_5 + K_2O < 7 \%$ sur MB.

La présence de ces éléments dans le compost est un avantage pour l'amendement des sols.

Le compost obtenu est riche en éléments minéraux (N, P et K) et en oligo-éléments (Ca, Mg et Na). Leur caractère, fertilisant leur permet d'agir comme des engrais chimiques, en enrichissant le sol en N, P et K, mais leur principal effet est qu'en tant qu'amendement organique ils agissent sur la stabilité physique, biologique et chimiques des sols (Bertoli et al. 1983

II.3. Caractéristiques chimiques :

Les résultats d'analyses des éléments chimiques et le rapport C/N sont en concordance avec les normes internationales (Tableau 21)

Tableau 21 : Caractéristiques chimiques du compost

Compost	C _{3/12}	Norme NF U44-051
pH	8,30	8-9
% C	7,76%	-
% N	0.6%	< 3% sur MB
C/N	12,9	> 8

Le pH du compost produit à une valeur moyenne de 8,30, cette alcalinité est liée à la prédominance couplée de l'azote ammoniacal sous forme minérale (NH₄⁺) avec les cations échangeables (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ et Na⁺) se trouvant dans le compost (théories de Brönsted-Lowry, 1923). Ces résultats sont en accord avec ceux de Pfeiffer (1979) et ceux de Roletto et al. (1985) ; Forster et al. (1993) ; Avnimelech et al. (1996) cité dans Francou et al., (2005). D'après Avnimelech et al. (1996), le compost mûr est caractérisé par un Ph compris entre 7 et 9.

Le rapport C/N du compost est normal par rapport à la norme NF U44-051. Plus le rapport C/N est élevé moins l'azote est disponible. Le rapport C/N n'est pas suffisant pour déterminer la maturité du compost (Morel et al. 1986 ; Saviozzi et al. 1988 ; Serra- Wittling, 1995). Pour estimer la maturité d'un compost il faut considérer d'autres paramètres physico-chimiques (pH, MOT %) et mettre en place des tests de pyto- toxicité (test de germination et test d'indice de germination).

II.4. Maturité du compost :

Les analyses d'évaluation de la maturité d'un compost sont importantes pour déterminer sa valeur fertilisante et son innocuité. Plusieurs chercheurs ont mis en place des méthodes

d'analyses qui permettent d'évaluer la maturité du compost. Ces tests peuvent être basés sur les techniques suivantes :

- Techniques empiriques :

- Le compost ne dégage pas d'odeur d'ammoniac ;
- Pas de variation de température ;
- Est granuleux, foncé et sent bon ;
- Ne permet pas de distinguer à l'œil nu les composés d'origine (Duval, 1991).
 - Méthodes physiques qui comprennent :
 - Suivi de la température ;
 - Méthodes chimiques qui permettent de vérifier la maturité du compost :
 - pH ;
 - Test de l'Azote ;
 - Test du carbone ;
 - Rapport C/N.

II.5. Conductivité:

La conductivité électrique n'est que rarement mentionnée dans la littérature sur le compost. Pourtant elle est directement liée à la salinité et traduit donc un potentiel de phytotoxicité. Hirai et al. (1986) ont montré une proportionnalité entre phyto toxicité et conductivité électrique. Dans leur étude, Garcia et al. (1992) attribuent une inhibition de la germination du cresson à la forte conductivité (4 mS.cm-1) d'un compost d'ordures ménagères. Donc en comparaison avec notre résultat: EC = 3,14 mS.cm-1 on peut dire que notre composte peut avoir un certain taux de germination car on n'a pas pu faire des analyse microbienne pour assurer notre hypothèses.



Conclusion :

Cette partie expérimentale a permis d'étudier la qualité du compost. Les différents paramètres physico-chimiques, de qualité et de maturité indiquent que le compost à la fin du processus a un pH entre 7 et 9, un rapport C/N relativement élevé supérieur à 8. Enfin, ces résultats malgré qu'ils ne sont pas complet car il manque les analyses des ETM, biologiques et de la matière organique montrent que la technique utilisée peut être appliquée avec succès pour la valorisation par compostage des fermentescibles et pourquoi pas des résidus urbain.



Conclusion général

L'objectif principal de cette étude était la traitabilité des déchets organiques du marché du gros d'El karma par compostage.

La partie bibliographique était une démarche nécessaire pour mieux cerner le problème d'évolution considérable des déchets ces dernières années, le traitement de celui –ci apporte de nombreux enjeux environnementaux et économiques.

Au niveau environnemental, et écologique, la notion à retenir est "le tri selectif" afin d'organiser les catégories des déchets et donc l'impact sur l'environnement. Il faut cependant réaliser ce tri en respectant une éthique durable, conformément au développement durable. Pour favoriser la réduction des déchets, de nombreuses campagnes publicitaires ont été réalisées afin de sensibiliser la population, notamment par le biais de logo.

Au niveau économique, il est nécessaire de valoriser les déchets à leurs avantages. Il ne faut donc pas les détruire sans valorisation mais les utiliser en les recyclant. Cette démarche permet alors de multiples bénéfices économiques (Tahraoui Douma thèse)


Le traitement des déchets est donc un véritable enjeu économique et écologique.

La partie pratique a pu donner des informations sur la traitabilité des déchets par compostage mais qui se trouve confrontée à plusieurs problèmes de procédé souvent importé et de qualité de compost.

L'aspect expérimental de ce travail a porté sur les caractéristiques physico-chimiques et la maturation des déchets organiques du marché du gros d'El karma pour mettre en exergue l'interaction d'importants facteurs dans le procédé et pour la qualité de compost obtenu,

Un andain a été suivi pendant les mois (décembre, janvier, février 2016).

On a obtenue deux résultats, la première concernant les paramètres de suivi de composte pendant le processus de dégradation et ils sont comme suite :

- 
- une densité de 0.44kg /dm³ et elle est idéal par apport à ce que l'on trouve dans la littérature, on pourrait penser qu'elle serait équivalente à celle compactées dans des bennes (0,4-0,5 kg/m³).
 - Une variation de température qui augmente après chaque retournement puisqu'il apporte l'oxygène nécessaire à la vie des micro-organismes aérobies.
 - On a aussi obtenu une variation de l'humidité pendant le processus qui a été ajustée par ajout d'eau afin d'éviter un assèchement préjudiciable au bon déroulement des biodégradations lors du compostage.
 - Ainsi un suivi de CO₂ pour qu'il ne contribue pas à la mort des bactéries qui sont nécessaires pour la dégradation de la matière organique. Pour les paramètres de qualité de compost les résultats obtenus sont :
 - Un pH basique 8 proche de la neutralité pour permet aux nutriments du compost d'être facilement absorbés par les plantes, car un pH acide ou basique fort pourrait inhiber l'absorption de certains minéraux.
 - Teneur en humidité importante ce qui implique que le compost est constitué de 87.382 % de matière sèche.
 - Les résultats d'analyses obtenus pour les éléments fertilisants montrent que le compost contient des teneurs dans les normes en N, P et K.
 - Le rapport trouvé C/N du compost est de 12.9 qui s'adapte à la norme NF U44-051, mais ce rapport n'est pas suffisant pour déterminer la maturité du compost selon (Morel et al. 1986 ; Saviozzi et al. 1988 ; Serra-Wittling, 1995).
 - On a pu calculée la conductivité du compost malgré qu'elle est rarement mentionnée dans la littérature. Cette dernière est utilisé pour la détermination de la salinité du composte.

Ces résultats malgré qu'ils ne sont pas complets car il manque d'autre analyses comme les éléments traces métalliques (ETM) et les analyses biologiques mais on peut estimer que le compost produit peut être utilisé comme un engrais naturel.