



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biologie Et Physiologie Végétales

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم : بيولوجيا و فيزيولوجيا النباتات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Physiologie de la Reproduction

***Réalisation d'un compost à base des déchets du
palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) de la
région de Biskra***

Présenté et soutenu par :

- ZAITER Ghada
- DAAS Meroua

Le 14/07/2019

Jury d'évaluation :

Mme OUAYJIA NAOUEL	Président	MCB	Université des frères Mentouri
Mr DJEROUNI AISSA	Encadreur	MCB	Université des frères Mentouri
Mme BOUCHOUKH IMANE	Examineur	MAA	Université des frères Mentouri

Année universitaire : 2018 – 2019

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ceux qui m'ont donné la vie, mes chers parents : SALAH EDDINE et NADJET

A mon frère : ABD ERRAHIM

A ma sœur : NADA

A ma deuxième maman, ma grand-mère : BAIA

A mes deux grandes familles ZAITER et NEMOUCHI

A tous mes amis

ZAITER Ghada

Dédicace

A mes très chers parents : FATEH et SOUAD

A mes frères : YUCEF et WAIL

A qui m'a donné beaucoup de soutien, ma chère tante : WIDAD

A tous ceux qui me sont chers

A mes deux grandes familles : DAAS et SIAH

A tous mes amis

DAAS Meroua

Remerciement

Après avoir remercié Allah qui nous a donné la force, la patience et le courage pour finir ce modeste travail.

Nous remercions particulièrement Monsieur DJEROUNI AISSA, le promoteur de notre mémoire, pour son soutien, sa gentillesse et sa patience depuis le choix du sujet jusqu'à la dernière lecture.

Nous remercions également le comité de discussion pour leur rôle d'évaluation et valorisation de cette étude. Madame la présidente du comité de discussion « OUAJIA NAOUEL», et Madame « BOUCHOUKH IMANE ».

Nous aimerions aussi adresser nos vifs remerciements à Mme KHADIDJA DJENNANE pour toutes les informations et les conseils qu'elle nous a donné.

Sans oublié de remercier les employés du centre de recherche en Biotechnologie (C.R.Bt) Constantine pour leurs soutien.

Nous remercions Monsieur BAKA MEBAREK, Directeur Administratif de Département « Biologie et Ecologie » pour son partage d'informations.

Et à la fin nous remercions tous qui nous ont aidées.

Sommaire

Sommaire

Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction	
Partie bibliographique :	
Chapitre 1 : Généralités sur le palmier dattier	
I Généralités.....	4
I.1. Aspects botaniques du palmier dattier.....	4
I.2. Classification scientifique.....	6
1. Classification de Cronquist (1981).....	6
2. Classification APG III (2009).....	6
I.3. Répartition géographique du palmier dattier.....	7
1. Dans le monde.....	7
1.1. Production mondiale de dattes.....	7
2. En Algérie.....	8
2.1. Production de dattes en Algérie.....	8
I.4. Les ressources tirées du palmier dattier.....	9
II Les exigences écologiques du palmier dattier.....	10
II.1. Exigences climatiques.....	10
II.2. Exigences édaphiques.....	10
II.3. Exigences hydriques.....	11
III Composition chimiques du palmier dattier.....	11
Chapitre 2 : Le compostage	
I Historique du compost.....	13
II Définition de compost.....	14
III Processus de compostage.....	15
1. Les matières organiques.....	16
2. Organismes décomposeurs.....	16

III.2.1. Micro-organismes et décomposeurs chimiques.....	17
1. Bactéries.....	17
2. Les champignons.....	18
3. Les actinomycètes.....	19
III.2.2. Les macroorganismes.....	19
IV Les phases du processus de compostage.....	20
V Types de compostage.....	20
1. Le processus de compostage anaérobie.....	20
2. Le processus de compostage aérobie.....	21
V.2.1. Facteurs influençant le compostage aérobie.....	22
1. Aération.....	22
2. Humidité.....	22
3. Éléments nutritifs.....	23
4. Température.....	23
5. Teneur en lignine.....	23
6. Polyphénols.....	24
7. Valeur du PH.....	24
VI Quelles sont les différentes techniques de compostage ?.....	24
VI.1. Le compostage en tas.....	25
VI.2. Le compostage en bac.....	25
VI.3. Le compostage en silo auto-construit.....	25
VI.4. Le compostage de surface ou mulching.....	25
VI.5. Le lombricompostage.....	26
VII Les avantages du compost.....	26
VII.1. Effet sur la structure du sol.....	26
VII.2. Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol.....	26
VII.3. Effet sur la biologie.....	27
VIII Quelques inconvénients du compost.....	27

Partie expérimentale :

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

I	Méthode de travail.....	28
I.1.	Région d'étude.....	28
II	Objectif.....	29
III	Matériels utilisés.....	29
III.1.	Matériel de terrain.....	29
III.2.	Matériel de laboratoire.....	29
IV	Méthode de préparation de compost.....	30
IV.1.	Choix du lieu de compostage.....	30
IV.2.	Collecte des palmes sèches.....	30
IV.3.	Broyage.....	30
IV.4	Mise en andains (Un andain est composé d'un mélange de $\frac{3}{4}$ de volume de broyat de palmes et $\frac{1}{4}$ de volume total du fumier).....	31
IV.5.	Contrôle et suivi du compostage.....	32
IV.5.1.	variation de température et de l'humidité.....	32
IV.5.2.	Le retournement.....	32
IV.5.3.	La maturité du compost.....	33
V	Mode analytique.....	34
V.1.	Mesure du pH.....	34
V.1.1.	Principe.....	34
V.1.2.	Mode opératoire.....	34
V.2.	Conductivité.....	35
V.2.1.	Principe.....	35
V.2.2.	Mode opératoire.....	35
V.3.	Cendres et Matière Organique.....	36
V.3.1.	Principe.....	36
V.3.2.	Mode opératoire.....	37
V.3.3.	Les calculs.....	38
V.4.	Azote totale et Protéine.....	38
V.4.1.	Principe.....	38
V.4.2.	Mode opératoire.....	39
V.4.3.	Les calculs.....	43

V.5.	Les éléments minéraux P, Ca, Mg, K, Na.....	44
V.5.1.	Principe.....	44
V.5.2.	Minéralisation.....	44
1.	Phosphore totale.....	45
1.1.	Principe.....	45
1.2.	Mode opératoire.....	45
1.3.	Etalonnage.....	46
1.4.	Calculs des résultats.....	46
2.	Phosphore assimilable.....	46
2.1.	Mode opératoire.....	46
2.2.	Gammes étalons.....	46
2.3.	Les calculs.....	47
VI	L'analyse statistique.....	47
V.1	Analyse par l'analyse de la variance (ANOVA).....	47
Chapitre 2 : résultats et discussion		
I	Etude comparative entre le compost et la tourbe.....	48
I.1.	Etude de corrélation des caractéristiques étudiées sur le compost et la tourbe.....	48
I.2.	Comparaison des matières organiques, minérales et le phosphore assimilable dans le compost et la tourbe.....	49
I.3.	Comparaison de taux d'Azote, protéines et le pH dans le compost et la tourbe.....	50
I.4.	Comparaison de la conductivité électrique dans le compost et la tourbe.....	52
I.5.	Comparaison du phosphore dans le compost et la tourbe.....	54
	Conclusion.....	55
Bibliographie		

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1 :	Figuration schématique du palmier dattier.	05
Figure 2 :	Répartition géographique du palmier dattier dans le monde.	07
Figure 3 :	Répartition géographique du potentiel phoénicicole Algérien.	08
Figure 4 :	La composition des dattes selon l'analyse chimique du palmier dattier.	12
Figure 5 :	Le processus de compostage.	16
Figure 6 :	Les 4 phases du processus de compostage.	20
Figure 7 :	Situation géographique de l'ITDAS la station d'Ain ben Naoui (Biskra).	28
Figure 8 :	Principe de la méthode de Kjeldahl.	39
Figure 9 :	Caractéristiques étudiées sur le compost et la tourbe.	49
Figure 10 :	Comparaison de N, Pr et pH dans le compost et la tourbe.	50
Figure 11 :	La conductivité électrique dans le compost et la tourbe.	52
Figure 12 :	Le phosphore dans le compost et la tourbe.	54

Liste des photos

Photo :	Titre :	Page :
1	Dattes de l'Algérie.	09
2	Bactéries du sol.	18
3	Champignons microscopique de compost.	18
4	Les actinomycètes observés par le microscope électronique à balayage	19
5	A l'intérieur de la palmeraie, dans un endroit proche d'une source d'eau, bien aéré et protégée des vents. (ITDAS).	30
6	Les palmes sèches (ITDAS).	30
7	Broyage des palmes (ITDAS).	31
8	La disposition de l'andain (ITDAS).	31
9	Mesure de température dans l'andain (ITDAS).	32
10	Le retournement avec l'arrosage de l'andain (ITDAS)	33
11	L'andain avant et après le compostage (ITDAS).	34
12	Mesure du pH.	35
13	L'agitation des échantillons.	35
14	L'extrait après la filtration.	36
15	Mesure de la conductivité.	36
16	Le four a moufle qui réalise la calcination.	37
17	Les échantillons après la calcination.	38
18	La minéralisation des échantillons.	39
19	La dilution des réactifs par l'H ₂ O et le NaOH.	40
20	Avant la distillation.	41
21	Après la distillation.	41
22	Les solutions avant la titration.	42
23	Le dosage par l'HCL.	42
24	Le virage de couleur après la titration par l'HCL.	43
25	Vaporisation des échantillons sur la plaque chauffante.	44
26	Les solutions après la filtration.	45

Liste des tableaux

Tableau :	Titre :	Page :
1	Matrice de corrélations entre les différentes caractéristiques étudiées.	48
2	Analyse de la variance (Variable P as, MO, MM).	49
3	Analyse de la variance (Variable pH, N, Pr).	51
4	Analyse de la variance (Variable CE).	53
5	Analyse de la variance (Variable P).	54

Liste des abréviations

MO : Matière Organique

MM : Matière minérale

Pr : Protéines

P : Phosphore

P as : Phosphore assimilable

K: Potassium

Ca: Calcium

Mg: Magnesium

Na: Sodium

ITDAS : Institut technique du développement de l'agronomie saharienne

FDPS : Ferme de développement et de production de semence

C.R.Bt : Centre de recherche en Biotechnologie

N : Azote

Moy : Moyenne

ml : millilitre

C/N : Rapport carbone azoté

CE : Conductivité électrique

pH : Potentiel hydrogène

µm : Micromètre

ANOVA : Analyse de la variance

P : Valeur de probabilité

nm : Nanomètre

ppm : Partie par million

Résumé

Le but de notre recherche (Réalisation d'un compost à base de déchets du palmier dattier) est de valoriser l'idée d'exploiter les restes de palmiers dans la production d'engrais organiques naturels sans substances chimiques (compost). Nous avons mené une étude au niveau du laboratoire sur les composants chimiques du Compost et les avons comparés à un engrais organique importé (Tourbe), où les résultats montrent une supériorité du Compost local sur l'engrais importé.

L'analyse a montré que le compost a un rapport de pH idéal (pH = 7,3), un indice CE de (5095 $\mu\text{s} / \text{cm}$), un taux d'azote (1,022%), des protéines (environ 6,38%), du phosphore (0,00874%), un pourcentage important de matières organiques (45,50%) et de matières minérales (54,5%) par rapport à celles trouvées dans les engrais importés et modifiées par des additifs chimiques.

L'objectif de cette étude est d'encourager le recyclage et la valorisation de ces résidus dans la production d'engrais organiques (compost), avec une formule naturelle riche contenant les éléments nutritifs les plus importants nécessaires à la plante (azote - phosphore - matière organique ...). Sans produits chimiques ni éléments lourds qui sont présents dans les engrais importés, faciles à fabriquer et à utiliser, à des coûts économiques réduits, Qui sont d'un grand avantage pour les cultures agricoles et améliorent la qualité des sols tout en réduisant la pollution de l'environnement en évitant de brûler ces déchets et perdre la matière organique.

Notre étude attire l'attention des autorités concernées pour qu'elles activent leur rôle dans le développement de ce projet et de le valoriser pour augmenter son efficacité économique.

Les mots clés : Le palmier dattier, compost, tourbe, *Phoenix dactylifera* L.

الملخص

يناقش موضوع بحثنا (Réalisation d'un compost a base des déchets du palmier dattier) تهمين فكرة استغلال بقايا أشجار النخيل في إنتاج أسمدة عضوية طبيعية خالية من المواد الكيميائية (الكومبوست). قمنا بإجراء دراسة مخبرية للعناصر الكيميائية المكونة للكومبوست ومقارنتها مع سماد عضوي مستورد (تورب) حيث أثبتت النتائج تفوق الكومبوست المحلي على السماد المستورد.

أظهر التحليل أن الكومبوست يحتوي على نسبة حموضة مثالية ($ph=7,3$) ودرجة ناقلية تقدر ب ($5095 \mu s / cm$)، ومعدل الأزوت (1.022%)، والبروتين حوالي ($6,38\%$)، والفوسفور بنسبة ($0,00874\%$)، ونسبة معتبرة للمادة العضوية ($45,50\%$) والمواد المعدنية المقدرة ب ($54,5\%$) مقارنة مع الموجودة في السماد المستورد والمعدل بمضافات كيميائية.

نهدف من خلال دراستنا إلى تشجيع رسكلة وتهمين هذه البقايا في إنتاج الأسمدة العضوية (الكومبوست) ذات التركيبة الطبيعية الغنية والتي تحتوي على أهم العناصر الغذائية الضرورية للنبات (الأزوت - الفوسفور - المادة العضوية) خالية من المواد الكيميائية والعناصر الثقيلة الموجودة في الأسمدة المستوردة، سهل التصنيع والإستعمال، وبتكاليف قليلة إقتصادية والتي تدر بفائدة عظيمة على المحاصيل الزراعية وتحسين نوعية التربة بالإضافة الى حدها من تلوث البيئة من خلال تجنب حرق هذه المخلفات وهدر المادة العضوية، لفت انتباه الجهات المعنية لتفعيل دورها في تطوير هذا المشروع وتهمينه من أجل رفع كفاءته الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، *Phoenix dactylifera L*، Compost، Tourbe.

Summary

The theme of our research (Realization of a compost based on date palm waste) is to value the idea of exploiting palm remains in the production of natural organic fertilizers free of chemical substances (compost). We conducted a laboratory-level study of the chemical components of Compost and compared them to an imported organic fertilizer (Peat), where the results show a superiority of local Compost over the imported fertilizer.

The analysis showed that the compost contained an ideal pH ratio (pH = 7.3), an EC index of (5095 $\mu\text{s} / \text{cm}$), a nitrogen level (1.022%), proteins (approximately 6.38 %), phosphorus (0.00874%), a significant percentage of organic matter (45.50%) and mineral matter (54.5%) compared to those found in imported fertilizers modified with chemical additives.

The objective of this study is to encourage recycling and recovery of these residues in the production of organic fertilizers (compost), with a rich natural formula containing the most important nutrients necessary for the plant (nitrogen - phosphorus - matter organic ...). Without chemicals or heavy elements that are present in imported fertilizers, easy to manufacture and use, at reduced economic costs, which are of great benefit to agricultural crops and improve soil quality while reducing pollution of the environment by avoiding burning this waste and losing organic matter.

Our study draws the attention of the concerned authorities so that they activate their role in the development of this project and valorize it, to increase its economic efficiency.

Key words: compost, peat, Date palm, Phoenix dactylifera.

Introduction

Introduction

Le Sahara est le plus grand désert d'Afrique, mais aussi du monde. De l'Atlantique à la mer Rouge, près de 8,5 millions de kilomètres carrés de sable traversent dix pays, de l'Égypte à la Mauritanie (**ROGNON P, 1994**).

Au Sahara, la vie était presque impossible en dehors de l'oasis. Cette dernière est composée de plusieurs palmeraies (**BOUAMMAR B, 2007**).

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde. C'est une monocotylédone arborescente, de la famille des Arecaceés ou Phoenicicacées sous famille des Coryphoideae, du genre *Phoenix* et de l'espèce *Phoenix dactylifera* L. Il constitue la principale source de vie de la population saharienne (**CHEHMA et LONGO, 2001**).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est le composant principal de l'écosystème oasien. Le jardin phœnicicole présente une importance capitale pour l'oasien car à partir de ce milieu, on peut tirer énormément de produits à des fins domestiques (**FACI, 2008**).

Environ 18 millions de palmier dattiers sont cultivés en Algérie sur une superficie de 169 380 ha (**BOUGUEDOURA et al, 2015**).

La population saharienne est connue depuis longtemps par son savoir mais aussi par son savoir-faire et son art de se nourrir. Les dattes constituent la matière première pour l'élaboration d'un grand nombre de produits alimentaires. Alors que les sous-produits du palmier constituaient une source de bois de construction, de chauffage, d'articles artisanaux et d'ustensiles de travail, soit au niveau du foyer ou pour les travaux dans la palmeraie, ainsi que les produits médicinaux et cosmétiques (**SEBIHI, 2014**).

En effet, le palmier dattier qui constitue le pivot de l'agriculture, offre une large gamme de sous-produits agricoles, utilisés traditionnellement à des fins domestiques. L'estimation du tonnage des sous-produits soins disponibles avec des tonnages annuels appréciables, de l'ordre de tonnes de folioles de palmes sèches, tonnes pour les rebuts de dattes et 5000 tonnes pour les pédicelles de dattes (**CHEHMA et LONGO, 2001**).

Alors que (SEBIHI, 2014), le tonnage des palmes séchés tonnes, de régimes, de pétioles (cornefs) et pour le fibrillum (lif) tonnes restant perdus.

En effet, le patrimoine phoenicicole algérien reste sujet à diverses contraintes qui entravent son développement et sa valorisation. Il assure une source d'alimentation, une rente commerciale, un matériel de confection et d'artisanat, et est utilisé dans la lutte contre l'ensablement (DADDI BOUHOUN, 2010).

Plus que jamais, à l'aube de ce siècle les activités humaines connaissent un grand chamboulement dans tous les domaines, notamment industriel et agro-environnemental.

Les agriculteurs et les écologues doivent réfléchir à des nouvelles stratégies de production bénéfiques pour l'environnement en diminuant les taux de pollution et de dégradation des écosystèmes naturels et cultivés. On peut imaginer l'agriculture biologique, par la valorisation des déchets organiques comme les organes du palmier dattier dans la reconstitution et la fertilisation des sols.

Dans ce contexte que notre travail est inscrit, il s'agit du compost. Ce dernier est un excellent amendement du sol. Il possède une forte concentration en matières organiques et aide à rendre à la terre certaine de ses propriétés qui s'épuisent avec le temps. Il peut largement remplacer les mélanges de terre et engrais disponibles dans le commerce, et être utilisé pour toutes les cultures : légumes, plantes à fleurs annuelles, herbes potagères, plantes vivaces, buissons à fleurs et fruitiers, arbres fruitiers, pelouses, dans les bacs à fleurs ou à l'occasion de plantations d'arbres ou de préparation et d'amélioration de terrains (ZEGELS, 2012).

Toute matière organique se décompose avec le temps et en principe tous les déchets organiques pourraient être compostés. Mais, pour obtenir un bon rendement avec le compost, certaines règles sont à suivre. En première ligne, il est important de garantir de bonnes conditions de vie aux microorganismes, qui décomposent et transforment les matières organiques (ZEGELS, 2012).

Pour la réalisation de cette étude, nous avons suivi la démarche suivante :

D'abord nous avons effectué une revue bibliographique comprenant deux chapitres dont le premier est d'étudier généralités sur le palmier dattier, le deuxième est centré autour du compostage.

Puis l'étude expérimentale, comporte deux chapitres qui présentent les matériels et la méthode utilisé, les résultats et la discussion sur l'utilisation de compost à base des déchets du palmier dattier et cela à travers les statistiques de l'analyse de la variance (ANOVA) qui permet de valoriser notre travaille.

Partie
bibliographique

Chapitre I

*Généralités sur le palmier
dattier*

I Généralités

I.1. Aspects botaniques du palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) est une Monocotylédone arborescente à tronc monopodial. Le stipe contient des faisceaux libéroligneux qui semblent relier directement chaque racine à une palme bien déterminée ; les vaisseaux conducteurs ont des cloisons terminales à perforations scalariformes. Dans son jeune âge, le palmier dattier possède un cambium extra-fasciculaire dans le méristème, sous le point végétatif, qui a pour rôle de faire grossir le tronc ; cette assise de prolifération des cellules lui donne son calibre définitif puis disparaît. Il est doté d'un simple bourgeon terminal ou zone de croissance en longueur. Le stipe est couvert régulièrement des cicatrices des anciennes palmes.

Le système racinaire très développé comprend une racine primaire unique et temporaire et des racines secondaires grêles, longues, obliques ou horizontales, parfois aériennes, mais généralement noyées dans une masse spongieuse de racines mortes.

Les palmes (Djerid) sont insérées, en hélices très rapprochées, sur le stipe par une gaine pétiolaire bien développée (Cornaf) enfouie dans un fibrillum, feutrage appelé lif ; leur pétiole (rachis) est semi-cylindrique, épineux vers la base (chouque) et constamment dur ; le limbe, entier et fripé au début de la croissance, se développe ensuite, découpé en folioles ; sa nervation est pennée. Le limbe des folioles, à cuticule épaisse, est toujours coriace et recouvert d'une mince couche de cire : la nervure de chaque foliole fait saillie à la face inférieure ; les folioles sont dupliquées. Les palmes peuvent mesurer de 2 à 6 mètres de longueur et vivent de 3 à 7 ans. On en compte de 50 à 200 par arbre environ.

Le palmier dattier est une plante dioïque dont l'inflorescence très caractéristique est une grappe d'épis. Les fleurs sont sessiles et insérées sur un axe charnu ramifié. L'ensemble est entouré d'une gaine : la spathe. Les fleurs mâles possèdent six étamines à déhiscence interne. Dans les fleurs femelles, l'ovaire comporte en général trois carpelles libres ; chacune d'elles renferme un ovule anatrope ; basilaire-axile ($2n = 36$) ; beaucoup de ces ovules avortent, un seul ovule par fleur est fécondé et un seul carpelle se développe. Les fleurs mâles ont une odeur caractéristique rappelant un peu l'anis. Les fleurs femelles sont inodores.

Le fruit est une baie. Le mésocarpe est fibro-charnu, l'endocarpe uni à la graine est membraneux.

La graine ou amande a un embryon circulaire en dépression (ou non) et un albumen corné de matière cellulosique.

Le palmier dattier, monocotylédone dioïque, a une fécondation obligatoirement croisée et souvent les individus d'une même population ne fleurissent pas tous en même temps. Le *Phoenix dactylifera* L, méris non fixé à grande hétérozygotie, à la propriété de former des rejets (djebar) généralement à la base du stipe et chaque rejet planté donne un palmier dattier ayant alors les mêmes caractères que le pied-mère, ce que l'on ne peut obtenir par semis (TOUTAIN, 1967).

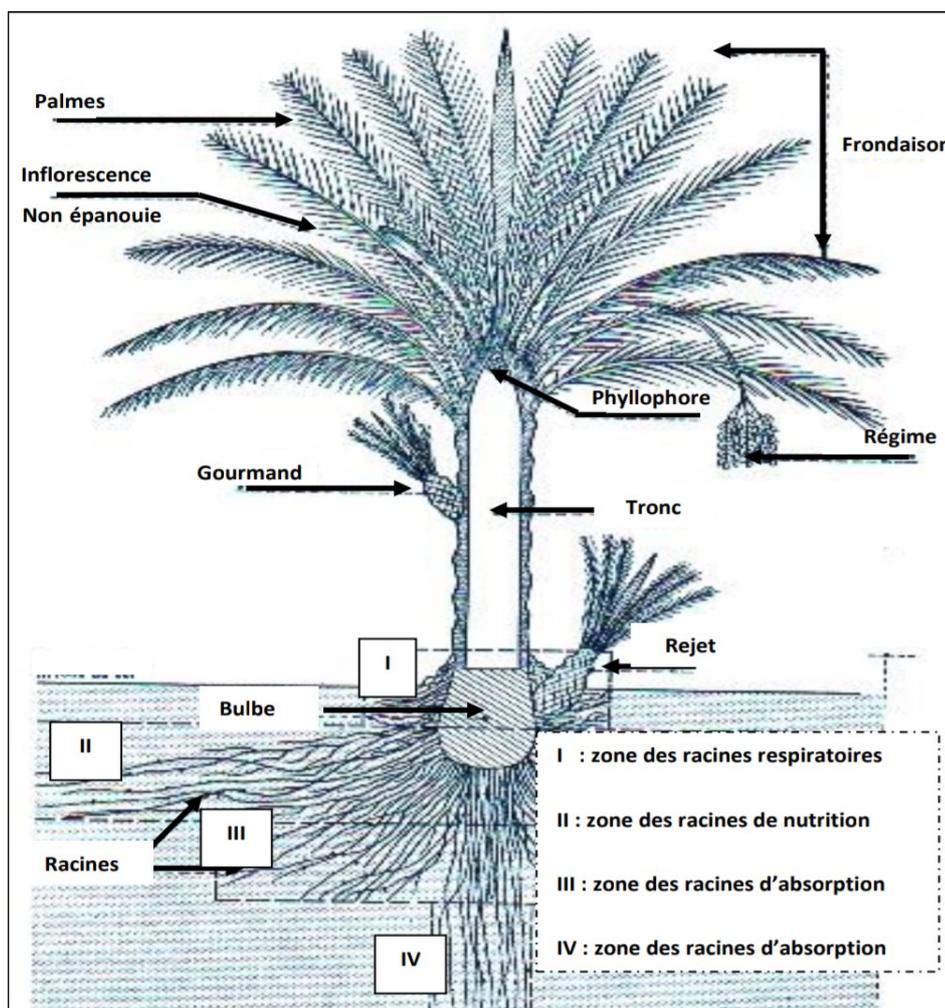


Figure 1 : Figuration schématique du palmier dattier (BELGUEG, 2002).

I.2. Classification scientifique

1. Classification de Cronquist (1981)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Arecidae
Ordre	Arecales
Genre	Phoenix
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L

2. Classification APG III (2009)

Clade	Angiospermes
Clade	Monocotylédones
Clade	Commelinidées
Ordre	Arecales
Famille	Areaceae
Genre	Phoenix
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L

I.3. Répartition géographique du palmier dattier

1. Dans le monde

Le dattier est une espèce xérophile, il ne peut fleurir et fructifier normalement que dans les déserts chauds (AMORSI, 1975). Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes, principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (TOUTAIN, 1996). Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^e siècle. Sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation de variétés irakiennes (MATALLAH, 2004 ; BOUGUEDOURA, 1991 ; HILGEMAN, 1972). Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (MATALLAH, 2004).

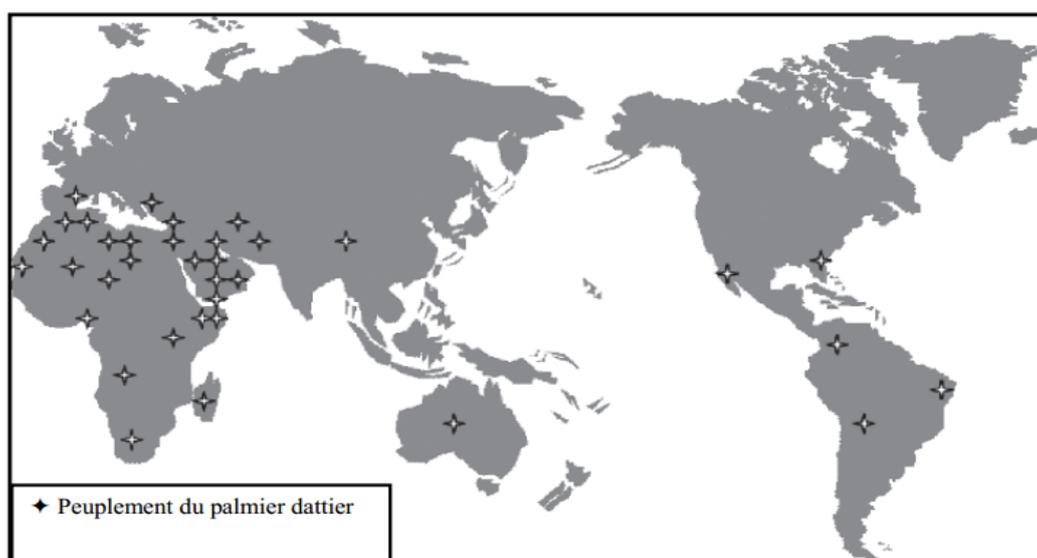


Figure 2 : Répartition géographique du palmier dattier dans le monde (EI HADRAMI et EI HADRAMI, 2009).

1.1. Production mondiale de dattes

La production mondiale de dattes est d'environ 7 millions de tonnes par année et a plus que doublé depuis les années 1980. Cela place la datte au 5^eme rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. D'après la F.A.O, la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2010 (FAO, 2010).

2. En Algérie

D'après MESSAR (1996), la palmeraie algérienne est essentiellement concentrée dans le Sud- Est, son importante décroissant en allant vers l'Ouest et le sud. C'est dans les wilayas d'el Oued, Biskra et Ouargla où les conditions du milieu sont les plus favorables que la conduite du palmier est la mieux maîtrisée. La superficie occupée par le palmier dattier couvre 103.129ha. Elle diffère d'une wilaya à une autre. La superficie la plus importante concerne les wilayas de Biskra et d'El-Oued atteignant toutes les deux 53.533ha soit 52%, soit plus de la moitié de la superficie totale par le palmier dattier.

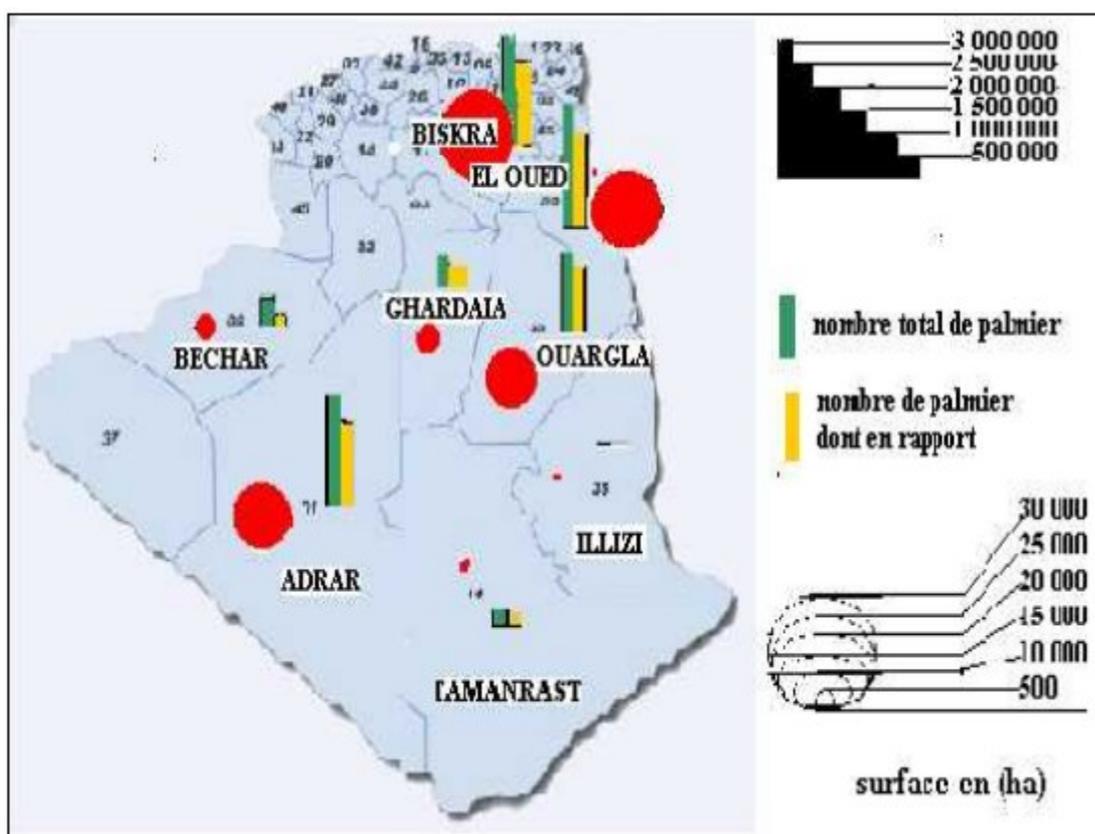


Figure 3 : Répartition géographique du potentiel phoénicicole Algérien (DSA, 2001).

2.1. Production de dattes en Algérie

La production est estimée à 492.217 tonnes dont 244.636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet Nour), 164.453 tonnes (33 %) des dattes sèches (Degla Beida et analogues) et 83.128 tonnes soit 17 % des dattes molles (Ghars et analogues). (BUELGUEDJ, 2007).

Actuellement, la palmeraie algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier se trouve également dans d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara que l'on considère par rapport aux palmeraies sahariennes, de « marginales » (BUELGUEDJ, 2007).

I.4. Les ressources tirées du palmier dattier

Le palmier dattier est l'arbre providence des régions désertiques où il croît. Il donne une gamme étendue de produits, et en premier lieu : La datte (TOUTAIN, 1967).



Photo 1 : Dattes de l'Algérie.

La datte, aliment de grande valeur énergétique, elle permet à des millions de familles de se maintenir dans des régions à climats difficiles. Dans un monde où les 2/3 de la population souffrent de la faim, la datte qui peut être transformée (pâtes, confitures, crème, farine, etc...) trouvera toujours un marché largement ouvert. Les graines, servent à l'engraissement du cheptel et concassées. Les graines torréfiées du palmier dattier peuvent fournir un succédané de café. Le tronc sert en menuiserie (charpente) et comme bois de chauffage. A partir du stipe incisé, on obtient le vin de palme (Lagmi) qui peut être bu frais ou fermenté, par distillation de la datte on extrait un alcool nommé Arak. Le bourgeon terminal du palmier dattier fournit le djemmar. De plus, le palmier permet les cultures sous-jacentes l'été en les abritant du soleil. Le *Phoenix dactylifera* est très bien adapté aux climats

de type saharien, avec l'eau, il a permis à l'homme d'établir des centres de vie dans les régions les plus arides du Globe (TOUTAIN, 1967).

II Les exigences écologiques du palmier dattier

Plusieurs aspects concernant les exigences écologiques du palmier dattier sont abordés dans cette partie tel que : les exigences climatiques, les exigences édaphiques, et les exigences hydriques.

II.1. Exigences climatiques

Le dattier est une plante thermophile, l'activité végétale se manifeste à partir d'une température de 7°C à 10°C, héliophile (un bon éclaircissement) et sensible à l'humidité de l'air (MUNIER, 1973). Il doit bénéficier, pour une production normale, d'un climat, sec et ensoleillé (TOUTAIN, 1979). Durant la fructification, le dattier a besoin d'une somme de température variant de 5000 à 6000°C (AMINE, 1973). Les vents ont une action sur la propagation de quelques déprédateurs du palmier dattier comme l'Ectomyelois ceratoniae et Parlatoria blanchardi. Dans la répartition spatiale de l'infestation de ce déprédateur la direction Nord est la plus infestée correspondant à la direction des vents dominants au niveau des palmeraies de la région d'Ouargla (HADDAD, 2000).

II.2. Exigences édaphiques

Le palmier dattier s'accommode aux sols de formation désertique et subdésertique très divers, qui constituent les terres cultivables de ces régions. Il croit plus rapidement en sol léger qu'en sol lourd, ou il entre en production plus précocement. Il exige un sol neutre, profond, bien drainé, assez riche ou susceptible d'être Fertilisé (TOUTAIN, 1979). Le dattier est très tolérant au sel (MUNIER, 1973). Il végète normalement à des concentrations supérieures à 10 g/l, la concentration extrême de la solution de sel est de 15%. Au-delà de 30% le dattier dépérit (BOUGUEDOURA, 1991).

II.3. Exigences hydriques

Le palmier dattier peut vivre en atmosphère sèche, pourvu que les besoins en eau au niveau des racines soient satisfaits. Les apports d'eau doivent être suffisants pour couvrir tous les besoins du palmier dattier, pour compenser les pertes par infiltration et par évaporation à la surface du sol et pour lessive le sol afin d'éliminer les sels accumulés (PEYRON, 2000).

III Composition chimiques du palmier dattier

Les analyses de feuilles de palmier dattier faites par les spécialistes américains ont montré qu'elles avaient des teneurs élevées en matières sèches (de l'ordre de 40 %), en chlorures (1,5 %) et en soufre (4/o). Par contre, les quantités de matière azotées et phosphorées sont faibles. La teneur en cations (Na - Ca - Mg - K) est également réduite (TOUTAIN, 1967).

La Société Algérienne du Sud Algérien a fait procéder à l'analyse des productions annuelles d'un palmier dattier, c'est-à-dire des palmes, des hampes fructifères et des dattes (45 kg). En conclusion, elle estime qu'il fallait restituer au sol, par hectare de palmeraie et par an : 72,4 kg d'azote, 10,8 kg d'acide phosphorique et 32,6 kg de potasse (TOUTAIN, 1967).

- 100 g de pulpe de dattes révèlent à l'analyse :

2 g de protéines, 0,9 g de lipides, 73 g de glucides, 20 g d'eau, 70 mg de soufre, 60 mg de phosphore, 250 mg de chlore, 10 mg de sodium, 650 mg de potassium, 63 mg de magnésium, 63 mg de calcium, 3,5 mg de fer, 0,25 mg de cuivre, 0,34 mg de zinc, 0,15 mg de manganèse.

Vitamines : traces de vitamines C et D. B1 : 0.099 mg. B2 : 0,05 mg, PP : 2,2 mg

- Composition de la graine du palmier dattier :

6,46 % d'eau, 8,49 % d'huile, 5,22 % de protéines ; 62,51 % de glucides, 16,20 % de fibres, 1,12% de cendres, 7,3 % d'acides gras (indice d'iode : 56,3).

Comme nous le voyons, la datté est surtout un aliment glucidique et la teneur en sucres des dattes est variable suivant les variétés (TOUTAIN, 1967).

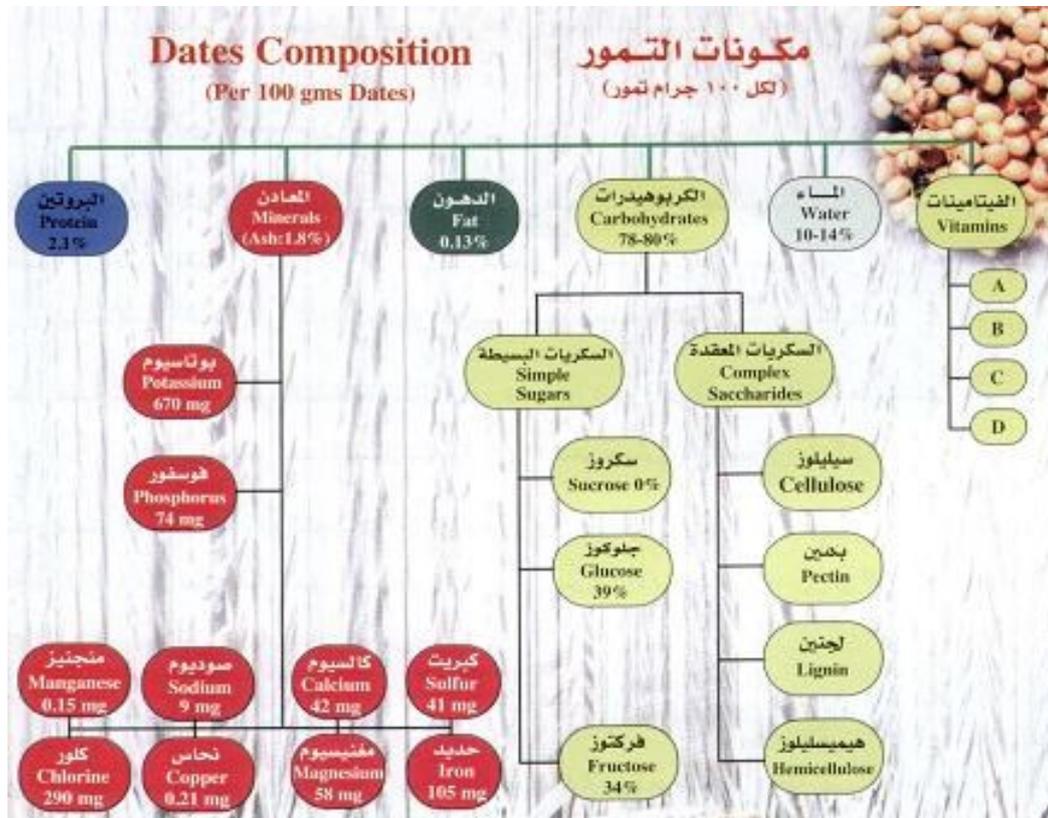


Figure 4 : La composition des dattes selon l'analyse chimique du palmier dattier

(عبد الباسط، 2012).

Chapitre II

Le compostage

I Historique du compost

Bien avant que l'homme n'envahisse la planète, les phénomènes de compostage étaient naturellement actifs. Dans chaque marécage, forêt et prairie partout où se trouvait de la végétation, il y avait une activité de compostage. Puis, un de nos ancêtres a remarqué que les cultures étaient plus vigoureuses lorsqu'elles poussaient à proximité de fumier et de végétaux en décomposition. Cette découverte fut ensuite transmise aux générations suivantes. Une des premières références à l'utilisation du compost en agriculture remonte à des tablettes d'argile gravées de l'Empire Acadien en Mésopotamie, après les Romains en connaissaient la technique, les Grecs et les tribus d'Israël en parlent. Il existe aussi des références au compostage dans des textes liturgiques médiévaux et dans la littérature de la Renaissance (ANONYME, 2015).

Les Chinois ont appliqué systématiquement les principes du compostage. Les déchets de cultures étaient déposés sur les voies de circulation pour être broyés par le passage des chariots. Ils étaient ensuite réutilisés dans les champs mélangés à du fumier d'origine humaine et animale. Au 19^{ème} siècle en Nouvelle Angleterre, l'entreprise Stephen Hoyt and Sons utilise 220.000 poissons en une saison pour fabriquer du compost. Le début du vingtième siècle et particulièrement la période d'après la deuxième guerre mondiale ont introduit les méthodes de culture « scientifiques ». Ces techniques mettaient en avant l'utilisation d'engrais chimiques riches en éléments nutritifs. Les mélanges de boues et de poissons crevés ne semblaient pas très efficaces face à un sac d'engrais chimique. Pour les paysans de bien des régions du monde, les nouveaux engrais chimiques remplacèrent le compost. En 1905, un agronome du gouvernement britannique, Sir Albert Howard, se rendit en Inde. Il y séjourna 29 ans et expérimenta de nombreuses techniques de fabrication du compost avant de choisir la Méthode Indore. Cette méthode consiste en un mélange de trois quart de déchets végétaux et un quart de fumier. Les déchets sont disposés en couches et retournés pendant la décomposition (ANONYME, 2015).

La publication du livre de Sir Howard : « An Agricultural Testament » (1943), relança l'intérêt pour les méthodes d'agriculture et de jardinage « biologique ». En Amérique du nord, J. I. Rodale a continué et développé le travail de Sir Howard. Il a créé le « Farming

Research Centre and Organic Gardening magazine ». A l'heure actuelle, les techniques d'agriculture et de jardinage « biologiques » deviennent de plus en plus populaires. Même les agriculteurs qui utilisent principalement les engrais chimiques reconnaissent l'intérêt du compost pour la croissance des végétaux et pour la remise en état de sols épuisés et sans vie (ANONYME, 2015).

II Définition de compost

Plusieurs définitions ont été mise en évidence, le compost n'est pas une chose facile car c'est un produit complexe, plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou la maîtrise de la technique par l'homme.

Pour (MUSTIN, 1987), c'est un produit biologique obtenu de la décomposition des constituants organiques des sous-produits.

Selon (GOTSCHALL et AL, 1991), le compost est la culture de la faune et de la flore naturelle du sol activées par aérations du tas.

(HOITINK, 1995), voit dans le compost un résultat artificielle qui démarre et se poursuit sous conditions maîtrisées au lieu d'accepter le résultat d'une décomposition naturelle incontrôlée. in (ZNAÏDI.2001).

Quant aux (SUISSES GOBAT et AL, 1998), le compost est un traitement intensif des déchets organiques, en les optimisant, des processus biologiques aérobies de dégradation et de stabilisation des matières organiques complexes. in (ZNAÏDI.2001).

D'après (ITAB, 2001) d'autres définitions peuvent être retenues en fonction du type de produit à traiter ou en fonction de l'objectif du compostage recherché. La nécessité d'une définition est très liée au règlement européen sur l'agriculture biologique, qui oblige au compostage de certaines déjections mais sans en donner de définition. Le compost est donc un produit résulte de la décomposition et la transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (ZNAÏDI, 2001).

D'après (ZEGELS, 2012), le compost est une substance brun foncé et fragmentée qui sent bon les bois. C'est en fait le résultat du recyclage de matières organiques. C'est de l'humus contenant des organismes vivants et des minéraux pouvant servir de nourriture aux plantes.

Le compost est un mot latin qui signifie que les choses sont mises ensemble. Un produit provient de la décomposition de matériaux organiques. La production de compost est considérée comme l'un des moyens efficaces de transformer les déchets agricoles en engrais organiques qui sont des engrais organiques de la plus haute qualité (SOUTH-SOUTH WORD, 2015).

III Processus de compostage

Le compostage est un processus naturel de «dégradation» ou de décomposition de la matière organique par les micro-organismes et les macroorganismes dans des conditions bien définies. Les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets d'animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisant, une fois le processus de compostage terminé. (MISRA. ROY RN. HIRAOKA, 2005).

Aussi le terme de compostage recouvre les phénomènes de décomposition biologique et d'altération des matières organiques par les bactéries et de nombreux autres organismes.

Les bactéries sont les organismes majeurs intervenant dans les processus de décomposition, mais beaucoup d'autres interviennent dans ces processus tels que les champignons, les actinomycètes, les vers et les insectes. Ces organismes provoquent la décomposition en se nourrissant des matières organiques. Le résultat se retrouve sous forme de compost ou d'humus, de couleur foncée, à la fois riche en éléments nutritifs et en capacité d'amélioration de la structure du sol (ANONYME, 2015).

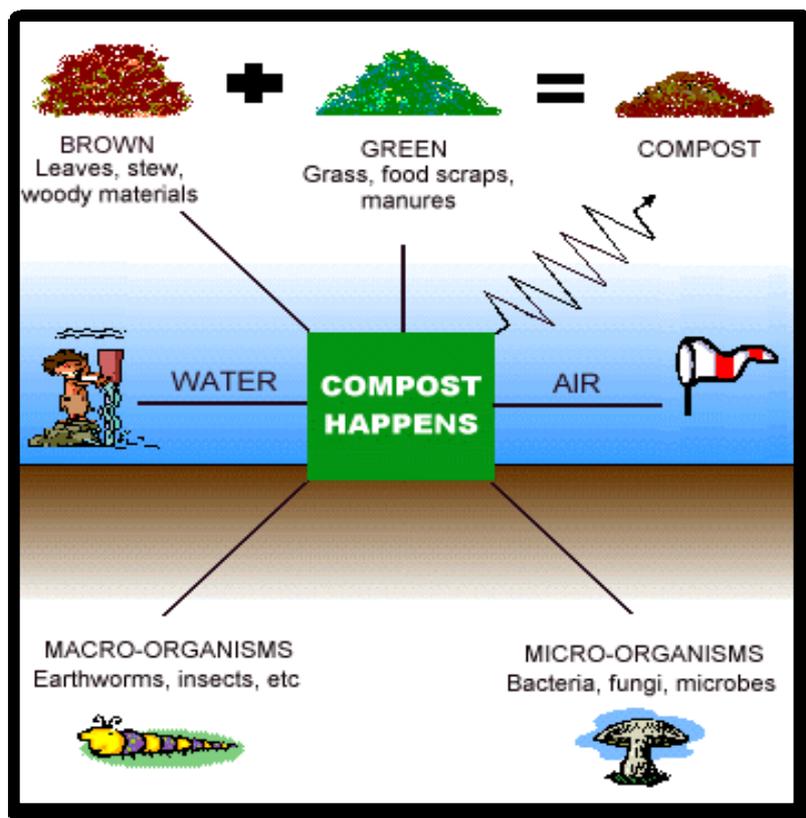


Figure 5 : Le processus de compostage (CHARNAY, 2005).

1. Les matières organiques

N'importe quelle matière organique peut être compostée. En ce qui nous concerne, les matières organiques sont composées de tout ce qui pousse dans notre jardin et les restes de nourriture, particulièrement les fruits et les déchets végétaux. Les mauvaises herbes, les feuilles, les déchets de taille, les trognons de pommes, les sachets de thé et les pelures de pommes de terre sont des déchets organiques. Le bois et les branches non broyés sont organiques mais prennent trop de temps pour se décomposer pour avoir une utilité immédiate dans un compostage amateur (ANONYME, 2015).

2. Organismes décomposeurs

Ils comprennent tous les micro-organismes et les plus gros organismes impliqués dans les phénomènes de décomposition de la matière organique.

Les bactéries sont les premiers micro-organismes impliqués. Elles arrivent avec la matière organique et démarrent les processus en altérant les matières organiques pour pouvoir se nourrir. Les bactéries croissent et se multiplient tant que les conditions leur sont favorables. Elles disparaissent à mesure que les conditions qu'elles ont contribué à changer deviennent plus favorables à d'autres organismes. Les bactéries, les actinomycètes et les champignons consomment directement les déchets et sont désignés comme décomposeurs de premier niveau. Ils sont assistés dans cette tâche par de plus gros organismes tels que vers de terre, scarabées, acariens, cloportes, vers blancs et autres mouches qui consomment aussi directement les déchets.

Les micro-organismes décomposeurs de premier niveau sont ensuite consommés par les décomposeurs de second niveau tels que collemboles, protozoaires et rotifères. Les décomposeurs de troisième niveau se nourrissent des deux types précédents et comprennent entre autre les mille-pattes et les fourmis. Les organismes de chaque étage de la chaîne alimentaire assurent le contrôle des populations des niveaux inférieurs (ANONYME, 2015).

III.2.1. Micro-organismes et décomposeurs chimiques

Les micro-organismes sont responsables de l'élévation rapide de la température du compost.

1. Bactéries

Elles sont toujours présentes dans la masse des déchets organiques et ce dès le début du processus. Elles restent actives durant tout le compostage et en particulier à haute température à la phase thermophile. Elles se multiplient très rapidement. Cette multiplication rapide et le grand nombre d'espèces différentes permettent l'utilisation de résidus organiques (ZEGELS, 2012).



Photo 2 : Bactéries du sol (**GEORGE O'TOOLE, HEIDI. KAPLAN & ROBERTO KOLTER., 2009**).

2. Les champignons

Ils agissent surtout sur les matières qui résistent aux bactéries. Ils ont donc un rôle capital. Les champignons ne résistent pas à des températures supérieures à 50 °C, ce qui explique qu'on les retrouve plus particulièrement en périphérie du compost (**ZEGELS, 2012**).



Photo 3 : Champignons microscopique de compost (**KEVIN DAVID HYDE, JONES, LEANO., 1998**).

3. Les actinomycètes

Sortes de bactéries filamenteuses, ils agissent plus tardivement que les bactéries et les champignons et se multiplient moins rapidement. Les actinomycètes sont spécialisés dans les derniers stades du compostage en s'attaquant aux structures plus résistantes comme la cellulose et la lignine (constituants du bois notamment). (ZEGELS, 2012).

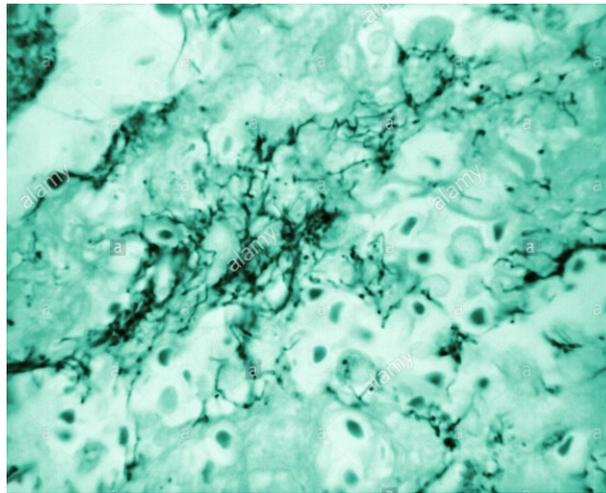


Photo 4 : Les actinomycètes observés par le microscope électronique à balayage (MEB) de droit (Dr. LUCILLE. GEORG, 1967).

A côté de ces trois types de micro-organismes, on retrouve également dans le compost des algues, des virus et des protozoaires (ZEGELS, 2012).

III.2.2. Les macroorganismes

Les macroorganismes sont les êtres visibles impliqués dans la transformation des matières organiques en compost. Ils sont particulièrement actifs dans les derniers stades de maturation du compost quand les températures décroissent mais que la décomposition n'est pas complète. Les micro-organismes effectuent une décomposition chimique alors que les macroorganismes se situent plus haut dans la chaîne alimentaire et décomposent physiquement les matières en les creusant, les grignotant, les mastiquant, les digérant, les suçant et les brassant (ANONYME, 2015).

IV Les phases du processus de compostage

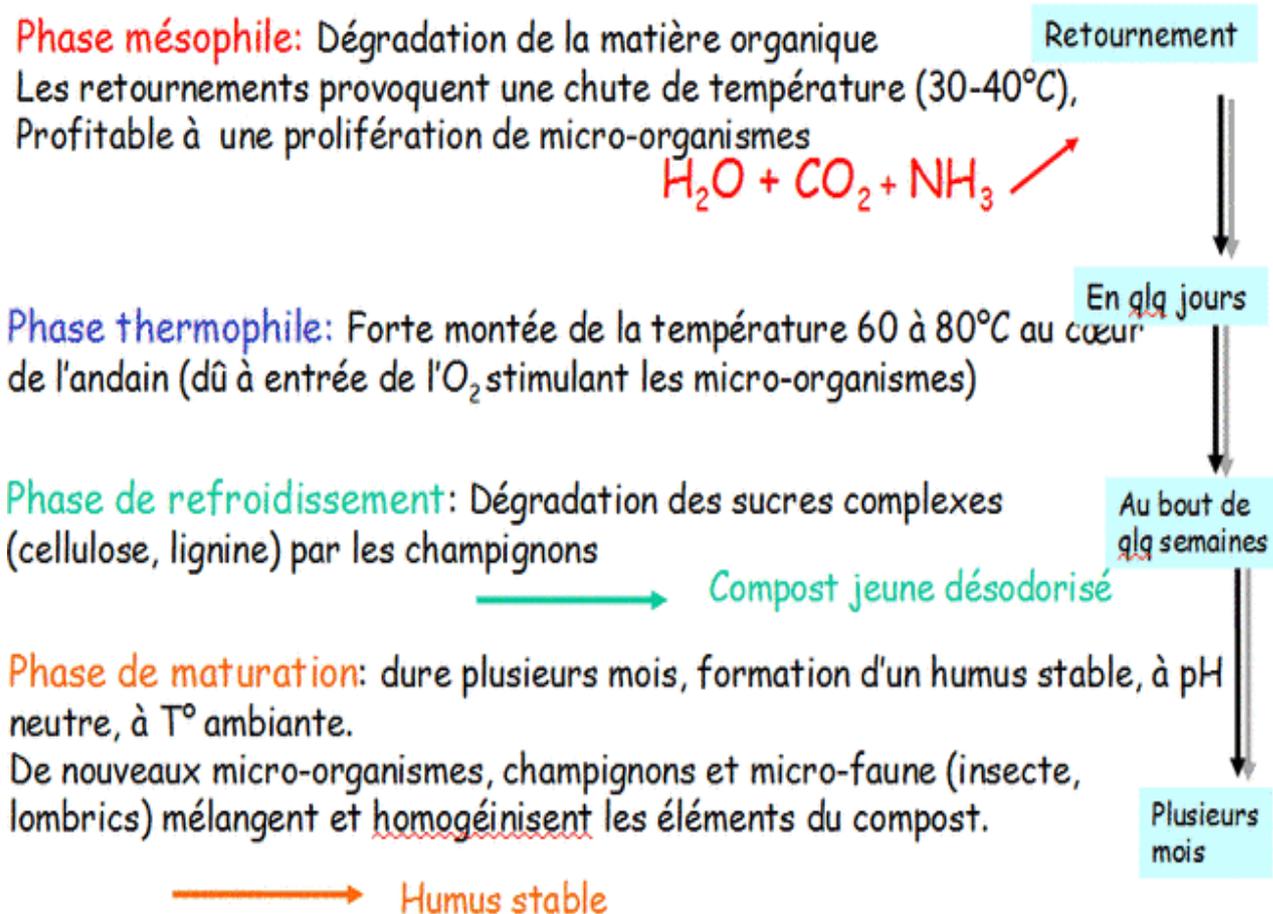


Figure 6 : Les 4 phases du processus de compostage (HACALA et Al, 1999).

V Types de compostage

Le compostage peut être divisé en deux catégories selon la nature du processus de décomposition (MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005).

1. Le processus de compostage anaérobie

Lors du compostage anaérobie, la décomposition se produit quand l'oxygène (O) est absent ou présent en quantité limitée. Dans ce processus, les microorganismes anaérobies dominent et élaborent des composés intermédiaires comme du méthane, des acides

organiques, du sulfure d'hydrogène et d'autres substances. En l'absence d'oxygène, ces composés s'accumulent et ne sont pas métabolisés. Un grand nombre de ces composés ont des odeurs fortes et certains d'entre eux présentent une phytotoxicité. Comme le compostage anaérobie est un processus s'effectuant à basse température, les graines d'adventices et les pathogènes ne sont pas affectés.

De plus, le processus nécessite souvent plus de temps que le compostage aérobie. Ces inconvénients contrebalancent les avantages de ce processus, à savoir le peu de travail nécessaire et la perte limitée d'éléments nutritifs au cours du processus (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

2. Le processus de compostage aérobie

Le processus de compostage aérobie débute par la formation du tas. Dans de nombreux cas, la température atteint rapidement 70 à 80°C au cours des deux premiers jours. Tout d'abord, des organismes mésophiles (dont la température de croissance optimale est comprise entre 20 et 45°C) se multiplient rapidement grâce aux sucres et acides aminés facilement disponibles. Ils produisent de la chaleur par leur propre métabolisme et élèvent la température à un point tel que leurs propres activités sont inhibées. Alors, quelques champignons ainsi que de nombreuses bactéries thermophiles (dont la température de croissance optimale est comprise entre 50 et 70°C) poursuivent le processus, en augmentant la température du compost à 65°C, voire même plus. Cette hausse de température est cruciale pour la qualité du compost car la chaleur tue les pathogènes et les graines d'adventices. La phase active de compostage est suivie par une période de maturation, pendant laquelle la température du tas diminue graduellement. Le début de cette phase est identifiable lorsque le retournement ne provoque plus d'augmentation de la température du mélange. A ce stade, un autre groupe de champignons thermophiles apparaît, responsables d'une étape importante de décomposition des matériaux composant les membranes cellulaires végétales comme la cellulose et l'hémicellulose. La maturation du compost permet d'éviter les risques entraînés par l'utilisation d'un compost immature : faim d'azote (N) et déficience en oxygène, et effets toxiques des acides organiques sur les plantes.

Finalement, la température diminue jusqu'à la température ambiante. Quand le compost est prêt, le tas devient plus homogène et moins biologiquement actif bien que des organismes mésophiles recolonisent le compost. Le matériau devient brun foncé à noir. Les particules sont plus petites et homogènes, et la texture ressemble à celle d'un sol. Au cours du processus, la quantité d'humus augmente, le rapport entre le carbone et l'azote (C/N) diminue, le pH devient neutre, et la capacité d'échange du matériau augmente (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

V.2.1. Facteurs influençant le compostage aérobie

1. Aération

Le compostage aérobie nécessite d'importantes quantités d'oxygène, tout particulièrement lors du stade initial. L'aération est la source d'oxygène, et se trouve être ainsi un facteur indispensable pour le compostage aérobie. Quand l'approvisionnement en oxygène n'est pas suffisant, la croissance des micro-organismes aérobies se trouve limitée, ce qui ralentit la décomposition. De plus, l'aération permet de diminuer l'excès de chaleur et d'éliminer la vapeur d'eau et les autres gaz piégés dans le tas. L'évacuation de la chaleur est particulièrement importante dans les climats chauds, compte tenu des risques plus élevés de surchauffe et d'incendie. Par conséquent, une bonne aération est indispensable pour un compostage efficace. (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

2. Humidité

L'humidité est nécessaire pour assurer l'activité métabolique des micro-organismes. Le compost devrait avoir une teneur en eau de 40 à 65 pour cent. Si le tas est trop sec, le processus de compostage est plus lent, alors qu'au-dessus de 65 pour cent d'humidité, des conditions anaérobies se rencontrent. En pratique, il est conseillé de commencer le tas avec une teneur en eau de 50 à 60 pour cent, pour atteindre à la fin du processus, une humidité de 30 pour cent (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

3. Éléments nutritifs

Les micro-organismes ont besoin de C, N, phosphore (P) et potassium (K) comme éléments nutritifs principaux. Le rapport C/N est un facteur particulièrement important. Le rapport optimal C/N se situe entre 25 et 30 bien que des rapports situés entre 20 et 40 soient aussi acceptables. Quand le C/N est supérieur à 40, la croissance des micro-organismes est limitée, et implique une durée de compostage plus longue. Un rapport C/N inférieur à 20 entraîne une sous-utilisation de l'azote et le surplus d'azote pourra alors être perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou d'oxyde nitreux, et l'odeur pourra devenir un problème. Le rapport final C/N devrait se situer entre 10/1 et 15/1 (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

4. Température

Le processus de compostage met en œuvre deux gammes de température : mésophile et thermophile. Alors que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20 à 45°C, par la suite, les organismes thermophiles ayant pris le contrôle des étapes ultérieures, une température située entre 50 et 70°C est idéale. Les températures élevées caractérisent les processus de compostage aérobie et sont les indicateurs d'une activité microbienne importante. Les pathogènes sont en général détruits à 55°C et plus, alors que le point critique d'élimination des graines d'adventices est de 62°C. Le retournement et l'aération peuvent être utilisés pour réguler la température (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

5. Teneur en lignine

La lignine est l'un des principaux constituants des parois cellulaires des plantes, et sa structure chimique complexe la rend hautement résistante à la dégradation microbienne (**RICHARD, 1996**). La nature de la lignine a deux implications. Premièrement, la lignine réduit la biodisponibilité des autres constituants des parois cellulaires, ce qui se traduit par un rapport réel C/N (rapport entre C biodégradable et N) plus faible que celui généralement mentionné. Deuxièmement, la lignine sert d'amplificateur de porosité, ce qui crée des

conditions favorables pour le compostage aérobie. Par conséquent, alors que l'apport de champignons décomposeurs de lignine peut dans certains cas augmenter le carbone disponible, accélérer le compostage et réduire les pertes azotées, dans d'autres cas, cela risque d'entraîner un rapport réel C/N plus élevé et une porosité médiocre, deux facteurs responsables d'un allongement de la durée de compostage (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

6. Polyphénols

Les polyphénols comprennent les tannins hydrolysables et condensés. Les tannins insolubles condensés lient les parois cellulaires et les protéines et les rendent physiquement et chimiquement moins accessibles aux décomposeurs. Les tannins solubles condensés et hydrolysables réagissent avec les protéines et réduisent leur dégradation microbienne et donc les rejets azotés. Les polyphénols et la lignine attirent plus l'attention en tant que facteurs inhibiteurs. Palm *et al.* (2001) ont suggéré que les teneurs de ces deux substances soient utilisées pour classer les matières organiques afin d'obtenir une meilleure utilisation des ressources naturelles au sein de l'exploitation agricole, y compris le compostage (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

7. Valeur du PH

Bien que l'effet tampon naturel du compostage permette l'utilisation de substances dans une large gamme de pH, celui-ci ne devrait pas être supérieur à 8. A des pH plus élevés, une plus grande quantité d'ammoniac est générée et risque d'être perdue dans l'atmosphère (**MISRA. ROY. HIRAOKA, 2005**).

VI Quelles sont les différentes techniques de compostage ?

Il existe différentes techniques de compostage et chacune dispose de ses propres avantages et inconvénients (**LAURENA, 2018-2019**).

VI.1. Le compostage en tas

Le compostage en tas est la technique la plus simple mais également la moins élégante. Elle consiste à mettre un tas de déchets au fond du jardin. Ce système permet de composter de grandes quantités de déchet et facilite également les manipulations. En outre, comme le compost est à l'air libre, il peut attirer les animaux. Ce dernier est à favoriser si vous avez un grand jardin éloigné des voisinages (LAURENA, 2018-2019).

VI.2. Le compostage en bac

Le compostage en bac peut se faire dans un bac de différentes tailles, en bois ou en plastique. Il est parfait pour les petits jardins et permet d'éviter les nuisances car on y glisse essentiellement des déchets alimentaires qui se compostent rapidement. Par ailleurs, les manipulations sont plus difficiles et le compostage en bac requiert plus de temps (LAURENA, 2018-2019).

VI.3. Le compostage en silo auto-construit

Le compostage en silo auto-construit peut être en bois ou en parpaing et peut se placer dans tous les types de jardins. Ce dernier permet de composter des grandes quantités et les manipulations sont aisées. Ce système demande d'être un petit peu bricoleur (LAURENA, 2018-2019).

VI.4. Le compostage de surface ou mulching

Cette technique très différentes des autres, consistent à répandre sur le sol les tontes et des déchets de jardin broyés. Cela demande de la précaution car certaines plantes sont fragiles et risquent d'en souffrir. Par ailleurs, seuls les déchets verts peuvent être utilisés (LAURENA, 2018-2019).

VI.5. Le lombricompostage

Le lombricompostage est idéal pour un compost dans un garage, une cour ou encore une terrasse. Pour ce compost, il faut utiliser des lombrics, les cousins des vers de terre. Cette technique fonctionne toute l'année mais il faut faire attention aux températures excessives (LAURENA, 2018-2019).

VII Les avantages du compost

Le compost, une fois terminé, sera utilisé comme amendement de sol. Sur votre potager bien sûr, mais également sur vos parterres de fleurs, sous vos arbres fruitiers, ou encore dans vos jardinières et plantes d'intérieur.

Les propriétés formidables du compost sont principalement dues à la formation des complexes colloïdaux argilo-humiques. L'utilisation du compost est intéressante à plusieurs points de vue : (EDDY MERCIER, 2019).

VII.1. Effet sur la structure du sol

1. Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée).
2. Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau.
3. Meilleure rétention d'eau (effet éponge).
4. Réduction importante de l'effet du gel, de l'érosion (de l'eau et du vent) et diminution de la dessiccation par ventilation.
5. Le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement). (EDDY MERCIER, 2019).

VII.2. Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol

1. En se minéralisant, le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes.

2. Le compost bien mûr évite une acidification du sol ou corrige l'acidité d'un sol par effet tampon (**EDDY MERCIER, 2019**).

VII.3. Effet sur la biologie

3. La présence de micro-organismes divers dans le compost, augmente l'activité biologique du sol qui fixe par exemple l'azote de l'air ou rend assimilable par les plantes du soufre, du phosphore, des oligo-éléments,...contenu dans les roches, (Cette activité biologique favorisée, répercute elle-même ces effets sur la structure du sol et ces capacités physiques et chimiques).
4. L'activité microbienne limite le développement d'organismes pathogènes (directement dans le sol ou dans les plantes par absorption par celle-ci de substances actives, d'hormones ou d'antibiotiques).
5. Permet un meilleur développement racinaire (mycorhizes plus actifs). (**EDDY MERCIER, 2019**).

VIII Quelques inconvénients du compost

- Il n'y a pas de recette magique pour obtenir un bon compost, c'est avec le temps que vient l'expérience
- Du temps et des suivis sont nécessaires afin que tout se passe dans les normes
- Le processus est assez long, cela peut prendre des mois
- Le compost nécessite de l'espace
- Cette pratique nécessite de la machinerie, au minimum un tracteur avec pelle et un épandeur à fumier (**ANDRE, 2014**).

Partie pratique

Chapitre III

Matériels et méthodes

I Méthode de travail

Notre travail s'est déroulé pendant la période de Janvier - Avril Pour ce faire le premier travail est de prendre des échantillons de composte à base des palmes sèches qui a été déjà réaliser au niveau de terrain de ferme de développement et de production de semence de l'Institut technique de développement agricole saharien à Biskra par les ingénieurs de l'institut pour la préparation de composte, la deuxième partie dans le laboratoire de centre de recherche en biotechnologie pour faire des analyse sur les échantillons à étudier.

I.1. Région d'étude

Le site d'étude est situé dans la wilaya de Biskra à environ 450 Km au sud-est de la capitale (Fig7) Elle s'étend sur une superficie d'environ 21671 Km² (A.N.I.R.F, 2010). Elle est limitée au nord par la wilaya de Batna et Msila, au sud par les wilayas d'Ouargla et El-Oued, à l'est par la wilaya de Khenchela et à l'ouest par la wilaya de Djelfa.

L'institut technique de développement de l'Agriculture saharienne ITDAS, se situe dans la commune d'El-Hadjar à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra. Il s'étend sur une superficie de 83 ha, à une altitude égale à 80 m au-dessus de niveau de la mer. La station de l'institut dispose d'un patrimoine phoenicicole non négligeable de 1645 palmiers. La palmeraie de la station occupe une superficie de 14 ha. (ITDAS, nd) La fabrication des fumiers artificiels à partir des sous-produits de palmier par les méthodes de compostage, réalisé au niveau de : la station FDPS de Ain Ben Naoui.



Figure 7 : Situation géographique de l'ITDAS la station d'Ain ben Naoui (Biskra).

II Objectifs

- Valorisation des déchets agricoles d'origine phoenicicole.
- Production de compost à partir de la biomasse de la palmeraie.
- Définition et démonstration des opérations de base pour le compostage.
- La vulgarisation de la technique de compostage au sein de l'environnement de l'agriculteur.

III Matériels utilisés

III.1. Matériel de terrain

- Broyeur ZAKANDRA (modèleZA350-H) des palmes.
- Source d'eau.
- Thermomètres.
- Outils pour le retournement (pèle râteau, brouettes ...etc.).

III.2. Matériel de laboratoire

- Balance électronique de précision.
- Le bloc chauffant FOSS.
- Kjeltec UDK 149 : unité de distillation et de titration munie d'un passeur automatique.
- Four à moufle.
- Multi paramètres HI 9829.
- Spectrophotométrie visible (UV visible).
- Les verreries de laboratoire (la burette, ...).

IV Méthode de préparation de compost

IV.1. Choix du lieu de compostage

Il faudra choisir un emplacement propre d'une superficie suffisante, proche d'une source d'eau, bien aéré et protégée des vents.



Photo 5 : A l'intérieur de la palmeraie, dans un endroit proche d'une source d'eau, bien aéré et protégée des vents (ITDAS).

IV.2. Collecte des palmes sèches

La matière végétale compostée est les déchets des palmiers (palmes sèches). La production du palmier en ces déchets (palmes) est très variable, elle dépend de l'état du palmier et le nombre des palmes par palmier.



Photo 6 : Les palmes sèches (ITDAS).

IV.3. Broyage

La matière végétal des palmes est dur et de grande taille, encombrantes, elles sont difficile à transformer en compost. Il convient alors de les broyer à l'aide d'un broyeur pour réduire leur volume et augmenter les surfaces d'attaques pour les micro-organismes afin de faciliter leur dégradation naturelle.



Photo 7 : Broyage des palmes (ITDAS).

IV.4 Mise en andains (Un andain est composé d'un mélange de $\frac{3}{4}$ de volume de broyat de palmes et $\frac{1}{4}$ de volume total du fumier)

Pour la réalisation d'un andain de compost, l'opération consisté à intercaler des couches de broyat fraiches entre des couches de fumier d'origine animale. Cet andain comporte trois couches de broyat chacun a une épaisseur de 40 cm et deux couches de fumier peu épaisses (environ 20 cm).

La base de l'andain est rectangulaire d'une largeur de 80 cm à 1.50 m selon la quantité de matières à composter. La longueur à volonté. La hauteur est importante et ne doit pas excéder 1,60 m, sinon la teneur en oxygéné ne sera plus optimale au centre et à la base de l'andain. Induisant des conditions anaérobiques indésirables.

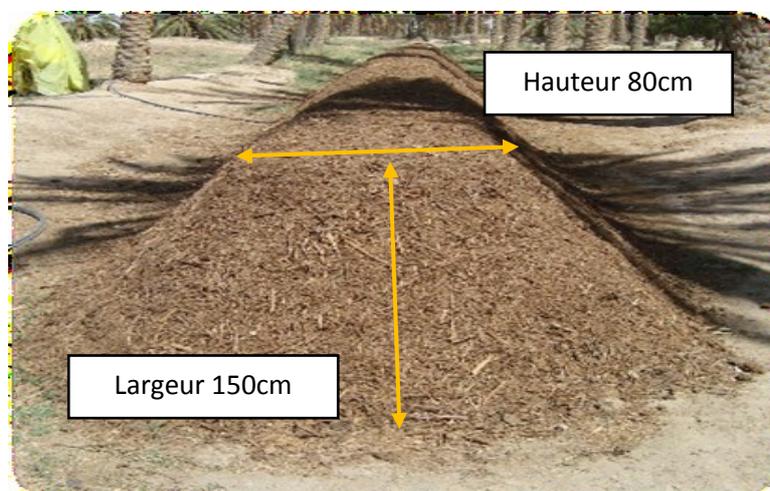


Photo 8 : La disposition de l'andain (ITDAS).

IV.5. Contrôle et suivi du compostage

IV.5.1. variation de température et de l'humidité

Le relevé de la température l'appréciation de l'humidité a constitué le meilleur moyen de suivi de la conduite de l'opération. C'est lui qui détermine le moment de retournement l'andain.

- La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre dans les différents points de l'andain.
- Une chute de température est un indice de ralentissement des activités bactériennes due à une insuffisance d'oxygène.
- La vapeur qui s'en dégage indique la chaleur de l'intérieur l'andain.



Photo 9 : Mesure de température dans l'andain (ITDAS).

IV.5.2. Le retournement

C'est pour mélanger les différentes catégories de déchets dans l'andain de compostage : le broyat avec le fumier, les déchets fins avec les déchets grossiers, les parties humides avec les parties secs.

- Le premier retournement peut être fait à la fin de la mise en andain avec arrosage par une quantité suffisante d'eau pour permettre au broyat de se humidifier correctement et favorise le déclenchement de la décomposition de la matière organique.

- Donc en retourne pour aérer et ré-humecte le l'andain et maintenir l'humidité a 50 et 60 %.
- Le retournement se fait à la main avec une pelle, deux à trois fois par semaine selon l'état hydrique d'andain.
- Eviter l'excès d'humidité (qui risque d'émécher l'aération et de favoriser les mauvaises odeurs).
- Recouvrir l'andain de compost avec les palmes ou par un film plastique pour conserver l'humidité. Il faut perforer ce film pour qui l'air circule.



Photo 10 : Le retournement avec l'arrosage de l'andain (ITDAS).

IV.5.3. La maturité du compost

- La durée de la maturation de composte est 7mois.
- Les indices de maturation de composte sont :
 - une diminution des dimensions de l'andain : Pour avoir 1m^3 de compost, il faut environs $2,5\text{m}^3$ de broyat.
 - Le produit final se caractérise par une couleur sombre, un aspect homogène et une bonne odeur agréable souple au toucher, comme indiquent les deux illustrations ci-dessus.



(L'andain avant le compostage). (L'andain a la fin de compostage).

Photo 11 : L'andain avant et après le compostage (ITDAS).

V Mode analytique

V.1. Mesure du pH

V.1.1. Principe

Le principe de cette méthode est la mise en équilibre ionique d'une certaine masse solide avec un volume donnée d'eau déminéralisée. Le ratio de la masse des sédiments au volume d'eau étant fixé à 1/2.5. La mesure de différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence s'effectue dans la suspension en équilibre.

V.1.2. Mode opératoire

L'échantillon (10g) sont préparés pour l'analyse dans un bécher, on y ajoute 25 ml d'eau distillée, on agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 1 heure, cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et obtenir un équilibre entre la phase solide et la phase liquide. La suspension est ensuite laissée au repos pendant 2 heures à l'abri de l'air, puis on mesure le pH de la suspension.



Photo 12 : Mesure du pH.

V.2. Conductivité

V.2.1. Principe

La conductivité électrique est une mesure qui donne une approximation de la teneur en sels solubles présent dans l'échantillon.

Le principe est basé sur l'extraction des sels d'un échantillon solubles dans l'eau, dans des conditions bien définies et dans un rapport sédiments sec / eau 1/5.

V.2.2. Mode opératoire

On pèse 10 g l'échantillon des sédiments préparé pour l'essai qu'on transvase 50 ml d'eau distillée dans un flacon en polyéthylène, on ferme le flacon puis le place dans un agitateur magnétique on agite pendant 30 mn après filtration on mesure la conductivité de la solution.



Photo 13 : L'agitation des échantillons.



Photo 14 : L'extrait après la filtration.

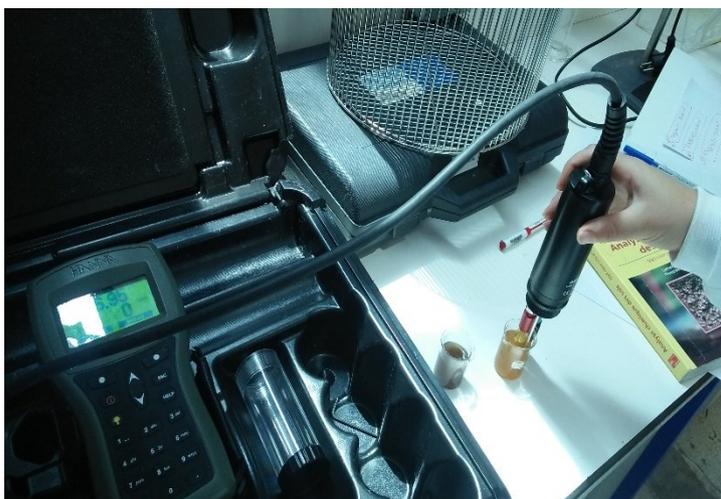


Photo 15 : Mesure de la conductivité.

V.3. Cendres et Matière Organique

V.3.1. Principe

L'utilisation d'un procédé sec qui est assuré par une calcination dans un Four pour détruire la matière organique présent dans les échantillons. Cette opération ce fait en mettant ces échantillons pendant 16 h dans un Four à 375 °C et la perte de poids après la calcination des échantillons nous permet de connaitre les proportions pondérales de la matière organique.



Photo 16 : Le four a moufle qui réalise la calcination.

V.3.2. Mode opératoire

- On prend 4 creusets vides et on les numérotées.
- On pèse ces creusets vides par une balance électronique de précision et on note leurs poids.
- Puis on ajoute 1 g d'échantillons de compost séchés à ces creusets vides et on note les poids finals.
- On met les creusets avec les échantillons dans un four à moufle à 375°C pendant 7 heures.
- Après les 7 heures écoulées on sort les creusets et on les met dans un dessiccateur.
- Enfin on pèse les creusets après leurs refroidissements et on note les nouveaux poids.



Photo 17 : Les échantillons après la calcination.

V.3.3. Les calculs

$$MO \% = \frac{(P1 - P0) - (P2 - P0)}{(P1 - P0)} \times 100$$

$$MM \% = \frac{(P2 - P1)}{(P1 - P2)} \times 100$$

- MO = matière organique.
- MM = matière minéral (cendre).
- P₀ = poids des creusets vides.
- P₁ = poids finals = poids des creusets avec l'échantillon.
- P₂ = poids des creusets + l'échantillon après la calcination.

V.4. Azote totale et Protéine

V.4.1. Principe

Minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, alcalinisation des produits de la réaction, distillation et titrage de l'ammoniac libéré. L'azote Kjeldahl de l'échantillon est d'abord transformé en ammoniac par digestion acide dans un batch de minéralisation. L'addition d'une base forte permet de libérer l'ammoniac qui est alors entraîné par de la vapeur d'eau puis ensuite piégé dans une solution d'acide borique.

L'ammoniaque est alors dosée par une solution d'acide sulfurique de titre connu. Le point d'équivalence est repéré par le changement de coloration d'un indicateur.

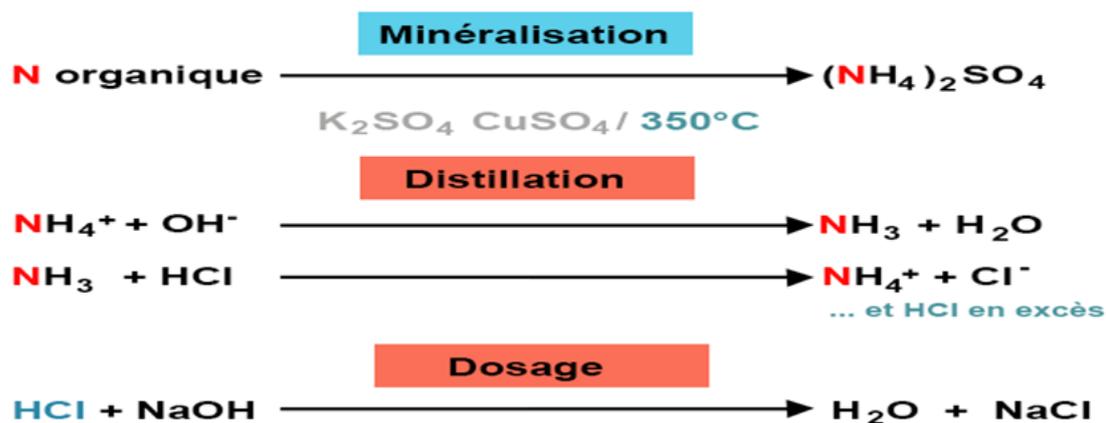


Figure 8 : Principe de la méthode de Kjeldahl (Pr. Marie-Noelle Maillard, 2012).

V.4.2. Mode opératoire

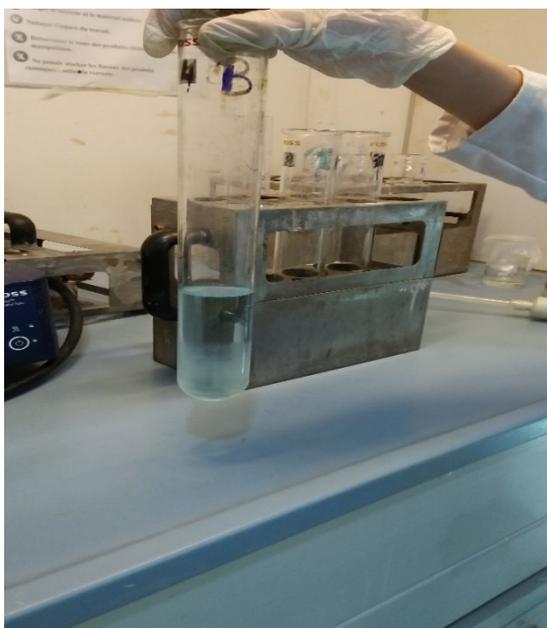
- Peser avec précision une prise d'essai d'environ exactement 1g et l'introduire dans le tube à minéraliser.
- Ajouter un comprimé de catalyseur de Kjeldahl 5g et 13 ml d'acide sulfurique délivrés à l'aide d'un dispenser automatique.



Photo 18 : La minéralisation des échantillons.

- Placer les matras dans le bloc de minéralisation FOSS (pendant 4 heures) à température de 420° C.

- Lorsque la minéralisation est terminée, laisser refroidir le tube puis ajouter 75 ml d'eau distillé en agitant doucement pour éviter que l'échantillon minéralisé ne se cristallise.
- Ajouter avec précaution 50 ml de solution d'hydroxyde de sodium en versant le long de la paroi du ballon à distiller pour obtenir deux phases distinctes. Monter l'appareillage et imprimer doucement un mouvement de rotation au ballon pour en mélanger le contenu sans perdre l'ammoniac libéré.



(Le Blanc)



(Les échantillons)

Photo 19 : La dilution des réactifs par l'H₂O et le NaOH.

- Si le réacteur de minéralisation est approprié pour une adaptation directe à l'appareil de distillation, remplir d'eau aux deux tiers environ de son volume. Sinon, transférer quantitativement le minéralisât dans un ballon à distiller adapté à l'appareil à distiller et remplir d'eau aux deux tiers environ de son volume.
- Monter l'appareil à distiller en ajoutant 30 ml d'acide borique dans la fiole de réception plus un indicateur colorée et s'assurer que le tube d'écoulement se situe sous la surface de l'acide.



(Le Blanc)



(Les échantillons)

Photo 20 : Avant la distillation.

- L'addition d'une base forte permet de libérer l'ammoniac qui est alors entraîné par de la vapeur d'eau puis ensuite piégé dans une solution d'acide borique par un changement du couleur.



(Le Blanc)



(Les échantillons)

Photo 21 : Après la distillation.

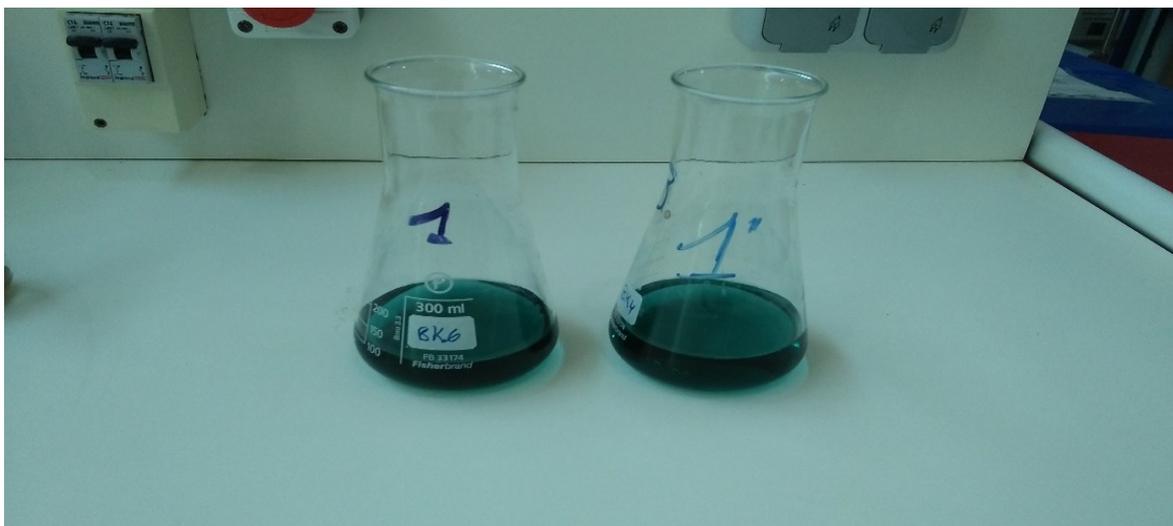


Photo 22 : Les solutions avant la titration.

- Doser en retour par la soude 1.32 mol/ 2L la quantité d'HCL n'ayant pas réagi et en déduire le pourcentage d'azote dans l'échantillon.
- Faire un témoin ou blanc dans les mêmes conditions.



Photo 23 : Le dosage par l'HCL.



Photo 24 : Le virage de couleur après la titration par l'HCL.

V.4.3. Les calculs

La teneur en azote Kjeldahl (N) est exprimée en milligrammes par l'équation :

$$N \% = \frac{(v1 - V2) \times 14.01 \times C}{m (mg)} \times 100$$

- C : est la concentration de l'acide chlorhydrique en moles par litre.
- V1 : est le volume de titrage en millilitres.
- V2 : est le volume de titrage de l'essai à blanc, en millilitres.
- m : est la masse de l'échantillon humide prélevé pour la minéralisation, en milligrammes.
- 14,01 est la masse atomique de l'azote.
- Pour calculer les protéines : $P\% = N\% \times 6.25$

V.5. Les éléments minéraux P, Ca, Mg, K, Na

V.5.1. Principe

Cette méthode de mise en solution des éléments minéraux contenus dans un matériel végétal s'adresse à des matrices à priori pauvres en silice (comme le blé) et dont le résidu après passage au four est très réduit. Elle est généralement appliquée que pour l'analyse de P, K, Ca, Mg, Na.

V.5.2. Minéralisation

- 500 mg de matériel végétal préalablement séché à 103-105 °C, sont introduits dans une capsule en quartz. La capsule est placée dans un four dont la température est augmentée progressivement jusqu'à 450°C et qui est ainsi maintenue pendant 2 heures. Un pallier est effectué aux alentours de 200° C jusqu'à la fin du dégagement de fumées.
- Après refroidissement, les cendres sont humectées avec quelques gouttes d'eau puis on ajoute 2 ml de HCL au 1/2. On évapore à sec sur plaque chauffante.



Photo 25 : Vaporisation des échantillons sur la plaque chauffante.

- Après avoir ajouté 2 ml de HCL au 1/2, on laisse en contact 10 minutes et on filtre dans des fioles jaugées de 50 ml.

- Après avoir ajusté au trait de jauge puis homogénéisé par agitation manuelle, les solutions sont transvasées dans des godets préalablement rincés avec la solution et sur lequel le numéro de l'échantillon est inscrit.



Photo 26 : Les solutions après la filtration.

1. Phosphore totale

1.1. Principe

En solution acide, en présence d'ions V^{5+} (vanadate) et Mo^{6+} (molybdate), l'acide phosphorique donne un complexe phospho-vanado-molybdique : jaune, dont la densité optique est mesurée spectrophotométriquement à 430 nm.

1.2. Mode opératoire

Introduire une prise d'essai de 5ml à 10ml suivant la concentration présumée en phosphore de la solution de cendre dans un ballon jaugé de 25ml.

- Ajouter 5 ml de réactif nitro-vanado-molybdique.
- Compléter le volume avec de l'eau déminéralisée.
- Attendre 1 heure avant de passer au spectrophotomètre.
- Mesurer la densité optique 430 nm.

La coloration reste stable pendant plusieurs heures.

1.3. Etalonnage

Les lectures sont comparées à celles données par une gamme étalon de phosphore traitée dans les mêmes conditions et qui comprend généralement les teneurs suivantes :

0 – 2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 µg P/ml.

1.4. Calculs des résultats

- Soit P la prise d'essai en grammes, V le volume de solution minéralisée, n la concentration de P en µg/ml dans la solution photométrie (10 ml de solution initiale étendue à 25 ml).
- La teneur de phosphore en % de matière sèche est donnée par :

$$P\% = n \times 25 \times V / 10^5 \times p$$

2. Phosphore assimilable

2.1. Mode opératoire : (Préparer dans des fioles de 50ML)

1. Peser 1g du sol, ajouter une quantité de charbon actif.
2. Ajouter 20ML de solution d'extraction.
3. Agitation mécanique pendant 30min (agitateur va et Vient).
4. Filtration (filtrer au papier wattman) (si le filtrat n'est pas chaire doubler le filtre).
5. Transférer 10ML du filtrat dans la fiole de 50ML + 5ML d'acide sulfurique.
6. Laisser reposer toute la nuit ou 1 heure (agitation).
7. Ajouter 10ML eau distillée + 5ML molybdate d'ammonium (rincer le col de la fiole avec un peu d'eau).
8. Ajouter 0,25ML chlorure stanneux mélanger et ajuster avec l'eau distillée jusqu'à 50ML
9. Boucher la fiole et agiter manuellement pour avoir une couleur homogène.

2.2. Gammes étalons : (préparer dans des fioles de 20 ML).

- 1) 2ML de de solution étalon de phosphore (0, 1, 2, 3, 4, 5ppm) dans une fiole de 20ML.

- 2) 4ML de solution d'extraction + 2ML H₂SO₄ + agitation 30min + 6ML H₂O D + 2ML molybdate d'ammonium + 0,1ML chlorure stanneux repose 10 min.
- 3) Faire la lecture dans spectrophotomètre l'absorption à **660nm** de longueur d'ondé.

2.3. Les calculs

- Tracer la courbe d'étalonnage : en abscisse reporter les absorptions et les quantités respectives du phosphore présentes (o – 254g de P), en adonnée reporter les solutions étalons.
- Fait ressortir le nombre de microgrammes de phosphore correspondant à l'absorption pour les solutions analysées à partir de la courbe d'étalonnage (G)
- La teneur de l'extrait en phosphore sera G/10ppm.
- La teneur en phosphore du sol sera $G \times 20 / 10 = 2G$ ppm.
- En générale, en remplaçant 2 par (V) et 20 par (R).
- 10 = filtrat.
- 2 = solution d'extraction.

$$\boxed{\text{La teneur en phosphore du sol} = GR/V = 2xG \text{ (ppm)}}$$

VI L'analyse statistique

V.1 Analyse par l'analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de variance utilise le même cadre conceptuel que la régression linéaire. La différence principale vient de la nature des variables explicatives : au lieu d'être quantitatives, elles sont ici qualitatives. Dans le cadre de l'ANOVA, les variables explicatives sont souvent appelées facteurs.

Chapitre IV

Résultats et interprétations

I Etude comparative entre le compost et la tourbe

I.1. Etude de corrélation des caractéristiques étudiées sur le compost et la tourbe

La corrélation entre les caractéristiques étudiées (Tableau 1) montre une relation très forte et croissante (0,99) entre les deux caractères pH et CE, et à chaque fois l'une des deux qualités augmente, on remarque une augmentation automatique de l'autre. Par contre le pourcentage d'azote avait une corrélation inverse avec le rapport de MO (-0,998) et une relation croissante avec P et P as (0,837, 0,901), respectivement. Et pour le rapport des cendres (éléments minéraux), il y a une relation croissante entre les rapports azote, phosphore et phosphore assimilable (0,998, 0,821 et 0,893) à la commande. Et une relation croissante en P et P as (0,883). Et pour la MO une relation forte et inverse a été observée avec le P et P as (-0,0821, -0,89), respectivement. Et à partir de là on conclut la relation entre les caractéristiques étudiées et la relation entre eux, et tout ça pour déterminer quels sont les éléments en relation entre eux et leur influence sur la connaissance des similitudes et des différences entre les échantillons étudiés dans notre recherche qui est une comparaison du compost extrait des résidus de palmier dattier et un autre importateur commercial.

Tableau 1 : Matrice de corrélations entre les différentes caractéristiques étudiées.

	pH	CE	N	MO	MM	Pr	P	P as
pH	1,000							
CE	0,999	1,000						
N	0,998	0,998	1,000					
MO	-0,999	1,000	-0,998	1,000				
MM	0,999	1,000	0,998	-1,000	1,000			
Pr	0,998	0,998	1,000	-0,998	0,998	1,000		
P	0,816	0,831	0,837	-0,821	0,821	0,838	1,000	
P as	0,879	0,896	0,901	-0,893	0,893	0,901	0,883	1,000

I.2. Comparaison des matières organiques, minérales et le phosphore assimilable dans le compost et la tourbe

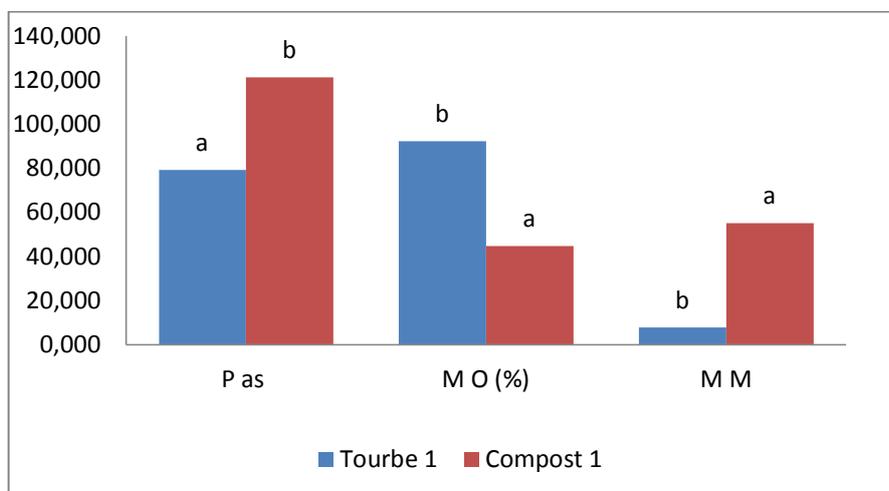


Figure 9 : Caractéristiques étudiées sur le compost et la tourbe.

Tableau 2 : Analyse de la variance (Variable P as, MO, MM).

Analyse de la variance (Variable P as)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	2646,582	2646,582	16,387	0,015
Erreur	4	646,005	161,501		
Total corrigé	5	3292,587			
Analyse de la variance (Variable MO (%))					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	3391,979	3391,979	11389,488	< 0,0001
Erreur	4	1,191	0,298		
Total corrigé	5	3393,171			
Analyse de la variance (Variable MM)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	3391,123	3391,123	11553,401	< 0,0001
Erreur	4	1,174	0,294		
Total corrigé	5	3392,297			

Dans notre comparaison de la valeur de P as entre les deux échantillons étudiés, une différence significative ($P = 0,015$) a été enregistrée dans cet état.

Elle était élevée dans le compost avec une valeur de 121 et la plus faible dans la tourbe à 79,203, cela peut être attribué à l'augmentation des dattes du palmier dattier et aux caractéristiques du sol planté de résidus de palmier dattier. Et pour MO, il y avait une différence significative ($P= 0.0001$) et les plus hautes valeurs ont été enregistrées dans la tourbe (92.360) et les plus basses au compost à une valeur de 44.807. En termes d'éléments minéraux, on remarque une différence significative ($P = 0.0001$), entre les deux échantillons par un taux très élevé dans le compost (55.191) et l'autre très bas dans la tourbe (7.646).

Pour (GUIVARCH, 2001) voit que : pour des durées plus longues, de l'ordre de quelques mois, le phosphore soluble et mobile représente environ 30% du phosphore total pour toutes les filières de traitement Il est de l'ordre de 75 à 90% dans les composts urbains à base d'ordures ménagères et de déchets verts et de 30 à 50% dans les fumiers.

Par rapport à (SGHAIROUN et FERCHICHI, 2011), le taux de matière organique mesuré à partir du taux de cendre est de (50%).

Et pour le rôle du phosphore, les fractions solubles de phosphore devraient stimuler la croissance racinaire et faciliter une plus grande exploitation du sol enrichi en phosphore.

I.3. Comparaison de taux d'Azote, protéines et le pH dans le compost et la tourbe

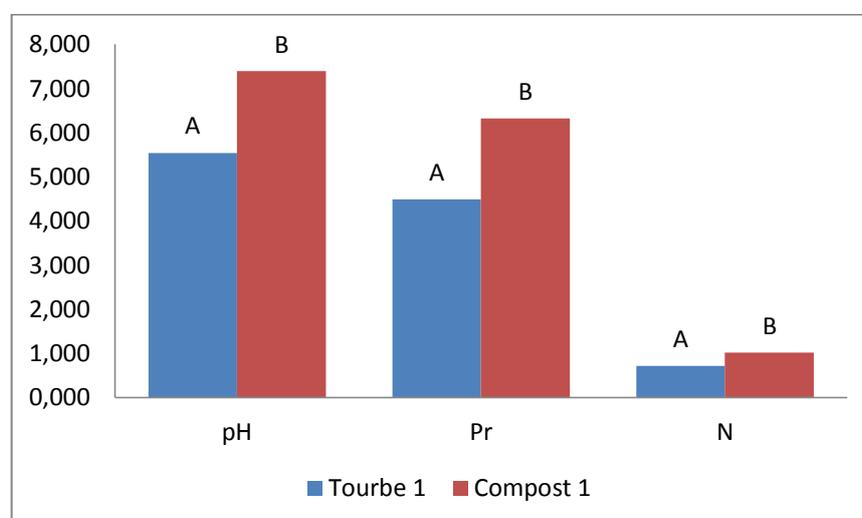


Figure 10 : Comparaison de N, Pr et pH dans le compost et la tourbe.

Tableau 3 : Analyse de la variance (Variable pH, N, Pr).

Analyse de la variance (Variable pH)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	5,134	5,134	2333,523	< 0,0001
Erreur	4	0,009	0,002		
Total corrigé	5	5,143			
Analyse de la variance (Variable N)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,129	0,129	1233,960	< 0,0001
Erreur	4	0,000	0,000		
Total corrigé	5	0,130			
Analyse de la variance (Variable Pr)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	5,060	5,060	1259,755	< 0,0001
Erreur	4	0,016	0,004		
Total corrigé	5	5,076			

L'histogramme (Figure 10) nous montre la comparaison de la caractéristique du pH entre les deux échantillons où une différence a été enregistrée ($P = 0,0001$), sa valeur pour le compost était de 7,390 et sa valeur pour la Tourbe était de 5,540. Compte tenu du pourcentage d'azote, il existait une différence significative ($P = 0,0001$). Le compost prédominait avec une valeur de 1,101 et le plus bas était enregistré au Tourbe avec une valeur de 0,707, également pour La valeur de la protéine dans les deux échantillons qui était élevée dans le compost à un taux de 6,377 et faible dans le la tourbe à un taux de 4,48.

Et selon (GODDEN, 1986). Le pH s'équilibre vers la neutralité à la fin de compostage (phase de maturation). (ATTRASSI et al, 2005) et (ADEDIRAN, 2014). Le pH devient légèrement acide puis augmente progressivement pour devenir neutre puis basique.

Par comparaison avec les résultats de (BABAAMMI, 2014) concernant le traitement de volaille, on trouve que «le pH dans les milieux étudiés varie au début et à la fin du compostage. Il paraît que le traitement est au départ un pH basique situé au tour de 8, puis diminue progressivement où il devient proche de la neutralité 7,3».

Et d'après (MUSTIN, 1987) in (BOUGHABA, 2012) concernant le taux d'azote. L'augmentation du pourcentage de l'azote total lors du processus de compostage vient de la dégradation des protéines. Ce taux subit ensuite une diminution graduelle au cours du temps

jusqu'à la stabilisation à une valeur minimale. (SGHAIROUN et FERCHICHI 2001). Montrent que l'Azote total à la fin du compostage est de 1.045%.

En ce qui concerne le rôle de ces caractères, on trouve que le pH est une variable majeure dans le sol car il affecte de nombreux processus chimiques. En particulier, il affecte la disponibilité des éléments nutritifs des plantes en contrôlant les formes chimiques de différents éléments nutritifs et en affectant les réactions chimiques qu'ils subissent.

L'azote a de nombreuses fonctions mais la plus importante est celle d'être un composant essentiel des aminoacides et des protéines. C'est un élément déterminatif du développement végétatif de la plante et donc nécessaire qu'il soit présent durant toutes les phases de développement de la plante. Il est consommé par les racines des plantes sous sa forme nitrique (NO_3^-) en grande partie (80 à 90%) ou sous sa forme ammoniacale (NH_4^+) en petite quantité (10 à 20%).

Aussi, un taux équilibré de l'azote N permet de favoriser l'activité photosynthétique de la plante, une croissance végétative importante et une bonne coloration du feuillage.

I.4. Comparaison de la conductivité électrique dans le compost et la tourbe

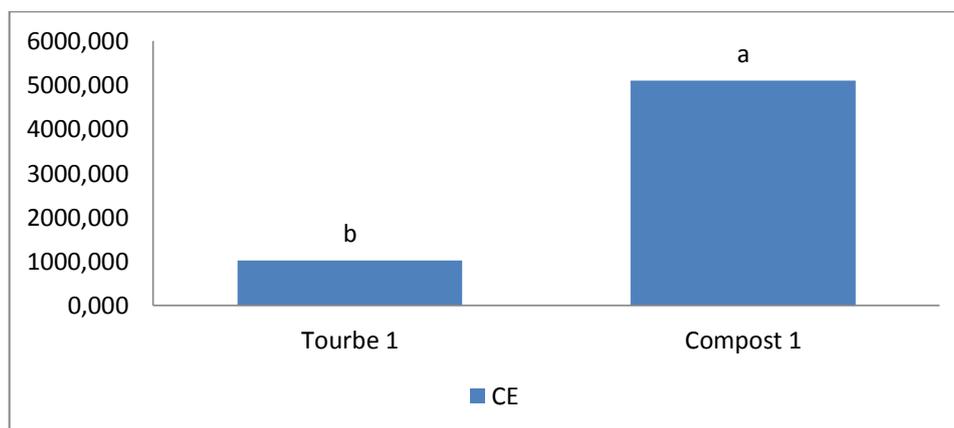


Figure 11 : La conductivité électrique dans le compost et la tourbe.

Tableau 4 : Analyse de la variance (Variable CE).

Analyse de la variance (Variable CE)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moy des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	24883993,500	24883993,500	10664568,648	< 0,0001
Erreur	4	9,333	2,333		
Total corrigé	5	24884002,833			

En termes de valeurs de CE, il y avait une différence significative ($P = 0,0001$) dans cette caractéristique et était élevée dans le compost (5095.333) et sa valeur dans la tourbe (1022.333).

SANCHEZ-MONEDERO et Al. (2004) ont révélé que l'augmentation de la CE inhibe l'imbibition de l'eau et fait diminuer la germination des graines. Une haute CE peut entraver le développement de plantes repiquées (**KRATKY and MISHIMA, 1981, HERRERA et Al. 2008**). Selon (**Soumaré et al, 2002**), les substrats de culture devraient avoir une faible CE inférieure à 3 mS/cm. Au-delà de cette limite, des répercussions négatives pourraient avoir lieu sur la germination et l'émergence des semences de certaines essences forestières. La CE peut constituer une indication sur la disponibilité des éléments minéraux dans le milieu de culture. Les plantes s'enracinent mieux dans un substrat contenant peu d'éléments nutritifs (**COMTOIS et LEGARE, 2004**). Une valeur élevée représente une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs par la plante.

Et comme la CE est la concentration totale de sels solubles dans le sol. Son rôle consiste à améliorer les propriétés chimiques du sol, à augmenter la capacité d'échange et à ajuster les sels du sol pour éliminer leurs effets sur les racines.

I.5. Comparaison du phosphore dans le compost et la tourbe

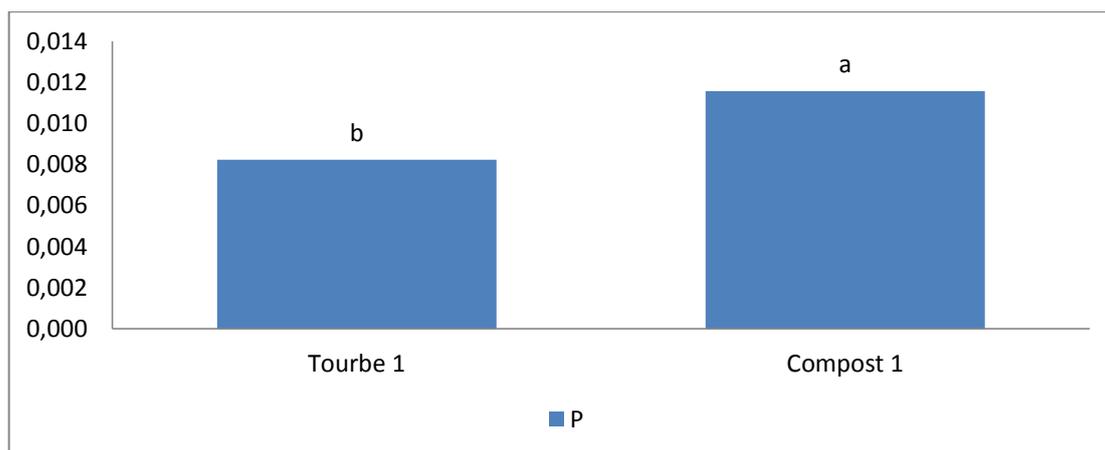


Figure 12 : Le phosphore dans le compost et la tourbe.

Tableau 5 : Analyse de la variance (Variable P).

Analyse de la variance (Variable P)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,000	0,000	8,918	0,040
Erreur	4	0,000	0,000		
Total corrigé	5	0,000			

A partir des colonnes représentant la valeur du phosphore, une différence significative ($P = 0,040$) a été enregistrée par une valeur élevée dans le compost par rapport à celle de tourbe (0,012 à 0,008), respectivement.

Le phosphore est l'un des trois nutriments les plus importants que l'on trouve le plus souvent dans les engrais qui nourrissent toutes les plantes, il entre dans la synthèse des acides nucléiques qui jouent un rôle important dans les réactions enzymatiques de la plante.

Le phosphore stimule la croissance des racines périphériques et fibreuses, et une grande partie s'accumule dans les graines et les fruits au cours du processus d'absorption. Aussi le phosphore aide à faire mûrir les graines et les fruits et à augmenter leur vitalité et leur qualité, et il réduit également les effets nocifs de l'azote dans le sol.

Conclusion

Conclusion

Notre recherche effectuée au niveau du laboratoire sur le compost, vise à valoriser l'idée de recycler et d'exploiter les restes de palmiers, qui sont la source de la vie dans le désert et la richesse des ressources agricoles et économiques.

Nous avons suivi la technique de compostage mise en œuvre par l'Institut technique de développement agricole saharien à Biskra au niveau de la station d'Ain Ben Naoui, qui sert à broyer les résidus ou les palmes et à préparer un tas dans de bonnes conditions d'aération et une humidité idéale, et à cause des microorganismes on obtient les engrais organiques ou le compost.

Des échantillons ont été prélevés à partir du compost, analysés au niveau du laboratoire (CRBT Constantine) et comparés à un engrais organique importé (la tourbe).

Les résultats de l'étude ont montré ce qui suit :

Le meilleur pH et CE ont été enregistrés chez le compost (CE=5095, PH=7) par rapport au tourbe (PH = 5,75, CE = 1020), ce qui permet au compost de modifier le pH du sol et augmenter la capacité d'échange dans le sol.

Nous avons également démontré la présence significative d'azote et d'autres éléments tels que le phosphore et les protéines (N% = 1,02 ; P% = 0,013 ; Pr% = 6,38) par rapport au tourbe (N% = 0,71 ; P% = 0,008 ; Pr% 4,44).

Pour les matières organiques et les matières minérales, on constate qu'elles sont équilibrées dans le compost (MO = 45,49%; MM = 54,51%). Contrairement au tourbe qui contient un pourcentage élevé de matière organique car elle est modifiée avec des additifs chimiques estimés à (MO = 92,34%) et son manque d'éléments minéraux estimés à (MM = 7,66%).

Les résultats montrent que le compost local est supérieur aux engrais importés, il est donc une source essentielle de matière organique naturelle et d'azote, riche en minéraux et en phosphore, donc il contribue grandement à l'amélioration des propriétés chimiques de la nutrition du sol et des plantes. Sa structure naturelle élimine le besoin d'engrais chimiques nocifs et réduit la pollution de l'environnement.

A la fin, il faut attirer l'attention des autorités concernées pour qu'elles renforcent leur rôle dans le développement et la valorisation de ce projet par :

- Création des centres spécialisés pour la collecte des déchets du palmier dattier afin de faciliter les processus de fabrication.

- il faut que les centres de recherche travaillent dans ce domaine entreprennent les études et les recherches nécessaires pour découvrir les méthodes modernes de fabrication des déchets du palmier dattier.

- Encourager les producteurs de palmiers et les responsables de ce secteur à faire attention au palmier dattier et à ses produits.

- Activer le rôle du système de vulgarisation agricole en incitant les agriculteurs à exploiter ces déchets au lieu de les brûlés.

- Recueillir des données et des informations adéquates sur les palmiers, les dates et leurs déchets pour aider les chercheurs et les personnes intéressées par ce domaine à préparer des études et des recherches suffisantes pour parvenir à une exploitation optimale du palmier dattier.

Enfin, il faut noter que cette recherche n'est qu'un premier pas sur la voie des perspectives prometteuses offertes par les restes de palmiers sur le plan industriel et de la recherche.

Bibliographie

- **BOUAMMAR B., 2007.** Le développement agricole dans les régions Sahariennes : étude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra, Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 287p.
- **CHEHMA A., LONGO H., 2001.** Valorisation des sous-produits du Palmier Dattier en vue de leur utilisation en Alimentation du Bétail. Production et Valorisation – Biomasse N° 59-64. Institut d'Agronomie Saharienne, Centre Universitaire d'Ouargla, 30000 Ouargla et Laboratoire de Production Animale, 33p.
- **FACI M., 2008.** L'agriculture oasienne au pays d'Ouargla, entre déclin et réhabilitation. Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 172p.
- **BOUGUEDOURA N., BENNACEUR M., BABAHANI S., BENZIOUCHE S., 2015.** Date Palm Status and Perspective in Algeria. African and the American, Vol. 1: 125-167.
- **SGHAIROUN M, FERCHICHI A., 2011.** Composting Heap Palm Tree's Products in Southern Tunisia. Journal of Environmental Science and Engineering, 5: 886-889.
- **BOUGUEDOURA N., 1991.** Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201p.
- **PEYRON G., 2000.** Cultiver le palmier dattier. Ed. Gridao. Montpellier, pp : 11-67.
- **DHIFALLAH M., 2008.** Dates from Algeria (Biskra) called Deglet, 17 October 2008.
- **PIERRE ROGNON., 1994.** Biographie d'un désert, Le Harmattan.
- **SEBIHI A., 2014.** Valorisation des produits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) source de promotion des produits de terroirs cas de la région d'Ouargla, diplôme Magister Université Kasdi Merbah Ouargla.161p.
- **DADDI BOUHOUN M., 2010.** Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette d'Ouargla (sud est algérien), Thèse de doctorat. p 1 et 52.
- **GUIVARCH A., 2001.** Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines. Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Lorraine, 274 p + annex.
- **ZEGELS A., 2012.** Composter les déchets organique, Guide des bonnes pratiques pour la transformation des déchets de cuisine et de jardin, Claude DELBEUCK, DGARNE 15, Avenue Prince de Liège-5100jambes, SPW, ISBN9778-2-8056-0109-5.

- **TOUTAIN G., 1996.** Rapport de synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In : Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. pp : 201-205.
- **FOOG and AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), 2010.** Statistiques agricoles mondiales. FAO-STAT.
- Published in Solution , Arab States, Agro. Written by **SOUTH-SOUTH WORLD., Vendredi 23 Octobre 2015, 17:16.** Propriétaire : Centre national de recherche sur le palmier dattier – Ahsa.
- **TOUTAIN G., 1967.** Al Awamia. 25 Octobre 1967, Le palmier dattier culture et production, p85-86-87-88-89-90-91-92.
- **Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'Ouargla (DSA), 2001.** Statistiques agricoles. Services des statistiques agricoles.
- **BOUGHABA R., 2012.** Etude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la wilaya de Constantine, Mémoire de Magister Université de Mentouri Constantine, 100p
- **MISRA RV.** Consultant FAO, **ROY RN.** Division de la mise en valeur des terres et des eaux FAO, Rome, **HIRAOKA H., 2005.** Bureau régional pour l'Asie et le Pacifique FAO, Bangkok. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.2, 3pp.
- **BABAAMMI. A., 2014.** Caractérisation de la biomasse microbienne de développement dans un compost issu de déchet de palmier dattier, diplôme Master, Université KASDI MERBAH, Ouargla p42.
- **MATALLAH M.A.A., 2004.** Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur agronomie, INA. El-Harrach, 79p.
- **MUSTIN MICHEL., 1987.** Le Compost, gestion de la matière organique, Paris, François Dubuse 954 pages.
- **LES COMPAGNONS DES JARDINS., 21 juillet 2015.** (Entreprise agréée de Services aux Particuliers spécialisée dans l'entretien des jardins depuis février 1997).
- **MUNIER P., 1973.** Le palmier dattier, Techniques agricoles et production tropicales. Ed.GP. Maison Neuve et Larousse, Paris, 221 p.

- **BELGUEDJ M., 2002.** « Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est algérien ».
- **ITAB., 2001. (Institut Technique de l’Agriculture Biologique),** Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.p105-106.
- **AMORSI G., 1975.** Le palmier dattier en Algérie, Ed, Tlemcen, 131p.
- **MATALLAH., 2004. BOUGUEDOURA., 1991. HILGEMAN., 1972.**Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption, Institut National Agronomique (INA).
- **GODDEN B., 1986.** Etude du processus de compostage du fumier de bovin.Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles.Laboratoire de microbiologie, pp136.
- **TOUTAIN G., 1979.** Elément d’agronomie saharienne, de la recherche au développement, I.N.R.A, Ed JOUVE, Paris, 276 p.
- **GEORGE O'TOOLE, HEIDI B. KAPLAN & ROBERTO KOLTER., 2009.** « Biofilm Formation as Microbial Development », Annual Review of Microbiology, vol. 54, p. 49-79.
- **CHARNAY F., 2005.** Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost (Doctoral dissertation, Limoges).
- **KEVIN DAVID HYDE, JONES EG, LEANO E., 1998.** « Role of fungi in marine ecosystems », Biodiversity & Conservation, vol. 7 N° 9, p. 1147-1161.
- **Dr. LUCILLE K. GEORG., 1967.** A révélé les bactéries Actinomycètes dans le microscope électronique à balayage (MEB) de droit. Image courtoisie Centres for Disease Control (CDC).
- **Eddy MERCIER, 2019.** Composter, C’est facile.
- **ZNAÏDI I., 2001.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Thèse de Master de science dégrée méditerranéen organique agriculture, C.I.H.E.A.M Méditerranéen Agronomique Institute of BARI, 85p.
- **LAURENA VALLETE., 2018-2019.** « Tout savoir sur les différentes techniques de compostage », le 12 Mars 2018 et mis à jour le 13Mars 2019.
- **ZNAIDI AKRAM., 2002.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes.

- **HACALA S, AL., 1999.** Le compostage du fumier : le suivi des transformations.
- **ANDRE CARRIER., 2014.** Agronome, M. Sc. Conseiller régional en horticulture.
- **MESSAR E M.,** Le secteur phoenicicole algérien : situation et perspectives à l'horizon 2010. Options méditerranéenne A 28, 23-44.
- **عبد الباسط ع. إ.، 2012.** أصناف النخيل في الوطن العربي. 1-4 ص، عن www.Iraq.date palms.net

Présenté par : ZAÏTER Ghada
DAAS Meroua

Année universitaire : 2018/2019

Réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier de la région de Biskra

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et physiologie de la reproduction

Résumé

Le but de notre recherche (Réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier) est de valoriser l'idée d'exploiter les restes de palmiers dans la production d'engrais organiques naturels sans substances chimiques (compost). Nous avons mené une étude au niveau du laboratoire sur les composants chimiques du Compost et les avons comparés à un engrais organique importé (Tourbe), où les résultats montrent une supériorité du Compost local sur l'engrais importé.

L'analyse a montré que le compost a un rapport de pH idéal ($\text{pH} = 7,3$), un indice CE de ($5095 \mu\text{s} / \text{cm}$), un taux d'azote ($1,022\%$), des protéines (environ $6,38\%$), du phosphore ($0,00874\%$), un pourcentage important de matières organiques ($45,50\%$) et de matières minérales ($54,5\%$) par rapport à celles trouvées dans les engrais importés et modifiées par des additifs chimiques.

L'objectif de cette étude est d'encourager le recyclage et la valorisation de ces résidus dans la production d'engrais organiques (compost), avec une formule naturelle riche contenant les éléments nutritifs les plus importants nécessaires à la plante (azote - phosphore - matière organique ...). Sans produits chimiques ni éléments lourds qui sont présents dans les engrais importés, faciles à fabriquer et à utiliser, à des coûts économiques réduits, Qui sont d'un grand avantage pour les cultures agricoles et améliorent la qualité des sols tout en réduisant la pollution de l'environnement en évitant de brûler ces déchets et perdre la matière organique.

Notre étude attire l'attention des autorités concernées pour qu'elles activent leur rôle dans le développement de ce projet et de le valoriser pour augmenter son efficacité économique.

Mots clés : Le palmier dattier, compost, tourbe, *Phoenix dactylifera* L.

Laboratoire de recherche : valorisation des ressources phytogénétique .

Jury d'évaluation :

Mme OUAYJIA NAOUEL	Président	MCB	Université des frères Mentouri Constantine
Mr DJEROUNI AISSA	Encadreur	MCB	Université des frères Mentouri Constantine
Mme BOUCHOUKH IMANE	Examinateur	MAA	Université des frères Mentouri Constantine

Date de soutenance : 14/07/2019