

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER ACADIMIQUE EN CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT**

Thème

**Valorisation de la matière lignocellulosique des déchets de palmier dattier
(*Phoenix dactylefera L.*) comme fertilisant organique.**

Soutenu le 25 Mai 2017.

Présentés par :

M^{elle} BOUZIANE Nacira

M^{elle} ABDELLI Nassima

Encadreur :

Mr ABBAD Ahmed , Univ Adrar

Jury composé de

Dr KALLOUM Slimane ,Univ Adrar

President

Mr BOUALLALA M'hmed, Univ Adrar

Examineur

Année Universitaire 2016/2017

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu qui nous à donné la patience, la foi et la force pour atteindre notre but.

*Nous remercions vivement notre promoteur **Mr Abbad Ahmed** d'avoir accepté d'encadrer et diriger ce travail, de la confiance et de l'intérêt qu'il a porté à ce travail, ainsi que pour ses précieux conseils. Qu'il accepte nos sincères*

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier :

***Dr kalloum sliman** président de jury, pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour ses conseils, et son encouragement tout au long de notre formation universitaire et pour son soutien et les moyens qu'il met à la disposition de toutes les étudiantes et étudiants, c'est vraiment à son honneur.*

***Mr Bouallala M'hmed**, pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et pour ses conseils*

*Nous remercions également **Mr Djafri, Mr Ben said et Mr Kaidi** dans laboratoire de unité de recherche et l'énergie renouvelable pour leurs disponibilité et leurs orientations et pour tout ce qu'ils ont fait afin de me faciliter la réalisation de ce travail.*

Merci à tous



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À Mes chers parents

Source de ma réussite et de mon bonheur

À ma grand-mère

À mes frères

À Ma sœur et leurs enfants

À toute ma famille

À tous qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre.

Sans oublier ma très chère amie et sœur : Nassima

Nacira



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère;

Mon cher père;

Ma sœur ;

Mon frère ;

Toute ma famille élargie grands et petits ;

Tous mes enseignants ;

A ma chères amie et sœur : Nacira.

Nassima

Résumé

Résumé

Dans les régions sahariennes, le palmier dattier constitue la culture principale de l'agriculture et offre une large gamme de sous-produits agricoles, l'augmentation de la production de sous-produits de palmier dattier entraîne une accumulation de ces déchets dans le milieu environnementale et cela nuire notre environnement.

Parmis les solutions envisagées pour les traitements et la valorisation des déchets organique en générale on peut citer le compostage. L'objectif de notre étude est la réalisation d'un compost à partir des déchets phoenicicole tell que (pétiole, palmes sèches, spathe, hampe florale) au niveau de Université Ahmad Draya Adrar les composts confectionnés ont été testé pour mètre en évidence la qualité de ces composts, nous avons lancé une culture d'haricot dolique dans les quatre composts et suivi lors comportement.

Les résultats obtenus illustrent :

- La température ambiante ainsi que l'humidité influe sur le processus de dégradation de matière organique ;
- La dégradation dépend aussi de la nature de substrat composté ;
- le substrat pétiole présente la teneur la plus grand en potassium (536,4 mg/L), en se qui concerne La teneur en phosphore bio-disponible le substrat spathe présente la teneur la plus grand (478,17 p.p.m) par rapport au autre composts.

En ce qui concerne le suivi de la culture de l'haricot dolique (tadelaght) montrent que :

- Le substrat hampe florale présente une biomasse végétale d'haricot dolique considérable par rapport aux autres composts.

Mots clés: compost, déchets, palmier dattier, sous produit.

ملخص

في المناطق الصحراوية، يعد النخيل الزراعة الرئيسية ، وتنتج عنها كميات كبيرة من المخلفات الثانوية الزراعية، و بالتالي هذا الإنتاج يؤدي إلى تراكم النفايات في البيئة ويشكل ضررا للبيئية من حولنا. من بين الحلول المقترحة من أجل معالجة وتثمين النفايات العضوية عامة يمكننا أن نذكر عملية التسميد

الهدف من دراستنا هو تحضير سماد الكمبوست انطلاقا من بقايا النخيل المثمر (الكرب ، السعف الجاف، اغريض محور العرجون) على مستوى جامعة احمد دراية أدرار، الأسمدة العضوية المحضرة اختبرت في زراعة الفاصوليا (تادلاخت) من أجل مراقبة جودة هذه الأسمدة وملاحظة مدى تأثيرها على النباتات

أبرزت تحاليل النتائج المتحصل عليها أن

- درجة حرارة الجو و الرطوبة تؤثر على تحلل المادة العضوية
- تحلل المادة العضوية يتعلق أيضا بطبيعة المادة الأولية
- يحتوي كومبوست الكرب على أعلى تركيز من البوتاسيوم (536,4 mg/L)، أما فيما يخص الفوسفور المتاح فإن كومبوست اغريض يحتوي على التركيز الأعلى بقيمة (478,17 p.p.m) مقارنة بباقي المواد

النتائج المتحصل عليها فيما يخص اختبار الزراعة وضحت أن

- السماد العضوي المكون من محور العرجون يقدم كتلة نباتية معتبرة من نبتة الفاصولياء مقارنة بباقي المواد

كلمات المفتاحية : السماد، والنفايات، النخيل، تحت المنتج

Résumé

Abstract

In the Saharan regions, the date palm is the main crop of agriculture and offers a wide range of agricultural by-products, increasing the production of date palm by-products. Leads to an accumulation of this waste in the environment and harm our environment.

Among the solutions envisaged for the treatment and recovery of organic waste in general we can cite the composting. The objective of our study is the composting of phytoretic waste such as (petiole, dry palms, spathe, floral stem) in the University of Ahmad Draya Adrar, the composts made were tested in order to know the quality. Of these composts, we launched a crop of cowpea bean in the four compost and followed their behavior.

The results obtained illustrate:

- Ambient temperature and humidity affect the process of organic matter degradation;
- Degradation also depends on the nature of the composted substrate;
- The petiole substrate has the highest potassium content (536.4 mg / L), for the bioavailable phosphorus the spathe substrate has the highest content (478.17 ppm) compared to other composts.

Regarding the monitoring of the cultivation of the cowpea bean (tadelaght) show that:

- The floral stem substrate has a considerable vegetable mass of the cowpea bean compared to the other composts.

Keywords: compost, waste, date palm, by - product.

Sommaire

Sommaire

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste des photos.....	iii
Liste des abréviations.....	iv
Introduction générale.....	1

Partie théorique

Chapitre I : Etude bibliographique sur les palmiers dattier

1-Introduction.....	3
2-Historique de palmier dattier.....	3
3-Les différentes espèces du genre Phoenix L.	4
4-Classification botanique.....	4
5-Exigences Écologiques de palmier dattier.....	5
5-1-Température.....	5
5-2-La lumière.....	5
5-3-Eau.....	6
5-4-Exigences édaphiques.....	6
6-Répartition géographique.....	6
7-Description générale des organes du palmier dattier.....	7
8-La Morphologie des organes du palmier dattier comme suivant	8
8-1-Le système racinaire.....	8
8-2-Système végétatif aérien.....	8
8-2-1-Le tronc ou stipe.....	8
8-2-2-Couronne.....	8
8-3-L'Appareil reproducteur.....	9
8-3-1-Les spathes ou inflorescences.....	9
8-3-2-Les fleurs.....	9
8-3-3-Fruit.....	9
8-4-Pétiole (Kornaf).....	10
8-5-Les palmes.....	11
8-6-Hampe florale.....	12
9-Valorisation des produits et sous-produits des palmiers dattiers.....	12

Sommaire

9-1- Définition de sous-produit de palmier dattier.....	12
9-2-Usages traditionnels du sous-produit de palmier dattier.....	12
9-2-1-Usage des folioles et palmes sèches.....	13
9-2-2-Usage du bois du dattier ou stipe.....	14
9-2-3-Hampe et pédicelles.....	14
9-3-Transformation des déchets de dattes.....	14
10-Conclusion.....	15
Chapitre II : généralité sur le compost	
1-Introduction.....	16
2-Définition des déchets.....	16
3-Classification des déchets.....	17
3-1-Selon la nature.....	17
3-2-Selon l'origine.....	17
3-2-1-Déchets solides ménagers et assimilés.....	17
3-2-2-Déchets solides industriels.....	18
3-2-3-Déchet agricole.....	19
3-3-Selon la composition.....	19
4-Traitement et valorisation des déchets organiques.....	19
4-1-Historique de compostage.....	20
4-2-Traitement aérobie ou compostage.....	20
4-3-Définition de compost.....	21
4-5-Les déchets compostable.....	21
4-5-1-Les déchets verts.....	22
4-5-2-Les boues de station d'épuration.....	22
4-5-3-Ordures ménagers.....	22
4-6-Avantages du compostage.....	22
4-7-Quelques techniques de compostage.....	23
4-7-1-Composter en tas.....	23
4-7-2-Composter en silo (des enclos de vannerie).....	24
4-7-3-Compostage dans des fosses.....	25
4-8-Processus de compostage.....	25
4-8-1-La phase mésophile.....	25

Sommaire

4-8-2-La phase thermophile.....	25
4-8-3-Phase de refroidissement.....	26
4-8-4-La phase de maturation.....	26
4-9-Principaux paramètres influençant le compostage	27
4-9-1-Température.....	27
4-9-2-Le potentiel hydrogène.....	27
4-9-3-Humidité.....	29
4-9-4-L'aération.....	29
4-9-5-La granulométrie.....	29
4-9-7-Rapport carbone azote.....	30
4-9-8-Les nutriments.....	30
4-10-Matériaux végétale initiale dégradé par processus de compostage.....	31
4-10-1-La lignocellulosique.....	31
4-10-2-La lignine.....	31
4-10-3-La cellulose.....	31
4-10-4-Hémicellulose.....	32
4-11-Microbiologie de compostage.....	32
4-11-1-Les bactéries.....	32
4-11-2-Les champignons.....	33
4-11-3-Les actinomycètes.....	33
5-Conclusion	34

Partie pratique

Chapitre III : Matériels et méthodes

1-Situation géographique	35
1-1 Le climat	
2-Site de prélèvement de sous produit de palmier dattier.....	35
3-Confection des composts.....	36
3-1-La collection de sous produit de palmier dattier.....	36
3-2-Broyage et tamisage.....	36
3-3-Site d'expérimentation.....	37
3-4-Trempage	38
3-5-L'emplacement de compost	38

Sommaire

3-6- Caractéristique de la luzerne (<i>Medicago sativa</i>).....	39
3-7- L'arrosage et l'aération.....	39
4- Echantillonnage	40
5- Méthode d'analyse des paramètres physiques et chimiques.....	40
5-1- Température.....	40
5-2- Mesure de potentiel hydrogène.....	40
5-3- Mesure de la conductivité électrique.....	41
5-4- Humidité	41
5-5- Matière organique.....	41
5-6- Dosage de phosphore assimilable (Méthode joret-hebert).....	42
5-7- Dosage de potassium.....	44
5-8- L'auto échauffement	45
6- Étude de paramètre de semis.....	45
6-1- Test de germination	45
6-2- Test de culture.....	46
6-2-1- Séchage et tamisage.....	46
6-2-2- Mise en place de la culture.....	46
6-3- Les caractéristiques du terreau	48
7- Paramètre de suivie du semis.....	48
7-1- Estimation de l'indice de tolérance.....	48
Chapitre IV : résultats et discussions	
1- Étude des paramètres de compostage.....	50
1-1- Caractéristique des composts obtenus	50
1-2- Étude des paramètres physico-chimiques.....	50
1-2-1- Évolution de température.....	50
1-2-2- Évolution de potentiel hydrogène	51
1-2-3- Évolution d'humidité.....	52
1-2-4- Évolution de conductivité électrique.....	53
1-2-5- Évolution de matière organique.....	54
1-2-6- Évolution de carbone organique totale.....	55
1-2-7- Évolution de phosphore bio-disponible (P ₂ O ₅).....	56
1-2-8- Évolution de teneur en potassium.....	57

Sommaire

1-2-9-Test d'auto-échauffement.....	58
1-3-Étude de paramètre de semis.....	61
1-3-1-Le test de germination.....	61
1-3-2-Évolution de la vitalité des plants.....	61
1-3-3-Évolution de l' hauteur	62
1-3-4-Évolution de nombre des feuilles composés	62
1-3-5-Poids frais de la partie aérienne.....	63
1-3-6-Poids frais de la partie racinaire	64
1-3-7-Indice de tolérance.....	65
Conclusion générale	66
Référence bibliographique.....	68
Annexes.....	73

Liste des figures

Liste des figures

Figure 01 : Figuration schématique du palmier dattier.....	5
Figure 02 : Carte de répartition géographique du genre <i>Phoenix</i> dans le monde.....	6
Figure 03 : Spathes ou Inflorescences.....	9
Figure 04 : Démonstration de la forme de pétiole.....	10
Figure 05 : Une palme de palmier dattier.....	11
Figure 06: Processus théoriques mis en jeu pendant le compostage.....	21
Figure 07 : Exemple d'un tas de compost.....	24
Figure 08 : Des exemples du silo.....	24
Figure 09 : Evolution de température et de pH au cours de compostage.....	28
Figure 10 : Structure de cellulose.....	32
Figure 11 : Exemple d'une unité d'hémicellulose : Arabino-4-O- methyl-glucurono-xylane.....	32
Figure 12 : Bactéries.....	33
Figure 13 : Actinomycète.....	34
Figure 14 : Situation géographique.....	35
Figure 15 : Dispositif expérimentale.....	48
Figure 16 : Evolution de température en fonction de temps.....	51
Figure 17 : Evolution de <i>pH</i> en fonction de temps.....	52
Figure 18 : Evolution d'humidité en fonction de temps.....	53
Figure 19 : Evolution de la conductivité électrique.....	54
Figure 20 : Evolution du taux de matière organique en fonction temps.....	55
Figure 21 : Evolution du taux de carbone organique totale.....	56
Figure 22 : Evolution de phosphore assimilable P_2O_5	57
Figure 23 : Évolution de potassium.....	58
Figure 24 : Evolution de température au cours de test d'auto-échauffement pétiole.....	59
Figure 25 : Evolution de température au cours de test d'auto-échauffement palme sèche.....	59
Figure 26 : Evolution de température au cours de test d'auto-échauffement spathe.....	60

Liste des figures

Figure 27 : Evolution de température au cours de test d'auto-échauffement hampe florale.....	60
Figure 28 : Évolution de taux des plantes vivante d'haricot dolique.....	61
Figure 29 : Évolution de la croissance caulinaire.....	62
Figure 30 : L'évolution foliaire.....	63
Figure 31 : Poids frais de la partie aérienne.....	64
Figure 32 : Poids frais de la partie racinaire.....	64
Figure 33 : Indice de tolérance.....	65
Figure 34 : Courbe d'étalonnage de phosphore bio-disponible.....	75

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : Inventaire variétal (cultivar) dans les trois régions phoenicicoles d'Algérie.....	7
Tableau 02 : Composition chimique des palmes sèches du palmier dattier.....	11
Tableau 03 La quantité d'organes de palmier dattier issus au moment d'entretien.	12
Tableau 04: condition opératoire nécessaire pour la mise en oeuvre optimale d'un procédé de compostage.....	27
Tableau 05: Exemple de rapport C/N pour quelque matériau.....	30
Tableau 06 : les caractéristiques morphologiques de luzerne	39
Tableau 07 : Les caractéristiques du terreau	48
Tableau 08 : préparation des étalons.....	74
Tableau 09 : absorbance de phosphore bio-disponible en fonction de sa concentration.....	74
Tableau 10 : fiche expérimentale de suivie de la croissance des plantes.....	76

Liste des photos

Liste des photos

Photo 01 : Vannerie à base de folioles de palmier dattier.....	13
Photo 02 : Utilisation de palme sèche comme clôture.....	13
Photo 03 : Utilisation de palme sèche pour la protection contre la désertification..	14
Photo 04 : Pétiole.....	36
Photo 05 : Palme sèche.....	36
Photo 06 : Spathe.....	36
Photo 07 : Hampe florale.....	36
Photo 08 : Broyeur.....	36
Photo 09 : une grille.....	36
Photo 10 : Les matières primaires.....	37
Photo 11 : Site d'expérimentation.....	37
Photo 12 : La phase de trempage.....	38
Photo 13 : L'emplacement des composts.....	39
Photo 14 : Thermomètre électronique.....	40
Photo 15 : Analyse de carbone organique totale.....	42
Photo 16 : Dosage de phosphore bio-disponible.....	43
Photo 17 : Dosage de potassium K_2O	44
Photo 18 : Test d'auto- échauffement.....	45
Photo 19 : Test de germination.....	45
Photo 20 : Séchage des composts.....	46
Photo 21 : Test de culture d'haricot dolique.....	49

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CB: Cellulose brute.

ADF: Lignocellulose.

HCOSE: Hémicellulose.

CV: Cellulose vraie.

LIGN: Lignine.

MO: Matière Organique.

CE : conductivité électrique.

pH : Potentiel hydrogène.

COT : carbone organique totale.

T_i : indice de tolérance.

T_i : indice de tolérance.

P_f : poids frais.

P_s : poids sec.

P_c : poids de l'échantillon après calcination.

T_{max} : température maximale.

T_g : taux de germination.

N_i : nombre des grains.

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement.

INSID : Institut Nationale des Sols et d'Irrigation et de Drainage.

ITDAS : Institut Technique de Développement de L'agronomie Saharienne.

IPGRI : International Plant Genetic Resources Institute.

Introduction

générale

Introduction générale

Introduction générale

La gestion des déchets organiques représente un souci et une orientation stratégique pour tous les pays du monde, notamment ceux du Maghreb arabe surtout après leur engagement dans des politiques environnementales nationales, méditerranéennes et internationales. Ces orientations visent, entre autre, à un développement industriel qui encourage les processus de production agroalimentaire propre. Les déchets sont un des plus grands fléaux qui menacent l'environnement (**BOUGHABA, 2012**).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est la composante principale de l'agro-système oasien. Environ 18 millions de palmier dattiers sont cultivés en Algérie sur une superficie totale estimée à 169.380 hectares (**BABAHAMMI, 2014**). Cette grande quantité de palmiers dattiers produit énormément de déchets, qui peuvent être responsable des problèmes phytosanitaires des oasis et elle doit être éliminée pour réduire leur impact sur l'environnement (**BABAHAMMI, 2014**).

Par contre, Dans l'agriculture moderne où l'intensification agricole est accrue, les sols manifestent une dégradation à cause de la diminution de leur taux de matière organique. Ce problème est d'autant plus grave que les résidus de cultures ne sont pas restitués aux sols, particulièrement durant les années de sécheresse où ces résidus sont exportés des parcelles pour l'alimentation du bétail (**ELHERRADI et al ,2003**).

Le tri sélectif nous permet aujourd'hui de recycler plastiques, verres, papiers et cartons. Le reste remplit encore nos sacs-poubelle. Si vous avez un jardin, les branchages, tonte de pelouse, feuilles mortes vous encombrant sans doute régulièrement, et s'en débarrasser est une véritable corvée. Pourtant, il existe une solution simple, écologique, économique et bénéfique pour nous comme pour la nature : le compostage (**ZEGELS, 2012**).

Le problème posé par les accumulations des sous-produits de palmier dattier sur les périmètres agricoles dans les oasis Algériennes surtout dans willaya d'Adrar qui exporte une quantité très importante de ces déchets et cela revient au nombre très important des palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera L.*) plantés (environ 2.288.687 pieds sur une superficie de 16.405 hectares en agriculture intensive et 1.463.400 pieds sur 1.1469 hectares en agriculture extensive) dans la campagne agricole 2014-2015 (**ITDAS ,2016**).et la pauvreté des sols en éléments nutritifs, nous a encourager à choisir ce thème d'étude.

Introduction générale

Notre étude consiste à valoriser les différents organes végétatifs du palmier dattier (*Phoenix dactilefera L*) comme compost.

Quatre types de composts ont été réalisés à savoir « pétiole » « palme sèche » « spathe » « hampe florale », et suivi le processus de compostage plus de 12 semaines du mois de novembre jusqu'au mois de février par des analyses, des paramètres physico-chimique (potentiel hydrogène ; conductivité électrique ; matière organique ; carbone organique total ; phosphore ; potassium) au niveau de laboratoire d'université Ahmed Draya Adrar et sein de laboratoire de unité de recherche et l'énergies renouvelables en milieu saharien.

L'objectif est de déterminer le meilleur substrat, on a testé les quatre compostes obtenus dans la culture d'haricot dolique et le terreau commercialisé comme témoin. Plusieurs paramètres ont été étudiés sur la croissance, la biomasse végétale et le test de germination.

Le présent document est présenté selon le plan suivant : Une première partie théorique comprend une synthèse bibliographique. Une deuxième partie expérimentale comprend matériels et méthodes et résultats et discussions et conclu par une conclusion.

Partie

théorique

Chapitre I

Etude bibliographique

sur

les palmiers dattier

1-Introduction

Le Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est l'une des plus vieilles espèces végétales cultivées, la mieux adaptée aux conditions climatiques difficiles des régions sahariennes et présahariennes, en raison de ses exigences écologiques et la plus convenable économiquement pour investir dans l'agriculture oasienne (SEDRA,2003). Sa présence crée un microclimat permettant le développement de diverses formes de vie animale et végétale indispensables pour le maintien et la survie des populations du désert (BEZATO ,2013).

Le Palmier dattier est un arbre d'un grand intérêt en raison de sa productivité élevée, de sa qualité nutritive, de ses fruits très recherchés et de ses facultés d'adaptation aux régions sahariennes. En plus de ses rôles écologique et social, le palmier dattier contribue essentiellement, dans le revenu agricole des paysans et offre des dattes et une multitude de sous-produits à usages domestique, artisanal et industriel. Cependant la culture de cette espèce, considérée comme un arbre fruitier essentiel dans de nombreux pays n'a pas évolué et n'a pas connu d'amélioration au niveau de techniques phoénicoles utilisée (SEDRA, 2003).

L'Algérie est un pays phoénicoles classe au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb arabe pour ses grandes étendues de culture avec 160.000 hectares et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500.000 tonnes (ABERLENC-BERTOSSI, 2010).

2-Historique de palmier dattier

Le dattier a été nommé « *Phoenix dactylifera* L. » par Linné en 1753 *Phoenix* dérive de Phoenix est le nom du dattier chez les Grecs antiques qui l'ont considéré comme l'arbre des Phéniciens (du grec « *Phoen* » rouge sang, caractéristique de la couleur de leur peau) ou Phéniciens. « *Dactylifera* » vient du latin « *dactylus* » dérivant du grec « *daktylos* » signifiant doigt en raison de la forme de fruit du dattier (BEZATO ,2013).On parle palmier dattier (Français), « Nakhla (Arabe), Tamar (Hébreu), Palmadatilera (Espagnol), Palma daterro (Italien), Manah (Persan),Tazdaït, Tanekht, Tainiout (en Berbère suivant les régions) » (BEN MBAREK ET DEBOUB, 2015).

Cependant, l'origine géographique précise du Palmier Dattier paraît très controversée, est le résultat de l'hybridation de plusieurs types de *Phoenix*. Bien que, plusieurs hypothèses ont été abordées sur son origine, mais toujours ont révélé que son origine fréquemment dans la Bible (se trouve à Babylone et datant de 4.000 ans avant Jésus Christ). De cette région du Golfe Persique, lieu d'origine, la culture du palmier dattier s'est

étendue vers l'est et vers l'Afrique orientale (15^{ème} siècle) et du nord (11^{ème} siècle). Dès le vingtième siècle, il est introduit en Amérique par les conquêtes espagnoles et en Australie (ABSI, 2013).

Par contre, la propagation du palmier dattier au pays du Maghreb s'est effectuée en suivant plusieurs voies : par les navigateurs arabes, qui remplaçant le commerce caravanier à travers le Sahara, et l'introduction des noyaux de dattes par les esclaves ; par la sélection paysanne dans les anciennes transactions commerciales où les dattes étaient utilisées comme monnaie d'échange (ABSI, 2013).

Le palmier dattier est, dans la tradition islamique, un arbre sacré qui a toujours été entouré par un maximum de soins. Si bien que les musulmans prétendent qu'ils sont faits pour le palmier et que le palmier est fait pour eux (BENKADI, 2013).

3-Les différentes espèces du genre *Phoenix* L.

Genre	Espèces
<i>Phoenix</i>	<i>dactylifera</i> L.,
	<i>Atlantica</i> A. Chev.,
	<i>Canariensis</i> Chabaud.,
	<i>Reclinata</i> Jacq.,
	<i>Sylvestris</i> Roxb.,
	<i>humilis</i> Royle.,
	<i>Hanceana</i> Naudin ;
	<i>Roebelinii</i> O'Brien.,
	<i>Farintifera</i> Roxb.,
	<i>Rupicola</i> T. Anders.,
	<i>Acaulis</i> Roxb.,
<i>Paludosa</i> Roxb (BEZATO, 2013).	

4-Classification botanique

La classification botanique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (figure 01) est :

- **Groupe** : Spadiciflores ;
- **Embranchement** : Angiospermes ;
- **Classe** : Monocotylédones ;
- **Ordre** : Palmales ;
- **Famille** : Palmacées ;
- **Sous famille** : Coryphoidées ;
- **Tribu** : Phoenixées ;
- **Genre** : *Phoenix* ;

- **Espèce :** *Phoenix dactylifera L* ;(DJAFOUR et al, 2005).

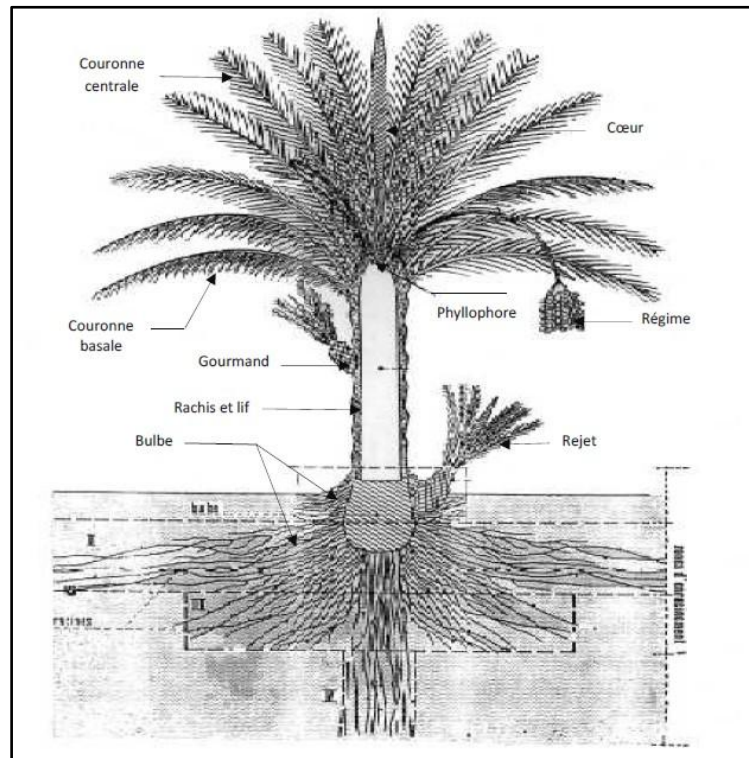


Figure 01 : Figuration schématique du palmier dattier (PEYRON, 2000)

5-Exigences Écologiques de palmier dattier

5-1-Température

Le palmier dattier est une espèce thermophile (IDDER-IGHILI,2008), le palmier dattier ne peut fructifier au-dessous de l'isotherme 18°C, mais supporte les températures extrêmes, il ne fleurit que si la température moyenne est de 20 à 25°C(ITDAS, 2005).

La croissance du palmier s'arrête à des températures inférieure à 7°C (repos végétatif), à des températures inférieure à 0°C le palmier dattier peut subir des désordres métaboliques grave (IPGRI ,2005).

5-2-La lumière

Le palmier dattier est une espèce héliophile. Il est cultivé dans les régions à forte luminosité, l'action de la lumière favorise la photosynthèse et la maturation des dattes (ALLAM, 2008).La lumière est primordial pour la production de dattes et l'on constate dans les palmeraies que les sujets les mieux éclairés sont toujours les plus chargés de fruits (TOUTAIN, 1967).

5-3-Eau

Pour assurer une bonne production dattiers, l'arbre a besoin de 16.000 à 26.000 m³d'eau /ha/an. Ces besoins sont fonction de la nature du sol, de la profondeur de la nappe du degré d'insolation et des températures (ITDAS, 2005).

L'humidité qui convient au palmier est celle des zones sahariennes, elle est souvent inférieur à 40% (ITDAS, 2005).

5-4-Exigences édaphiques

Le palmier dattier cultivé dans des sols très variés, ils se contentent de sols squelettiques : sableux, sans aucune consistance, mais affectionne les sols meubles et profonds assez riches ou susceptibles d'être fertilisés. C'est une espèce qui craint les sols argileux (ITDAS, 2005).

6-Répartition géographique

La majorité des dattiers près de 50%, se trouve en Asie particulièrement en Iran et en Irak. Le patrimoine phoénicienne de l'Afrique du Nord est estimé à 26% du total mondial. Les limites extrêmes de développement du dattier se situent entre la latitude 10° Nord (Somalie) et 39° Nord (Elche en Espagne) (figure 02)(IDDER-IGHILI, 2008).

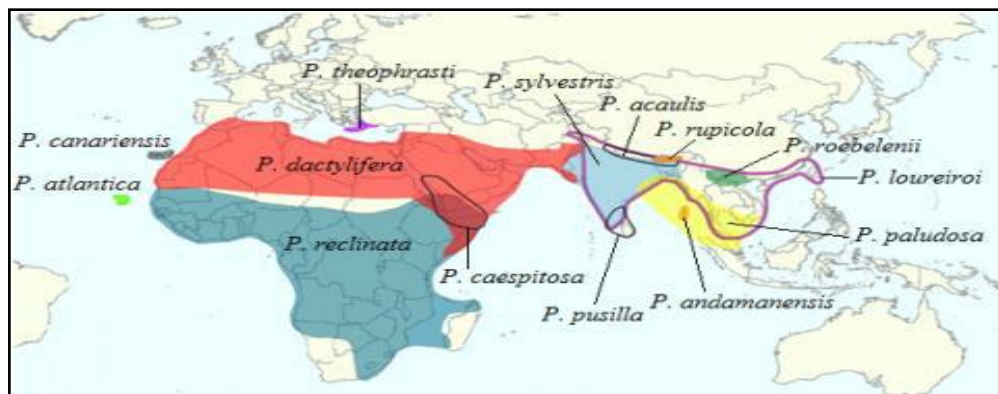


Figure 02 : Carte de répartition géographique du genre *Phoenix* dans le monde (BEN MBAREK et DEBOUB, 2015)

En Algérie le palmier dattier constitue la principale culture au Sahara Algérien (voir tableau 01) entre 25° et 35° latitude Nord. Il occupe toutes les régions situées au sud l'Atlas saharien, depuis la frontière marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne au Sud.Est (IDDER-IGHILI, 2008) à l'est et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reggane (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est) (ABERLENC-BERTOSSI, 2010).

La palmeraie Algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers neuf wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (BEN MBAREK ET DEBOUB, 2015)

Tableau 01 : Inventaire des cultivars dans les trois régions phoenicoles d'Algérie.

(ABERLENC-BERTOSSI, 2008)

Région		Nombre de cultivars	Cultivars les plus courants
Ouest	Atlas	70	Ghares, Asyan, Feggus,
	Saoura	80	Feggous, Hartan, Cherka, Hmira, Deglet, Talmine
	Gourara	230	Hmira, Tinnaser, Taqerbuch
	Touat	190	Tgazza, Aghamu, Taqerbuch
	Tidikelt	60	Tgazza, Taqerbuch, Cheddakh, Aggaz
Centre	El Ménia	70	Timjuhart, Ghars, Timedwel
	M'Zab	140	Azerza, Ghars, DegletNour, Taddela
Est	Ouargla	70	Ghars, DegletNour, Degla Beida
	Oued Righ	130	Ghars, DegletNour, Degla Beida
	Souf	70	Ghars, DegletNour, Degla Beida, MichDegla
	Zibans	140	Ghars, DegletNour, Degla Beida, MichDegla
	Aures	220	Buzrur, Alig, Buhles, MichDegla
	Tassili	180	Tanghimen, Tabanist, Khadaji

7-Description générale des organes du palmier dattier

Le Palmier dattier est un végétal de la classe des monocotylédones sa croissance apicale dominante (ITDAS, 2005).

On distingue trois parties : un système racinaire, un organe végétatif composé du tronc (stipe) et de feuilles et un organe reproducteur dioïques composé d'inflorescences mâles ou femelles. Les valeurs quantitatives et qualitatives des organes végétatif et reproductif sont variables. Il semble possible de caractériser les cultivars par la comparaison de la plupart de ces paramètres qui forment des index taxonomiques différentiels (BENKADI, 2013).

Le palmier dattier est l'arbre type des zones sahariennes, il assure la pérennité des cultures sous-jacentes (ITDAS, 2005).

8-La Morphologie des organes du palmier dattier comme suivant :**8-1-Le système racinaire**

Le système racinaire du palmier est dense de type fasciculé (SEDRA, 2003). L'ensemble de ces racines est lié directement, avec un système vasculaire au niveau de la base du tronc. Leur nombre équivaut généralement, à celui des vaisseaux. Les racines prennent une longueur pouvant aller jusqu'à 8 et parfois 15 mètres de profondeur (SEDRA, 2003).

Il présente, en fonction de la profondeur quatre zones:

- Zone 1 ou racines respiratoires ;
- Zone 2 ou racines de nutrition ;
- Zone 3 ou racines d'absorption ;
- Zone 4 ou racines d'absorption de profondeur (IDDER-IGHILI, 2008).

Le développement et l'importance du système racinaire (quantité, densité, longueur...) dépendent du mode et du système de culture, des caractéristiques physico-chimiques et agronomiques du sol, de la profondeur de la nappe phréatique et probablement du cultivar et du système de la culture (SEDRA, 2003).

8-2-Système végétatif aérien**8-2-1-Le tronc ou stipe**

Le tronc ou stipe est généralement cylindrique. Il est toutefois tronconique chez certaines variétés (IDDER-IGHILI, 2008). Est non ramifié, lignifié et de couleur marron brun. Le tronc est recouvert à sa surface par la base des palmes coupées 'Kornafs', recouvertes par un fibrillum « lif » (BENKADI, 2013). Sa hauteur peut atteindre plus de 30 mètres (BENKADI, 2013). Il porte les palmes qui sont des feuilles composées et pennées issues du bourgeon terminal. Chaque année, apparaissent 10 à 20 feuilles. La longévité d'une palme est comprise entre 3 et 7 ans (IDDER-IGHILI, 2008).

Le diamètre du tronc de l'arbre est généralement stable, sous les mêmes conditions à partir de l'âge adulte (ITDAS, 2005).

8-2-2-Couronne

La couronne ou frondaison est l'ensemble des palmes vertes qui forment la couronne du palmier dattier. On dénombre de 50 à 200 palmes chez un palmier dattier adulte (DJAFOR et al, 2005).

Les palmes vivent de trois à sept ans, selon les variétés et le mode de culture. Les palmes sont émises par le bourgeon terminal, pour cela, on distingue:

- La couronne basale, avec les palmes les plus âgées ;
- La couronne centrale, avec les palmes adultes (**DJAFOUR et al, 2005**).

8-3-L'Appareil reproducteur

8-3-1-Les spathes ou inflorescences

Le Palmier dattier est un pied dioïque. Les organes de reproduction sont composés d'inflorescences mâles ou femelles portées par des palmiers différents. Les spathes ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont de couleur vert-jaunâtre et sont formées à partir de bourgeons développés à l'aisselle des palmes (**SEDRA, 2003**).

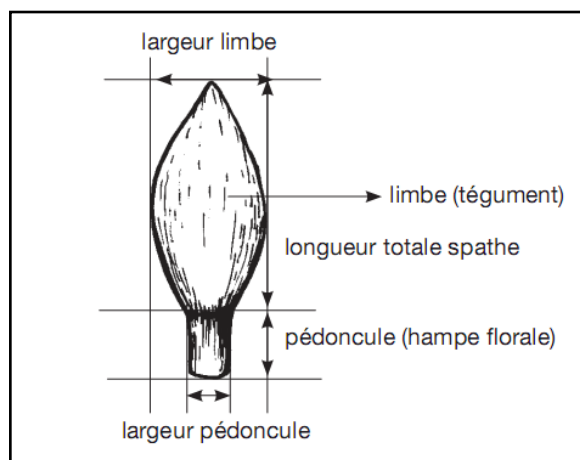


Figure 03 : Spathes ou inflorescences (IPGRI ,2005).

8-3-2-Les fleurs

Les fleurs sont unisexuées à pédoncule très court. En période de pollinisation, les spathes s'ouvrent d'elles-mêmes suivant, la ligne médiane du dos (**SEDRA ,2003**).

La fleur femelle a une couleur entre ivoire et vert clair. Elle comporte un calice court, constitué de trois sépales soudés (**DJAFOUR ET al, 2005**).

La fleur mâle est blanc ivoire, et d'une forme légèrement allongée, elle est formée d'un calice court et de trois sépales soudées (**DJAFOUR 2005**).

8-3-3-Fruit

Le fruit est une baie contenant une graine appelée communément, noyau. Après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un fruit de raisin jusqu'à la taille normale de la datte) En effet, cinq stades d'évolution du fruit sont connus et prennent des appellations locales différentes. En Algérie « Loulou, Khelal, Bser Martouba ou Mretba jusqu'à T'mar » (**BENKADI, 2013**).

Ses fruits, constituent un excellent aliment, très riche en sucre et en éléments minéraux, se consomment frais ou conservés (ITDAS, 2005).

8-4-Pétiole (Kornaf)

Chaque année, des palmes sont émises tandis que d'autres sèchent en restant attachées au tronc .les palmes totalement sèches doivent être éliminés.

-La première année, scier la palme juste en dessous de la première épine, au niveau de son étrangement (voir le figure 04);

- La deuxième année, coupée à la base, dans sa partie la plus large.

Cette coupe à la scie doit être propre, régulière, bien horizontale, afin de former une marche d'escalier il est ainsi plus facile de grimper le long du stipe, par ailleurs « Kornafs » correctement mené est très peu attaqué par les termites ; il perdurera toute la vie palmier. Dans tous les cas, la hache est à bannir(PEYRON, 2000).

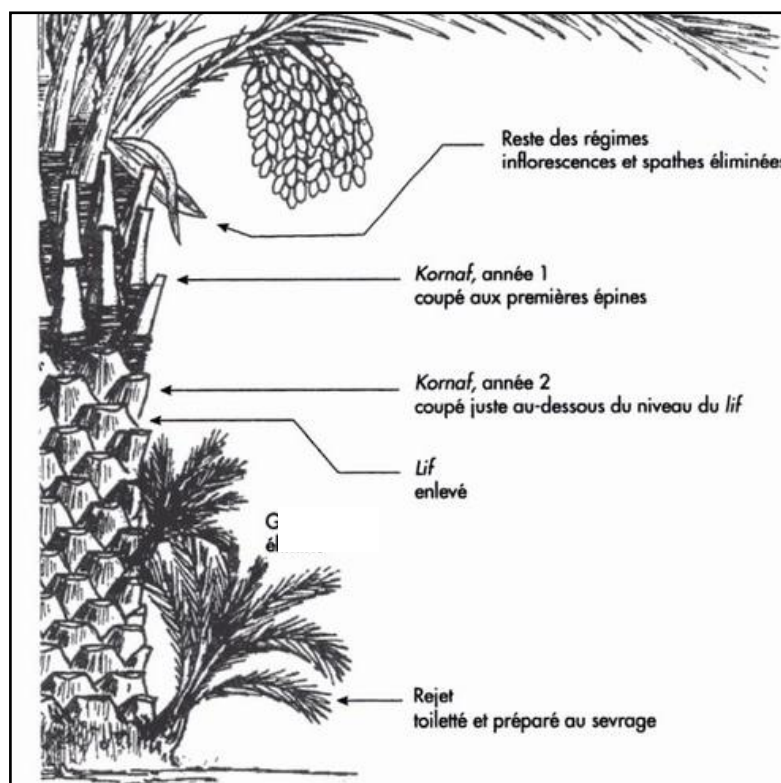


Figure 04 : Démonstration de la forme de pétiole(PEYRON, 2000).

8-5-Les palmes

Une palme, ou « djerid », est une feuille composée, pennée, la base pétiolée, ou « Kornaf », engaine partiellement le tronc et est en partie recouverte par le fibrillum, ou « lif » (PEYRON, 2000)

Les feuilles d'un palmier dattier ont une longueur comprise entre 3 à 6 m (4 m en moyenne) et ont une durée de vie normale de 3 à 7 ans. Elle est nue d'épines sur une courte distance, mais pleine d'épines sur les deux côtés par la suite. Les zones intermédiaires sont la colonne vertébrale (figure 05) (BABAHAMMI, 2014). Chaque année, apparaissent 10 à 20 feuilles (IDDER-IGHILI, 2008).

Les palmes du cœur, avec les palmes non ouvertes, dites « en pinceau » et les palmes n'ayant pas encore atteint leur taille définitive (PEYRON, 2000).

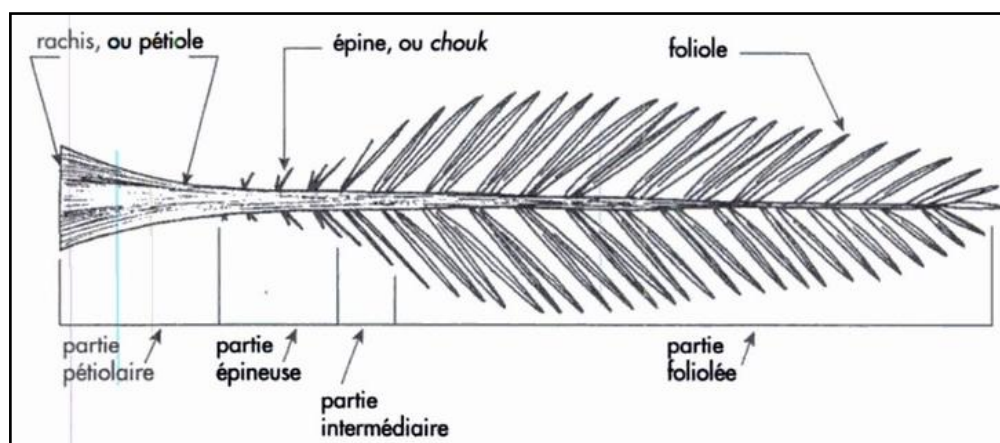


Figure 05 : Une palme de palmier dattier (PEYRON, 2000).

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%). Par contre, les quantités de matière azotées et phosphorées sont faibles (TOUTAIN, 1967). Le tableau 02 suivante représente d'autres composés de palmier dattier.

Tableau 02 : Composition chimique des palmes sèches (BABAHAMMI, 2014).

	MO (%)	CB%	ADF%	CV%	HCOSE%	LIGN (%)
Palme sèches	84.74-0.13	30.70-0.30	65.30-0.74	32.83-2.31	23.98-2.81	20.45-2.36

8-6-Hampe florale

Axe florifère allongée terminé par une fleur ou un groupe de fleurs et ne possédant pas de feuilles (CLÉMENT, 1981).

9-Valorisation des produits et sous-produits des palmiers dattiers

Le palmier dattier, arbre providentiel des zones arides, offre de nombreuses possibilités dans l'utilisation de ses différents organes : tronc, palmes, « lif », épines, racines, hampe florale, « kornaf », folioles...pour répondre à différents besoins quotidiens des oasisiens : vaisselles de cuisine, meuble, matériaux de construction.et les dattes surtout dans les préparations culinaires, en pharmacopée traditionnelle, et même comme masques de beauté (BENKADI, 2013).

9-1-Définition des sous-produits de palmier dattier

Le sous-produit de palmier dattier (organes de palmier dattiers) sont des résidus de récolte et de nettoyage ou de toilette des palmiers (régimes, palmes sèches, kornaf, lif ...etc.) (tableau 03). Ils peuvent être des organes vivants, tels que les palmes vertes (SEBIHI, 2014).

Tableau 03 : La quantité d'organes de palmier dattier après entretien (SEBIHI, 2014).

Organes de palmier dattier	Moyenne par palmier
Palme sèche	22 (palmes/palmier)
Régimes	11(régimes/palmier)
Pétiole « kornafs »	9 à 25 (kornaf/palmier)
« Lif »	300 à 2.000 (grammes /palmier)

9-2-Usages traditionnels du sous-produit de palmier dattier

Le palmier est une source de matière première d'une grande diversité (BEN SALAH, 2014).Dans la région, il existe certaines activités à caractère socio-économique, en relation avec les sous-produits du palmier dattier (BENKADI, 2013).

9-2-1-Usage des folioles et palmes sèches

Les folioles des palmes prélevés à l'état jeune (jaunes folioles du cœur) et parfois verts, elles sont flexibles et plus résistantes (BENKADI, 2013) qui se prêtent à des utilisations multiples et variées sont la base de l'artisanat (photo 01) (BEN SALAH, 2014).



Photo 01 : Vannerie à base de folioles de palmier dattier (BEN SALAH, 2014).

Les palmes ont de multiples destinations, on les trouve dans la fabrication de palissages pour les jardins(photo 02) ou les clôtures des habitations (BAROIN ET PRÊT ;non daté), sous les toitures, en vannerie et sparterie (paniers, couffins, chapeaux, éventails. nattes...) (TOUTAIN,1967).



Photo 02 : Utilisation de palme sèche comme clôture

Dans les zones sahariennes et désertiques pré-oasiennes, le phénomène de la désertification demeure très menaçant. En Algérie, pas moins de 40 millions d'hectares sont menacés par ce phénomène selon les chiffres de la Direction générale des forêts. Les palmes sont utilisés comme brise vent pour lutter contre la désertification (photo 03).(BEN SALAH, 2014).



Photo 03 : Utilisation de palme sèche pour la protection contre la désertification.

Les palmes sont aussi utilisées comme bois de chauffage domestique et dans les briqueteries. Elles peuvent servir, également, à la confection d'un charbon de bois léger, d'excellente qualité (BENKADI, 2013).

9-2-2-Usage du bois du dattier ou stipe

Les troncs de dattier à la fin de sa vie où ils sont abattus peuvent servir de bois de construction, comme poutres ou comme bois de toiture. Les bases des rachis foliaires ou le rachis même sont généralement joints pour couvrir la toiture et permettre la transition entre deux stipes (BEN SALAH, 2014).

Le stipe peut être utilisé complet ou divisé en 2 ou plusieurs madriers. Il existe une technique spéciale de partage du stipe vu qu'il est très ligneux et difficile à découper (BEN SALAH, 2014), le stipe est aussi utilisé comme bois de chauffage.

9-2-3-Hampe et pédicelles

Après la récolte, les régimes dépouillés des dattes sont utilisés comme balais. Les hampes sont parfois utilisées comme lattes décoratives. Les régimes, ainsi que les spathes sont utilisés comme bois de chauffage domestique (BENKADI, 2013).

Plats ou « t'bag », plateaux, « guénina » sont fabriqués à partir des fibres de la hampe florale après avoir séjourné la hampe pendant plusieurs jours dans l'eau. Les fibres qui la composent sont détachées et reliées par l'intermédiaire des folioles (BENKADI, 2013).

9-3-Transformation des déchets de dattes

L'utilisation du produit principal de la filière, les dattes, produit deux types de sous-produits : des dattes non-consommables et les noyaux de dattes.

Les dattes de seconde qualité et celles présentant des anomalies pour ne pas pouvoir être vendues comme dattes de bouche peuvent servir à de nombreux usages (BEN SALAH, 2014).

- Pate de dattes (R'fiss, M'aakra) ;
- Miel de datte(Rob) ;
- Gâteaux traditionnel aux dattes (Makrouth) ;
- Farine de dattes (z'mayt, Temmina) ;
- Vinaigre de dattes ;
- Sauce aux dattes(Mressa) ;
- Jus de dattes (deffi) ;
- Plat traditionnel à base des dattes(Rougag) (**BENKADI, 2013**) ;
- par distillation de la datte on extrait un alcool nommé Arak.) (**TOUTAIN, 1967**).

10-Conclusion

Le palmier dattier est l'élément essentiel de l'écosystème oasien. Il joue un important rôle, dû non seulement à son importance économique, mais aussi à son adaptation écologique permettant, d'une part, d'assurer une protection nécessaire à des cultures sous-jacentes contre les vents chauds et secs, et d'autre part, de contribuer à la lutte contre l'ensablement. Par ailleurs, le palmier dattier produit des fruits riches en éléments nutritifs, fournit une multitude de produits secondaires et génère des revenus nécessaires à la survie des phoéniculteurs et des habitants des oasis (**SEDRA, 2003**).

Mais pour les habitants des palmeraies, la datte n'est pas le seul produit utile du dattier. Tout dans cet arbre est mis à profit, et c'est en ce sens aussi que l'on peut le qualifier de "végétal social total". La palme, le tronc, le fibrillum notamment sont employés divers usages (**BAROIN ET PRÊT, non daté**).

La gestion traditionnelle du système oasien est marquée, depuis longtemps, par la durabilité. La gestion des déchets en fait partie et le système permettait un équilibre entre les déchets produits et la satisfaction des besoins de ses habitants garantissant un équilibre qui a permis à ce système de survivre pendant de siècles (**BEN SALAH, 2014**).

Les techniques traditionnelles de transformation des déchets et leur usage permettaient une gestion durable des déchets oasiens réduisent ainsi son insalubrité. Ces traditions connaissent malheureusement une déperdition encouragée par le changement des habitudes socio-économiques (habitat oasien, cuisson, usages domestique...) (**BEN SALAH, 2014**).

Chapitre II

Généralité sur le compost

1-Introduction

Chaque année, des millions de tonnes de déchets se retrouvent dans les décharges. Des déchets qui ne sont pas valorisés, et qu'il faut ensuite les éliminer à grands frais.

Le tri sélectif nous permet aujourd'hui de recycler plastiques, verres, papiers et cartons. Le reste remplit encore nos sacs-poubelle. Si vous avez un jardin, les branchages, tontes de pelouse, feuilles mortes vous encombrant sans doute régulièrement, et s'en débarrasser est une véritable corvée (ZEGELS, 2012).

On estime des millions de mètre cube de production des déchets verts issus des espaces verts chaque année.

La dégradation de la matière organique par des processus biologiques avec valorisation des sous-produits obtenus tend à se développer au détriment de la combustion et de la mise en décharge. Elle se trouve favorisée par l'accroissement régulier du tri et la volonté politique de recycler les déchets.

Les produits obtenus, qu'ils soient (compost), présentant théoriquement une valeur marchande. Utilisés comme amendements, ils doivent répondre à des normes et s'insérer dans un projet (DAMIEN, 2004).

2-Définition des déchets

Le terme déchet vient du verbe déchoir qui traduit la diminution de la valeur d'un bien, d'une matière ou d'un objet jusqu'au point où il devient inutilisable en un lieu et en moment donné (SOTAMENOU, 2010).

Un déchets est tout résidu résultant d'un processus d'extraction, exploitation, transformation, production, consommation, utilisation, contrôle ou filtration et d'une manière générale, tout objet et matière abandonnée ou que le détenteur doit éliminer pour ne pas porter atteinte à la santé, à la salubrité publique et à l'environnement (EL HAFIANE, 2012).

En d'autres termes les déchets se réfèrent à « tout ce qui est rejeté comme sans aucune utilité, sans valeur ou en excès dans un contexte donné » ou encore, « tout matériau n'ayant aucune valeur directe pour son propriétaire et dont celui-ci voudrait se débarrasser » (LACOUR, 2013).

Une définition physique : le déchet est un résidu, cette définition est objective et liée la détermination en amont d'un processus de production, de transformation ou utilisation (SOTAMENOU, 2010).

Une définition juridique: le déchet est un bien meuble abandonné. Il résulte ainsi de la juridiction que le déchet est non seulement un résidu mais également tout bien meuble que son détenteur destiné à l'abandon (SOTAMENOU, 2010).

Le déchet est caractérisé par son origine, le procédé qui l'a généré et son utilisation ou sens d'usage et de consommation (ANONYME 1, 2002).

3-Classification des déchets

On fait la classification des déchets comme suite :

3-1-Selon la nature

La classification des déchets d'après leur nature aboutit à trois catégories essentielles : Déchets solides, Déchets liquides (eaux usées, huile, boues) et gazeux (gaz et fumées) (HAMZAUOI, 2011).

3-2-Selon l'origine

3-2-1-Déchets solides ménagers et assimilés

L'ensemble des déchets produits par l'activité domestique des ménages. Ils peuvent être pris en compte par les collectes traditionnelles et les collectes sélectives réalisées dans le cadre du service public d'élimination. À l'intérieur des déchets ménagers (EI HADI et MOKRANE, 2014), il faut distinguer les catégories suivantes selon les spécificités de leurs natures et leurs destinations possibles :

a) Les ordures ménagères

Déchets solides de toute nature produits par les occupants des habitations et déposés dans des poubelles individuelles ou collectives (déchets de la cuisine, restes alimentaires, emballages, papier, carton, plastique, textiles, cuir, bois, cendre... etc.) (EI HADI et MOKRANE, 2014).

b) Les encombrants

C'est une partie des déchets ménagers liés à une activité occasionnelle qui, en raison de leur volume ou de leur poids, ne peuvent être pris en compte par la collecte

régulière des ordures ménagères. Ils comprennent les meubles, les pneus, les électroménagers, les déblais, les gravats et les déchets de jardin (EL HADI et MOKRANE, 2014).

c) Les déchets ménagers spéciaux

Ce sont les déchets ménagers présentant un ou plusieurs caractères dommageables pour l'environnement, ou qui ne peuvent être éliminés par les mêmes voies que les Ordures ménagères (EL HADI et MOKRANE, 2014).

3-2-2-Déchets solides industriels

Tous déchets issus des activités industrielles, qui par leurs constituants ou par leurs caractéristiques dangereuses sont susceptibles de nuire à la santé des êtres vivants et à l'environnement .Ils comprennent, les déchets industriels inertes, les déchets banals des entreprises ou déchets industriels banals et les déchets industriels spéciaux **EL HADI ; MOKRANE, 2014).**

a) Déchets Industriels Inertes

Tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne se brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique et n'est pas biodégradable (**ART R 541-8 code de l'environnement**).

b) Déchets Industriels Banals

Cette catégorie de déchets regroupe les déchets non inertes et non dangereux générés par les entreprises (commerce, artisanat, industrie et activités de service). Il s'agit notamment des déchets d'emballages non souillés (cartons, matières plastiques,...), des produits et équipements réformés (matériel électrique et électronique,...), des loupés et chutes de fabrication (plastiques, matières organiques...) (**EL HADI ; MOKRANE, 2014).**

c) Déchets Industriels Spéciaux

Ce sont des déchets spécifiques de l'activité industrielle. Ils contiennent des éléments polluants en concentration plus ou moins forte, ces éléments peuvent être nocifs ou dangereux pour l'homme et à son environnement (**EL HADI ; MOKRANE, 2014).**

3-2-3-Déchet agricole

Tout déchet organique généré directement par des activités agricoles ou par des activités d'élevage ou de jardinage (EL HAFIANE, 2012).

3-3-Selon la composition

Les déchets peuvent être regroupés en deux grandes fractions : les déchets inorganiques (non combustibles) et les déchets organiques (combustibles).

a)Les déchets inorganiques

Regroupent les catégories de matière comme le verre, la poterie, les matériaux métalliques et les particules fines comme le sable, tandis que la fraction organique correspond aux déchets alimentaires, les cartons, les textiles, le caoutchouc, le cuir, le bois et les papiers et les matières plastiques de toutes sortes.(LACOUR, 2013).

b)Les déchets organiques

Représentent l'ensemble des résidus ou sous-produits organiques biodégradables issus de l'activité agricole, des industries agroalimentaires ou les collectivités urbaines et qui pose des problèmes de gestion à leurs détenteurs.(SOTAMENOU, 2010).Ils sont composés de matière organique non synthétique caractérisée par la présence d'atomes de carbone issus d'organismes vivants, végétaux ou animaux(LACOUR, 2013).Une fois traités, ces déchets organiques sont utilisés en agriculture. En fonction de leur richesse en éléments organiques et minéraux, ils peuvent être considérés comme des amendements ou des engrais organiques (SOTAMENOU, 2010).

4-Traitement et valorisation des déchets organiques

Les déchets sont considérés comme fléaux menacent sur l'environnement c'est pour ça la gestion des déchets organique représente un souci et une orientation stratégique pour tous les pays du monde par des opérations séparées ou successives :de broyage, compactage, digestion anaérobie, extraction de l'eau, compostage, incinération, etc., permettant la réduction, la transformation, la réutilisation, la mise en décharge, le stockage et l'élimination de déchets solides, liquides et gazeux (LACOUR, 2013).

Différents procédés de transformations chimiques et biologiques sont généralement utilisés dans les pays en développement pour une réduction de rapport

masse volume des déchets organiques et pour une récupération de matière transformée et d'énergie (LACOUR, 2013).

Depuis le dernier quart du siècle dernier les pays développés utilise la technique de compostage des déchets organique pour produire un compost riche en matière organique et minérale (BOUGHABA, 2012).

4-1-Historique de compostage

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composter toutes les matières organiques des jardins, des champs, des maisons y compris les matières fécales (ZNAIDI, 2002).

Le compostage est une pratique paysanne ancestrale chez les agriculteurs oasiens pour tirer profit de déchets de leur palmeraie (BABAAMMI, 2014).

Le mot 'compost' vient du latin 'Compositus' qui signifie 'composé de plusieurs choses (ZNAIDI, 2002).

4-2-Traitement aérobie ou compostage

Le compostage est un processus naturel de transformation des matières organiques issues de la cuisine et du jardin qui s'opère au contact de l'air (oxygène) et de l'humidité ambiante grâce au travail de micro-organismes(bactéries, champignons, actinomycètes)et de petits invertébrés, comme les vers ou les acariens. Sous leur action, les déchets biodégradables perdent 75 % de leur volume et se transforment en compost (ANONYME 2).

Le compostage est un processus naturel de «dégradation» ou de décomposition et de valorisation de la matière organique en un produit stabilisé et hygiénique disposant des caractéristiques d'un terreau enrichi en composé humique ; la dégradation est assurée par les micro-organismes dans des conditions aérobies (figure 06)(DAMIEN, 2004).

L'objectif du compostage est d'apporter au sol des matières organiques ayant déjà subi humification plus ou moins complète (CLÉMENT, 1981).

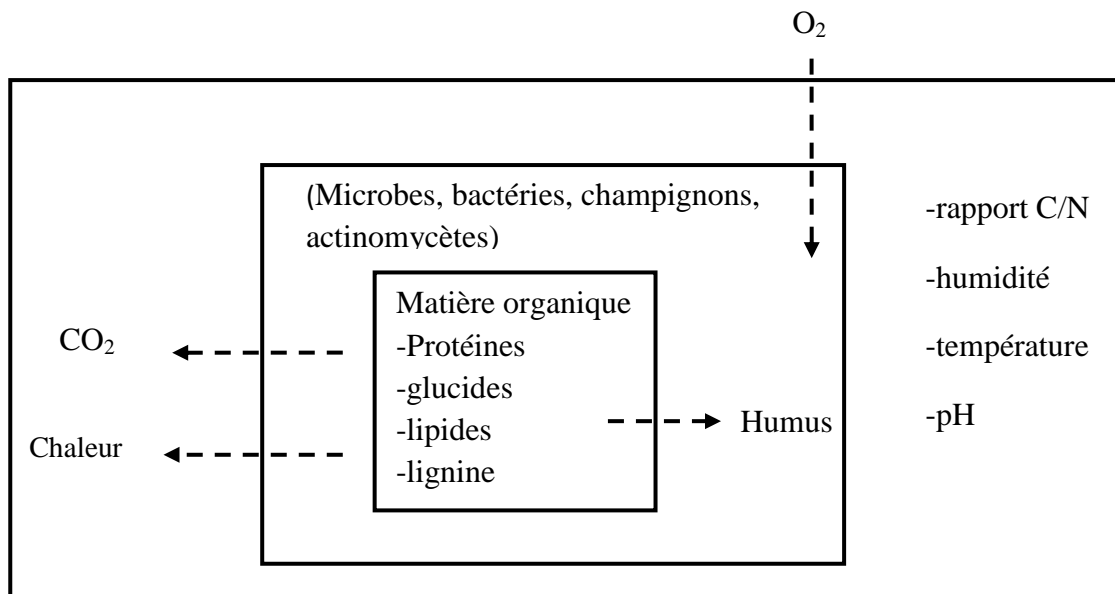


Figure 06: Processus théoriques mis en jeu pendant le compostage (TAHRAOUI DOUMA ,2013).

4-3-Définition de compost

Le compost est défini :

En myciculture, substrat riche en cellulose, hémicellulose, en azote, en eau et en éléments minéraux sur lequel se développeront les champignons (CLÉMENT, 1981).

En fertilisation, mélange de résidus divers d'origine végétale ou animale, mis en fermentation lente afin d'assurer la décomposition des matières organique, et utilisé comme engrais et comme amendement (CLÉMENT, 1981).

En d'autre terme, le compost est d'une couleur brunâtre qui ressemble à du terreau, il provient de la décomposition contrôlée de la matière organique par des millions d'organismes vivant, les macroscopiques et microscopiques (BOUGHABA, 2012).

4-5-Les déchets compostables

Seules les matières organiques d'origine végétale et animale peuvent produire de l'humus lors du compostage, mais chaque matière est compostable de façon différente à l'autre. Les matières organiques d'origine chimique comme les matières plastiques ne se compostent pas ou mal, à l'exception des substances organiques dont la structure est voisine des composés naturels biodégradables (DAMIAN, 2004).

4-5-1-Les déchets verts

Sont les déchets organique issus de l'entretiens des espaces verts, les jardins privés, des serres, des terrains de sport etc. on désigne par déchets verts des feuilles mortes, les tontes de gazon, les tailles de haies, d'arbustes et les résidus des d'élagage (**RAMDANI, 2015**).

Pour les déchets végétaux on constat les produits secs, riches en carbone et les produits aqueux riches en azote (**DAMIAN, 2004**).

4-5-2-Les boues de station d'épuration

La boue est un mélange d'eau et de matière solides, séparé par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eaux qui le contiennent. Les boues de station d'épuration sont issus du traitement des eaux usées domestiques ou industrielles (**RAMDANI, 2015**).Elles ne peuvent composter qu'en présence d'un support structurant (rafles de maïs, paille, écorce...) (**DAMIAN, 2004**).

4-5-3-Ordures ménagers

Les déchets ménagers sont des déchets issus de l'activité domestique des ménagers (**RAMDANI, 2015**), Ces déchets sont divisés en deux fractions :

La fraction résiduelle des déchets ménagers : obtenus après séparation des papiers, cartons, verres et emballages. Cette fraction connue sous le terme ordures ménagères grises (**RAMDANI, 2015**).

La fraction fermentescible des ordures ménagères : elle est généralement connue sous le nom de bio-déchets (déchets de cuisine, fleurs, etc.). Les déchets verts des jardins des particuliers et les déchets de marchés sont alors souvent collectés avec cette fraction (**MULAJI, 2011**).

4-6-Avantages du compostage

Le procédé de compostage a différents avantages dont les principaux sont:

- Procédé de compostage est une écotechnologie qui permet de réduire les masses et les volumes de déchets de moitié (**EL FELS, 2014**) ;

- Procédé biotechnologique, utilisant les potentialités microbiennes, pour transformer les substrats organiques, en un produit (appelé compost) stable et mature et exempt de toute phytotoxicité (**EL FELS, 2014**) ;
- Une désodorisation parfaite due à la transformation de l'azote ammoniacal, responsable principale des odeurs, en azote organique par les micro-organismes(**EL FELS, 2014**) ;
- Il s'agit d'un amendement organique permettant d'améliorer de la structure des sols (**EL FELS, 2014**);
- L'augmentation de la température permet la destruction des agents pathogènes et les graines d'adventices, ainsi que l'inhibition de l'activité de certains champignons à l'origine de certaines maladies phytopathologiques (**EL FELS, 2014**) ;
- Il améliore la capacité de la rétention d'eau : la matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau lorsqu'il pleut ou pendant les arrosages et ainsi la retenir pour que les végétaux puissent puiser dans ces réserves en cas de besoin (**ZEGELS, 2012**) ;
- Il favorise la croissance des végétaux: il a été démontré que les végétaux plantés dans un milieu contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement (**ZEGELS, 2012**) ;
- Il améliore le rythme de diffusion des nutriments, ils ne sont libérés que lorsque la plante en a besoin (**ZEGELS, 2012**).

4-7-Quelques techniques de compostage

4-7-1-Composter en tas

Le compostage en tas permet de transformer rapidement et facilement une grande quantité de déchets. Cette technique demande de grandes surfaces de stockage et nécessite un peu d'entretien pour surveiller humidité et température (**ANONYME 03**) ,voir le figure 07 exemple d'un tas de compost .

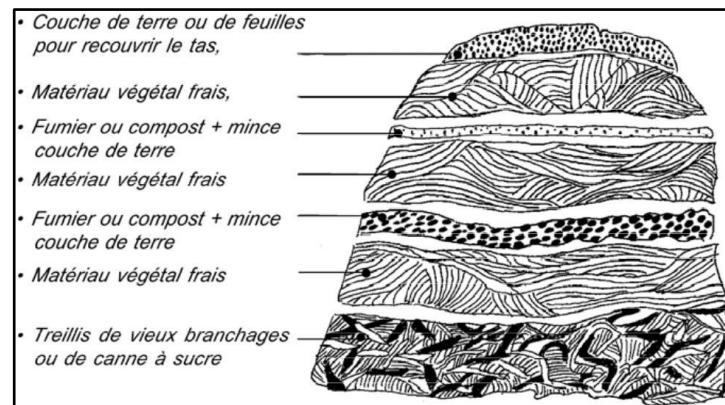


Figure 07 : Exemple d'un tas de compost (INKEL ET al, 2005)

- **Avantages**

- pas de limitation de volume ;
- brassages du compost plus aisés (ANONYME 04).

- **Inconvénients**

- attirent certains animaux ;
- processus de compostage plus long (ANONYME 04).

4-7-2-Composter en silo (des enclos de vannerie)

Le principe est le même que pour le compostage en tas.

Il présente de nombreux avantages, une transformation plus rapide, moins ou pas de retournement, une meilleure esthétique et intégration dans le jardin (ANONYME 03).

Il existe deux types de silos à compost :

- le silo fermé en plastique (conseillé pour les petits jardins) ;
- le silo ouvert à lamelles en bois (figure 08) (ANONYME 03).

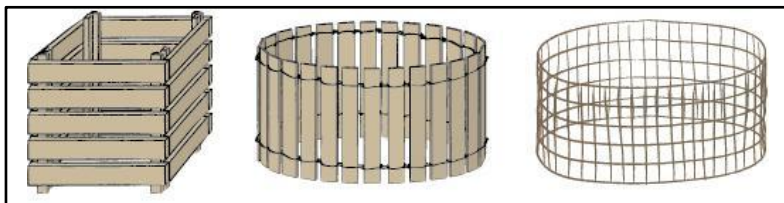


Figure 08 : Des exemples du silo ouvert (ANONYME 03).

- **Avantage**

Par la méthode de compostage dans des enclos de vannerie, les substances nutritives sont bien utilisées dans un petit potager. Cette méthode convient aussi à l'utilisation des petites quantités de déchets (INKEL ET al, 2005).

4-7-3-Compostage dans des fosses

Dans cette méthode, le compost est fabriqué dans des fosses ayant été creusées dans le sol. La profondeur optimale d'une fosse varie selon les conditions locales du sol et de la nappe phréatique. Une fosse modèle devrait mesurer 1,5 à 2 mètres de largeur, 50 centimètre de profondeur et peut avoir une longueur variable. Afin de réduire les pertes d'eau, il convient de revêtir la fosse d'une mince couche d'argile. (INKEL ET *al*, 2005)

- **Avantage**

- compostage stimulé par les lombrics (ANONYME 04).

- **Inconvénient**

- brassages difficiles et aération limitée (ANONYME 04).

4-8-Processus de compostage

Un bon processus de décomposition passe par quatre phases consécutives :

- La phase mésophile ;
- La phase thermophile ;
- une phase de refroidissement ;
- une phase de maturation.

Ces différentes phases sont difficiles à discerner les unes des autres parce que le processus se déroule très progressivement. Plusieurs sortes de micro-organisme assurent au cours de chacune de ces phases la transformation de la matière organique en compost (INKEL et *al*, 2005).

4-8-1-La phase mésophile

C'est la phase initiale de compostage. La présence de matière organique fraîche et biodégradable entraîne une colonisation du milieu par les micro-organismes mésophiles (bactéries et champignons essentiellement) ; leur activité engendre une montée en température (de 10-15°C à 30-40°C) un dégagement important de dioxydes de carbone (ZNAIDI, 2002). Au cours de cette phase, la production d'acides organiques entraîne une diminution du potentiel hydrogène (KPOUGBEMABOU, 2011).

4-8-2-La phase thermophile

Pour les composts agricoles, auxquelles ne résistent que des microorganismes thermotolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles) (ZNAIDI, 2002). L'activité bactérienne peut

assimiler les molécules organique les moins dégradables comme la cellulose ou la lignine (BELAÏB, 2012).

Au cours de cette phase la température peut atteindre des valeurs de 60°C voire 75°C (KPOUGBEMABOU, 2011).

Les pertes en azote, minéralisé sous forme ammoniacale (NH_4^+) qui peut être volatilisé sous forme d'ammoniac (NH_3) dans certaines conditions, ainsi que l'évaporation d'eau, sont plus importantes au cours de cette phase. La libération de CO_2 peut entraîner, à la fin des phases thermophiles, jusqu'à 50% de perte en poids sec.

Les hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas (ZNAIDI, 2002).

4-8-3-Phase de refroidissement

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Au cours de cette phase, de nouvelles sortes de micro-organismes transforment les composants organiques en humus (INKEL et al ,2005). Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile (ZNAIDI, 2002). Le tas reste moite et chaud en son centre, et la température baisse de 50°C à environ 30°C (INKEL et al ,2005). Cette phase est marquée par un pH qui se stabilise (KPOGBEMABOU, 2011).

La durée de la phase de refroidissement dépend de la manière dont le tas est construit, des matériaux utilisés, de l'entretien du tas, du climat, etc.

Le plus souvent, elle dure quelques mois, mais dans les conditions les plus défavorables, elle peut durer jusqu'à un an (INKEL et al ,2005).

4-8-4-La phase de maturation

Dans cette phase finale du processus de décomposition. La température baisse jusqu'à atteindre la même température du sol, selon le climat entre 15 et 25°C '(voir tableau 04) (INKEL et al ,2005).

Cette phase présente peu d'activités microbiennes (recolonisation par des champignons) mais est adaptée à la colonisation par la macrofaune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. La matière organique est stabilisée et humifiée par rapport à la matière première mise à composter (ZNAIDI, 2002).

On ne peut jamais vraiment dire que cette phase est terminée ; le processus de décomposition peut continuer indéfiniment à un rythme très lent. Le compost est prêt à

l'utilisation quand il est meuble et quand il a l'aspect d'une belle terre organique brune-noire (INKEL *et al*, 2005).

Tableau 04: Condition opératoire nécessaire pour la mise en oeuvre optimale d'un procédé de compostage (BELAÏB, 2012).

Condition opératoires	Fermentation aérobie	Maturation
Température	60 à 70°C	20 à 30°C
Teneur en eau	60 à 80% de la masse brute	40-60% de la masse brute
pH initial de la matière	6 à 8	7 à 8
C/N	20 à 30	-
Temps de biodégradation	4 à 6 semaines	1 à 3 mois
Besoins en air	0.1 à 1 Nm ³ /min	< 0.1 Nm ³ /min

4-9-Principaux paramètres influençant le compostage

La bonne conduite du compostage est conditionnée par différents paramètres (Température, Humidité, Aération, Porosité, Acidité) qu'il est important de maîtriser.

4-9-1-Température

Les réactions de dégradations se produisant au cours du compostage sont exothermiques et produisent de la chaleur (figure 09) (CULOT, 2005). La chaleur produite lors de la fermentation renseigne, au même titre que le taux d'oxygène consommé ou le gaz carbonique produit (ZNAIDI, 2002).

On observe au cours de processus de compostage deux gammes de température: mésophile et thermophile (figure 09), 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 (MISRA *et al*, 2005), les valeurs maximales de température atteintes durant la phase thermophile dépendent des caractéristiques du milieu (nature des matières premières, taille des particules, dimensions et conformation du tas, humidité, aération etc (ZNAIDI, 2002). Ces valeurs sont des indicateurs d'une activité microbienne importante. Les pathogènes sont en général détruits à 55°C. Le retournement et l'aération peuvent être utilisés pour réguler la température (MISRA *et al*, 2005).

4-9-2-Le potentiel hydrogène

Le pH oriente les réactions du compostage en favorisant certaines espèces de micro-organismes. Un milieu acide est propice au développement des bactéries et

champignons en début de compostage, alors qu'en milieu basique se développent plutôt les actinomycètes et les bactéries alcalines. La plupart des bactéries qui interviennent dans le compostage ont leur optimum compris entre des pH entre 6 à 8, tandis que les champignons sont plus tolérants à des pH entre 5 à 8.5 environ (ZNAIDI, 2002).

Au cours du compostage, plusieurs processus sont susceptibles de faire varier le pH de la masse organique (figure 09) :

Une phase acidogène se produit au début de dégradation : production d'acides organiques et de dioxyde de carbone (CO_2) par les bactéries acidogènes, décomposeurs de matière carbonée complexe, provoquant ainsi une diminution de pH initial.

Une phase d'alcalinisation : hydrolyse bactérienne des composés azotés avec production l'ammoniac NH_3 associer à la dégradation de protéine et à la décomposition d'acide organique (MULAJI, 2011).

La mesure du pH est indispensable au cours du compostage, elle permet de suivre un processus fermentaire, ou même de l'orienter favorablement en le contrôlant (ZNAIDI, 2002), parce que le pH est un indicateur de degré de décomposition biologique et biochimique (MULAJI, 2011).Un pH légèrement supérieur à 7 est un caractère de bonne qualité de compost.

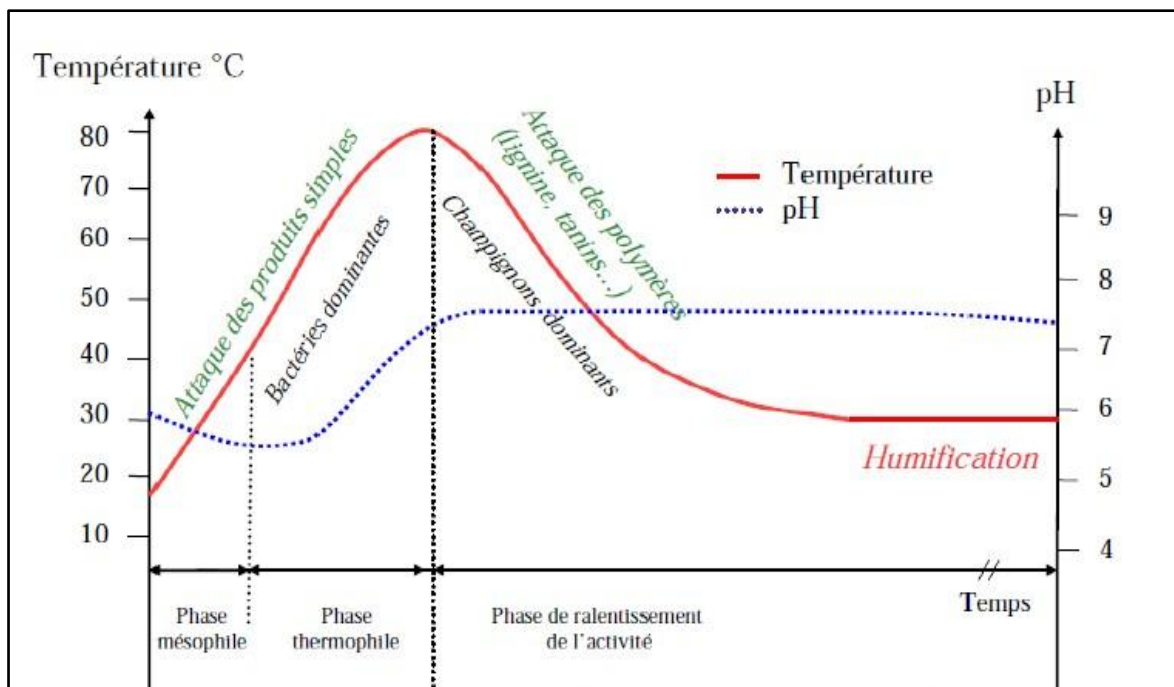


Figure 09 : Évolution de température et de pH au cours de compostage (RAMDANI ,2015)

4-9-3-Humidité

Humidité essentielle à toute forme de vie et en particulier des micro-organismes, elle assure également le lien entre la faune microbienne et les matières à dégrader (MISRA *et al*, 2005).

L'eau doit se trouver en quantité suffisante dans l'andain de traitement (DAMIEN, 2004). Le taux maximum d'humidité permissible varie avec la nature des déchets compostés, mais un taux de 55 à 65% est généralement adéquat (MULAJI, 2011). Il est nécessaire d'ajouter de l'eau aux déchets qui n'en renferment pas suffisamment à l'origine (DAMIEN, 2004). Par ce que si le tas est trop sec, le processus de compostage est lent ou arrêté (MULAJI, 2011).

En cours de compostage, de l'eau, du CO₂ et de la chaleur sont produits lors des réactions de dégradation. Une partie de l'eau s'échappe des déchets par évaporation, induite par l'élévation de température et par le métabolisme propre des micro-organismes (MISRA *et al*, 2005).

4-9-4-L'aération

Le compostage en milieu aérobie nécessite d'importantes quantités d'oxygène, tout particulièrement lors du stade initial. L'aération est la source d'oxygène (MISRA *et al*, 2005).

Le maintien des conditions aérobies est primordial, tant pour le bon déroulement du compostage que pour la gestion des odeurs. Non seulement l'oxygène est indispensable à la vie des micro-organismes aérobies actifs dans le processus de compostage, mais il est également nécessaire aux réactions physico-chimiques d'oxydation de la matière organique pour produire du gaz carbonique et de l'eau (CULOT, 2005).

La teneur en oxygène de l'air présent à l'intérieur des tas de matières à composter détermine la vitesse de dégradation de ces matières. Lorsque la teneur d'oxygène n'est pas suffisante, la croissance des micro-organismes aérobies se trouve limitée, donc la décomposition sera lente (MISRA *et al*, 2005).

4-9-5-La granulométrie

La taille moyenne des particules est importante car elle conditionne fortement l'oxygénation du substrat.

Pour une granulométrie trop grossière, les apports en oxygène vont dépasser les teneurs optimales, asséchant le compost, et la montée en température se réalisera difficilement. Au contraire, une granulométrie trop fine induit un espace lacunaire trop

réduit et diminue la circulation de l'air induisant un «étouffement» du compost (EL FELS, 2014).

La granulométrie est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradabilité plus la surface spécifique de substrat sera élevé, plus le zone de contact entre le substrat et les micro-organismes sera étendue et meilleur sera la fermentation (RAMDANI, 2015), les particules de un à trois centimètres sont suffisante (CULOT, 2005).

4-9-7-Rapport carbone azote

Ce paramètre est essentiel dans la caractérisation d'une matière à composter. En effet, les micro-organismes sont sensibles à l'équilibre de leur alimentation et particulièrement à l'équilibre carbone azote.

Il faut tenir compte du carbone réellement disponible pour les bactéries qui vont consommer de 20 à 40 % du carbone total (CULOT, 2005).

Le rapport optimal carbone azote de départ se situe entre 20 à 40 (tableau 05). et à la fin de processus de compostage le rapport aura la valeur entre 10 et 15.

En général, les matériaux dur et mort décompose lentement et contient une teneur élevée en carbone mais des teneurs basses en azote. Une quantité trop petite de matériau riche en azote entraîne le ralentissement du processus de décomposition, une quantité trop élevée entraîne l'acidification et la puanteur du tas (INKEL et al, 2005).

Tableau 05: Exemple de rapport C/N pour quelque matériau (INKEL et al, 2005).

Matériau	Rapport C/N
Sciure	Jusqu'à 400
Tige de maïs	50-150
Paille	50
Légumes et fumier animal	20-30
Fumier avec des matériaux de litière	20-25
Foin de légumes	15
Excréments d'animaux	15

4-9-8-Les nutriments

Les micro-organismes ont besoin de carbone, d'azote de phosphore et de potassium comme éléments nutritifs principaux le rapport carbone azote est un facteur particulièrement important.

Le rapport optimal C/N se situe entre 25 à 30 bien que des rapports situés entre 20 et 40 soit aussi acceptables. Quand le rapport C/N est supérieur à 40 la croissance des micro-organismes est limitée (MISRA et al, 2005).

4-11-Matériaux végétale initiale dégradé par processus de compostage

Au sein de compost, on distingue généralement les substances non humiques qui incluent des glucides, principalement la cellulose et hémicelluloses, ainsi que la lignine, constituants les plus abondants des plantes et donc des déchets verts mais aussi les lipides les protéines ...etc (RAMDANI,2015).

Les substances humiques sont des composés organique stable implique dans de nombreux processus au sein de composts, nutrition des plantes, stabilisation du pH, mobilités et toxicités de éléments de traces métallique leur structure moléculaires et encore mal connue et leur définitions peu précise, ces principaux constituants seront brièvement présentés (RAMDANI , 2015).

4-11-1-La lignocellulosique

La lignocellulosique est un complexe formé de polymères de lignine. De cellulose et d'hémicelluloses. Les fibres de cellulose peuvent être étroitement liées aux hémicelluloses et à la lignine par des liaisons hydrogène ou de liaison covalente (RAMDANI, 2015).

Les fibres lignocellulosiques contenant d'autres produits comme les protéines, les pectines et des sels inorganiques sont présents en quantités plus faibles. La composition chimique des fibres dépend de leur origine (SBIAÏ, 2012).

4-11-2-La lignine

Substance organique de composition très complexe, imprégnant les parois cellulaires de certains tissus végétaux (en particulier du bois) et conférant à ceux –ci une résistance mécanique accrue, mais limitant leur élasticité (CLEMENT, 1981).

La nature de la lignine a deux implications. Premièrement, la lignine réduit la biodisponibilité des autres constituants des parois cellulaires. Deuxièmement, la lignine sert d'amplificateur de porosité, ce qui crée des conditions favorables pour le compostage aérobie (MISRA et al, 2005).

4-11-3-La cellulose

La cellulose est le constituant qui assure la protection et le soutien dans les organismes végétaux. Elle se situe dans la paroi des fibres (SBIAÏ, 2012).La cellulose est un composé organique le plus abondants dans la biosphère. Comportant presque la moitiés de la biomasse synthétisé par la fixation photosynthétique de CO₂ (RAMDANI, 2015) (la structure de cellulose figure 10).

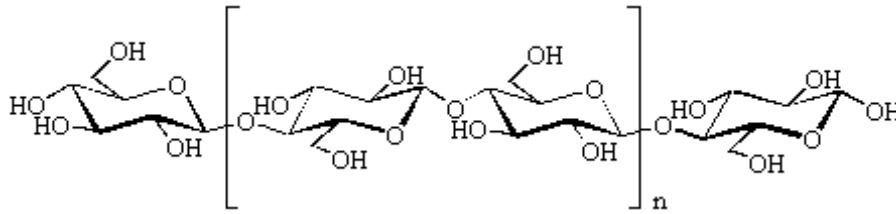


Figure 10: Structure de cellulose (SBIAÏ, 2012).

4-11-4-Hémicellulose

Les hémicellulose sont des constituant végétaux qui accompagnant la cellulose dans la constitution de bois. Mais contrairement à la cellulose .Les hémicelluloses sont des hétéropolysaccharides. On effet elles sont constituées de divers monosaccharide (figure 11) (RAMADANI, 2015).

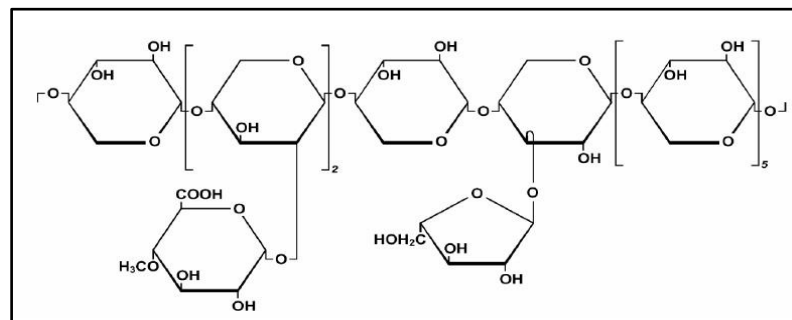


Figure 11 : Exemple d'une unité d'hémicellulose : Arabino-4-O- méthyl-glucuronoxylane (RAMDANI, 2015)

4-12-Microbiologie de compostage

La microbiologie de compostage doit être étudiée à travers de divers aspects, comme la composition et les successions des communautés pendant le processus, les micro-habitats ainsi que les fonctions des micro-organismes (RAMADANI, 2015).

4-12-1-Les bactéries

Les bactéries sont toujours présentes et largement dominantes en qualités et en quantité au cours de compostage. Elles sont typiquement unicellulaires avec une taille de 0,5 à 3 μm (figure 12) (RAMADANI, 2015).

Les bactéries sont très actives au début de la fermentation et responsables de la phase chaude (FUCHS, 2009).

Des températures de 60-80°C sont souvent obtenues dans la première semaine du compostage laissant ainsi la place aux bactéries thermophiles. Mais quand les températures redescendent après quelques jours, les microorganismes mésophiles qui ont survécu à la

montée de température (thermotolérance ou spores) reprennent le dessus (LECLERC, 1997).

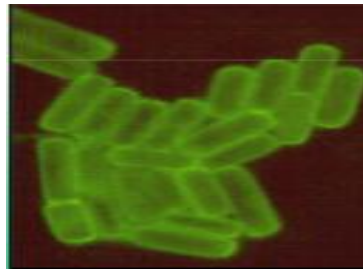


Figure 12 : Bactéries (FUCHE ;2009).

4-12-2-Les champignons

Les champignons préfèrent des conditions aérobies, ils sont souvent retrouvés dans la phase de maturation (FUCHS, 2009).

La plupart des champignons sont sensibles à une trop forte augmentation de température et par conséquent ne se développent pas durant la phase thermophile.

Les champignons sont dominantes lorsque la température est plus basse et que les seuls substrats disponibles sont des polymères complexes et peuvent croître à une large gamme de pH située entre deux et neuf (BABAAMMI, 2014).

4-11-3-Les actinomycètes

Les actinomycètes sont pour la plupart des bactéries filamenteuses (figure 13) qui produisent des spores. Leurs spores ne sont pas aussi résistantes mais elles leur permettent de survivre à une dessiccation prolongée. Ces bactéries sont aérobies et neutrophiles, c'est-à-dire que leur croissance est meilleure à des pH neutres ou légèrement alcalins (LECLERC, 1997).

Plusieurs genres d'actinomycètes croissent à des températures de 50-60 °C et sont donc considérés comme étant thermophiles. Les actinomycètes sont bien connus pour leur capacité à sécréter des enzymes extracellulaires dégradant des grands polymères (la lignine, la cellulose, l'hémicellulose, la pectine et la chitine) (BABAAMMI, 2014).

Les actinomycètes se développent surtout dans les phases de maturation du compost alors qu'il ne reste que des polymères comme la cellulose ou la lignine dans les composts (LECLERC, 1997).

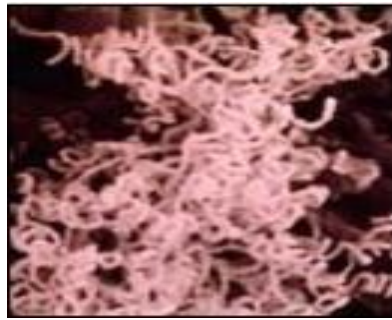


Figure13 : Actinomycètes (FUCHE, 2009)

5-Conclusion

Le processus du compostage est similaire à celui de l'humification naturelle des résidus organiques en substances humiques dans les sols.

Cette technique est considérée prometteuse car elle permet non seulement de restituer la matière organique aux sols ce qui permet de se rapprocher des grands cycles naturel, mais aussi elle permet de réduire les risques environnementaux liés à l'accumulation des déchets par la diminution de leurs volumes encore offre des nombreux avantages réduire le nuisance lié au transport et au traitement des déchets (dioxydes de carbone , poussière, polluant, bruit...) et à l'utilisation d'engrais chimique industriel, limiter la quantité des déchets humides mise en centre d'enfouissement ou incinérés, ou encore fertiliser la terre en lui rendant la matière organique qu'elle nous a donnée (ANONYME 02).

L'enjeu principal de cette pratique biotechnologique naturelle de décomposition, est les communautés microbiennes, qui colonisent les substrats initiaux et qui peuvent transformer les substances organiques en produits stables et humifiées , renfermant des nutriments nécessaires à la croissance des plantes et la stimulation de la microfaune du milieu récepteur notamment le sol, tout en produisant la chaleur métabolique qui permet la destruction des organismes pathogènes (EL-FELS, 2014).

Partie

expérimentale

Chapitre III
Matériels
et méthodes

1-Situation géographique

À 1.500 km d'Alger, à l'extrême sud du pays, Adrar est une commune et chef-lieu de la wilaya, située au Sud-Ouest du pays. La wilaya d'Adrar s'étend sur une superficie considérable de 427.968 km² (ANDI, 2013).

L'activité principale dans la wilaya d'Adrar est l'agriculture, elle est basée sur la culture des phoeniculture sur une superficie de 16.000 hectares (RAHMANI, 2014).



Figure 14 : Situation géographique

1-1 Le climat

le climat prédominant à Adrar est le climat Saharien, Les températures diurnes enregistrent des écarts importants. Elles passent selon les saisons de 45°C à (l'ombre) durant l'été, à 0°C en hiver (ANDI, 2013).

2-Site de prélèvement de sous produit de palmier dattier

Les sous-produit utilisées (« pétiole », palme sèche, spathe, hampe floral) est prélevé le 02/11/2016 de jardin privé ksar Brinkane, commune Tssabit , wilaya d'Adrar .

Tell que les caractéristiques de jardin sont comme suite :

- La surface totale : 1600 m² ;
- Les nombre de palmier dattier : 50 pieds ;
- L'âge de palmier dattier : 25 ans ;
- Cultivars: Tgazza, Hemira (FELLAH, 2017).

3-Confection des composts

3-1-La collection de sous produit de palmier dattier

Nous avons tri les différentes matières fermentescibles tell que « pétiole », «palme sèche», «spathe» et «hampe florale» qui sont très sèches.



Photo 04 : Pétiole



Photo 05 : Palme sèche



Photo 06: Spathe



Photo 07 : Hampe florale

3-2-Broyage et tamisage

Nous avons broyées les substrats à l'aide d'un broyeur et tamiser par une grille de 2 millimètres pour réduire la taille et facilité la fermentation.



Photo 08 : Broyeur



Photo 09 : Une grille

Substrat après broyage et tamisage : La taille moyenne des particules est importante car elle conditionne fortement l'oxygénation du substrat (photo10).



Photo 10 : Les matières primaires

3-3-Site d'expérimentation

Le compostage a été réalisé dans la serre de université Ahmad draya Adrar. Le choix de la serre comme site d'expérimentation pour la protection des composts contre les vents et d'assurer une température optimale.



Photo 11 : Site d'expérimentation

3-4-Trempage

Les différents substrats broyés seront par la suite tremper dans des seaux de plastique pendant cinq jour. Nous avons versées de l'eau progressivement jusqu'à saturation de chaque substrats, nous avons constatées que le besoin en quantité d'eau se diffère d'un substrat a un autre, durant le trempage le substrat absorbe l'eau et leur volume augmente .Le but de cette opération est d'assurée une humidité pour faciliter en suite la fermentation.



Photo 12 : La phase de trempage

3-5-L'emplacement de compost

Nous avons préparé 08 silos en plastique (longueur 53 cm, largeur 32 cm, hauteur 20 cm). Les silos sont trouées des quatre cotés (aération) et tapissées avec des sacs en plastique pour éviter le séchage rapide de substrat et la perte de compost et pour gardé le taux d'humidité dans les conditions optimale nécessaire pour le compostage

Le broyat trempé sera ensuite mise en silo .Les différents silos sont remplis avec la quantité disponible des substrats et bien mélangé avec 175g de luzerne pour chaque silo cette dernier est utilisé parce qu'elle est riche en azote. Nous avons devisées chaque substrat on deux silo.



Photo 13 : L'emplacement des composts

3-6- Caractéristique de la luzerne (*Medicago sativa*)

La luzerne est une légumineuse vivace. Elle peut être également pâturée, c'est la plante qui fournit le plus de matière azotée. C'est une plante à fortes racine, enfoncée très profondément dans le sol à tige portant des feuilles trifoliées, dont les folioles sont finement dentées au semé à inflorescences en grappes de 10 à 20 fleurs. Les fleurs sont violette pourpres ou bleuâtre chez la luzerne commune (*Medicago sativa*) (CLÉMENT, 1981).

Tableau 06 : Les caractéristiques morphologiques de luzerne (CLEMENT,1981)

Caractéristique morphologique	<i>Medicago sativa</i>
Racine	Pivotante
Port	Dressé
Tige	Fort
Foliole	Ovoïde
Fleur	Violette
Gousse	Spiralée (deux ou trois spires)

3-7-L'arrosage et l'aération

Durant la durée de compostage nous avons assurées l'humidité avec l'arrosage d'eau et l'aération par le retournement régulier de compost.

4-Echantillonnage

Cette étude s'est focalisée sur le compostage des déchets du palmier dattier essentiellement « pétiole », «palme sèche», «spathe», «hampe florale». L'échantillonnage est effectué au centre du compost. On a conservé les échantillons pour les analyses dans des boites en plastique à 6 °C.

- 1^{er} échantillonnage : 1^{er} jour de compostage (matière primaire) ;
- 2^{ème} échantillonnage : après 20 jours de compostage ;
- 3^{ème} échantillonnage : après 90 jours de compostage.

5-Méthode d'analyse des paramètres physiques et chimiques

5-1-Température

La température des différents composts réalisés (pétiole, palme sèche, spathe, hampe florale) ainsi que la température de la serre et de l'extérieur sont mesurées en site durant la période de compostage à l'aide d'un thermomètre électronique (HANNA, HI 95502) équipé d'une sonde de pénétration de 10 centimètres.



Photo 14 : Thermomètre électronique

5-2-Mesure de potentiel hydrogène

Le pH a été mesuré dans une suspension de matière organique à l'aide d'une électrode en verre sur un extrait aqueux de matière organique totale (2g /20 mL), le mélange eau biomasse est préalablement agité pendant trois heures, laissé au repos une heure avant la mesure du pH (KPOGBEMABOU, 2011).

5-3-Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique est mesure de la concentration des ions solubles afin d'apprécier la salinité du substrat, elle est réalisée par 2 g de compost repris dans 20 mL d'eau distillée, la solution obtenue est agitée pendant quinze minutes et laissée à décanter pendant vingt minutes. La conductivité électrique de surnageant est mesurée grâce à un conductimètre. (AMEUR ,2014).

5-4-Humidité

Le taux d'humidité est déterminé sur un échantillon de 100 grammes, après séchage dans une étuve à 105°C pendant 48 heures il permet d'accéder au taux de matière sèche.

L'évaporation d'eau jusqu'à poids constant est influencée par les conditions de séchage, qui dépendent du système d'évacuation d'air de l'étuve, l'humidité de l'air et de la qualité de conservation au dessiccateur .C'est pour cette raison on répète la mesure de poids sec plusieurs fois jusqu'à obtention de poids constant (EL FELLS, 2014).

Le taux d'humidité est déterminé selon la relation suivante :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = 100 \times (\text{Pf} - \text{Ps}) / \text{Pf} \quad (1)$$

Pf = poids frais

Ps = poids sec

Nous avons effectué de même manière le taux d'humidité pour les différents prélèvements (avant compostage ,20^{ème} jour de compostage et le 90^{ème} jour de compostage) simultanément pour les différents substrats (pétiole, palme sèche, spathe, hampe florale).

Pour les analyses si dessous les échantillons des différents substrats sèches à l'air libre finement broyé et tamisé avec un tamis de 500 µm

5-5-Matière organique

Elle a été déterminée en laboratoire au moyen d'une étuve, d'un four et d'une balance de précision. En deux étapes :

La dessiccation : à 105°C à l'étuve pendant deux heures ;

La calcination : Le taux de matière organique est déterminé après calcination des échantillons au four pendant six heures à 600 °C. Après la calcination la combustion de matière organique est totale, ce qui facilite la détermination de sa teneur par simples

différence entre le poids avant et après calcination, la matière organique étant la perte de masse par combustion, calculée selon la formule suivante (EL FELS, 2014) :

$$\text{MO}(\%) = 100 \times (\text{Ps} - \text{Pc}) / \text{Ps} \quad (2)$$

Ps : Poids de l'échantillon sec

Pc : Poids de l'échantillon après calcination



Photo 15 : Analyse de carbone organique totale

À partir du pourcentage de matière organique nous pouvons déterminer le pourcentage de carbone organique total, ainsi en appliquant la relation suivante (EL FELS, 2014) :

$$\text{MO}(\%) = \text{COT}(\%) \times 1.8 \quad (3)$$

Le calcul est basé sur le fait que la MO est constituée de presque 55.5 % de carbone (EL FELS, 2014).

5-6-Dosage de phosphore assimilable (Methode joret-hebert)

- **Principe**

L'acide phosphorique est extrait par l'oxalate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ le principe de dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et l'acide molybdique dans la solution d'oxalate d'ammonium contenant du phosphate, l'addition d'un réactif sulfomolybdique et d'une solution d'acide ascorbique provoque par chauffage le développement d'une coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle à la concentration ortho phosphate

- **Mode opératoire**
- **Extraction**

Une prise d'essai de 4 gramme de terre passée au tamis de 500 μm et introduire dans un flacon à agitation de 250 mL ensuite l'addition de 100 mL d'une solution d'oxalate d'ammonium 0.2 N et de pH 6.5 à 7 et nous avons agitées sur l'agitateur mécanique pendant 2heures puis filtrées, la solution filtré est récupéré dans un erlenmeyer de 100 mL.

- **Colorimétrie**

Dans des tubes à essai en pyrex et sur un volume de 10 mL nous avons introduit 1.5 mL de la solution d'extraction, 2 mL de réactif sulfomolybdique, 6.5 mL de la solution d'acide ascorbique, puis homogénéisées les solution et placées les tubes à essai au bain marie pendant 10 à 12 minutes, ensuite refroidies à l'air libre et les solution obtenu sont passés au colorimètre à 580 nm.

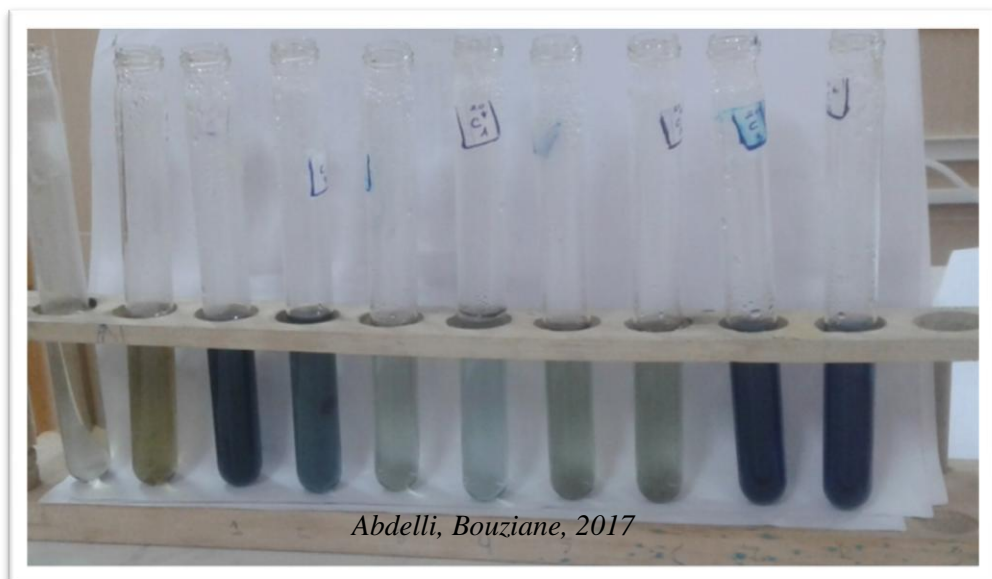


Photo 16 : Dosage de phosphore bio-disponible

La réduction de l'acide phosphomolybdique est obtenue en maintenant les tubes au bain marie bouillant pendant 10 min .après refroidissement les solutions sont colorimètres

Il faut noter que la réduction de phosphomolybdique exige un minimum de temps de 5 minutes à 100°C et de 12 min à 80°C. De plus il convient de préciser qu'après

la réduction de la totalité de l'acide phosphomolybdique, la prolongation du chauffage ne modifier pas l'intensité de la coloration bleue

Calculs : soient

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ en ppm} = X \cdot \frac{U}{v} \cdot \frac{V}{P} = X \cdot \frac{1000}{6} \quad (4)$$

- X= concentration lue sur le graphique en mg/l de P_2O_5 ;
- U= volume colorimètre 10ml ;
- v= volume de la solution d'essai 1.5ml ;
- V= volume de la solution d'extraction 100 ml ;
- P= poids de la solution d'extraction de terre 4g.

5-7-Dosage de potassium

Percolation (méthode de Mathieu et Pieltain)

Une prise d'essai de 10g de l'échantillon sèche et 10g de sable stérile, et introduit dans l'allonge de percolation contenant déjà une couche de coton et couche de billes les deux couches (10g de sable stérilisé, 10g de l'échantillon) sont recouverts par 10 g de sable stérilisé ; Ensuite 100ml de l'acétate d'ammonium (77g/L) est versé en trois fractions, le filtrat est récupéré dans une fiole de 100 mL .

Nous avons effectuées un témoin sur une colonne contenant le coton et le sable stérilisé (**INSID, 2017**).

La lecture été effectuée par spectrophotomètre de flamme



Photo 17 : Dosage de potassium K_2O

5-8-L'auto échauffement

Le test d'auto échauffement est réalisé dans un calorimètre sur 50 grammes de matière organique humide. Un thermomètre placé au 2/3 du calorimètre permet de relever la température toutes les six heures pendant trois jours . La température maximale atteinte au bout des trois jours notée T_{\max} est suivie pour chaque échantillon prélevé lors des différents retournements (KPOGBEMABOU, 2011).



Photo 18 : Test d'auto- échauffement

6-Etude des paramètres de semis

6-1-Test de germination

Pour tester la viabilité des semences, un test de germination est effectué ; sur un échantillon composé de dix graines d'haricot dolique (*vigna unguiculata*) dans une boîte de pétri couverte par du papier filtre imbibé d'eau distillée. Le test est conduit dans une étuve obscure, la température a été réglée à 25 °C pendant 72 heures (EL FELS, 2014).



Photo 19 : Test de germination

Sur la base du nombre totale du grain utilisé Ni le pourcentage des graines en germination est calculé selon la relation (YAKOUBI, 2014)

$$Tg \% = Ni \times 100 / Nt \quad 5$$

Tg : taux de germination

6-2-Test de culture

Dans le cadre de valorisation des déchets de palmier dattier .Nous avons utilisées le compost obtenu après 90 jours de compostage comme substrats organique pour la culture du haricot dolique.

6-2-1-Séchage et tamisage

Après 90 jours de compostage, nous avons séché le compost obtenu à l'air libre. Puis tamisé par un tamis de 2 mm le tamisât a été retenu et le refus a été éliminer ;



Photo 20 : Séchage des composts

6-2-2- Mise en place de la culture

Pour tester l'efficacité des composts obtenus de chaque substrat (pétiole, Palme sèche, spathe, hampe floral) nous avons rempli trente pots de chaque compost et trente pots du témoin terreau comme il est indiqué dans la (Figure N° :15) et nous avons choisi l'haricot dolique comme culture.

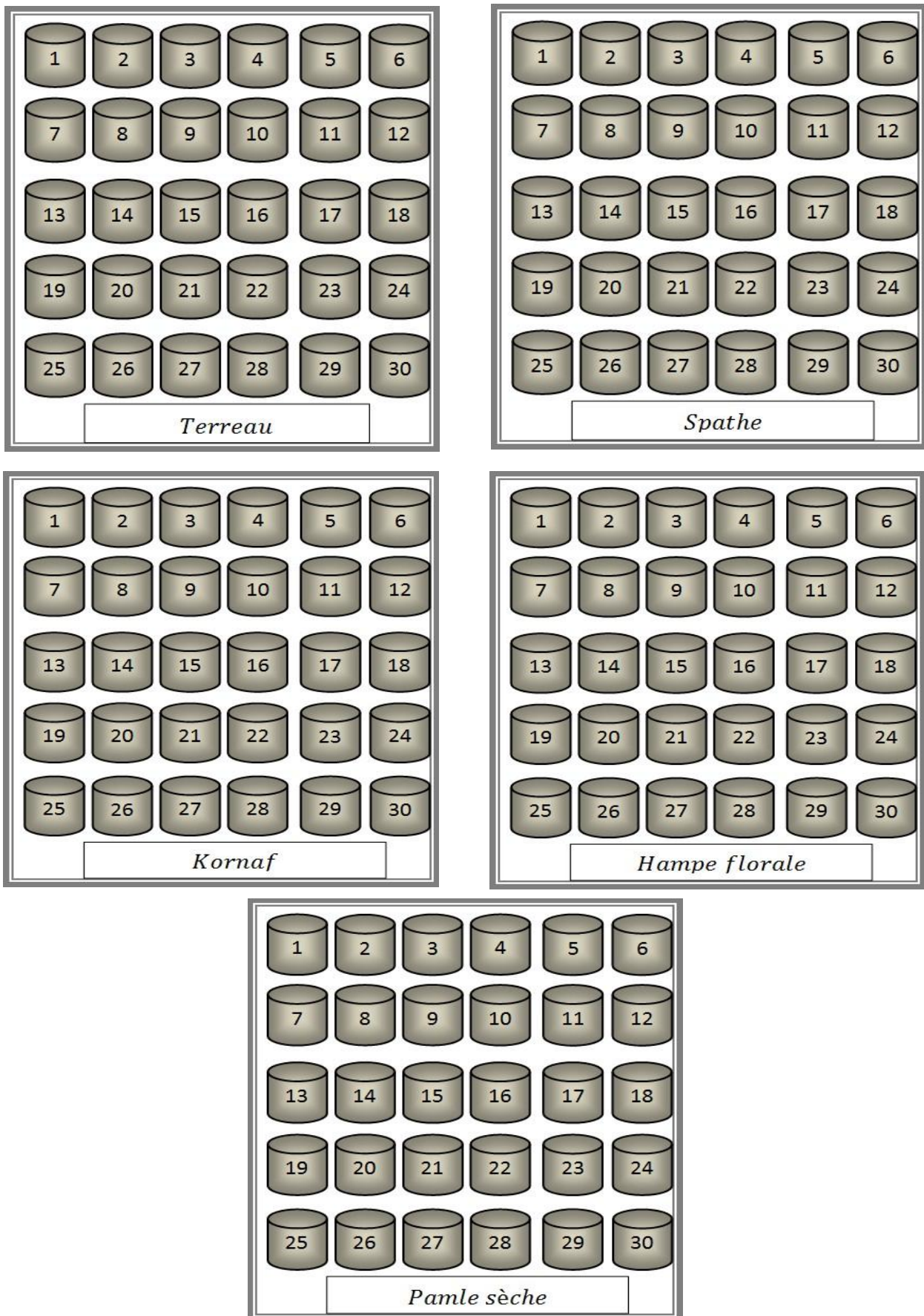


figure 15 : Dispositif expérimentale.

6-3-Les caractéristiques du terreau

Le terreau utilisé est de type 3 spéciale commercialisé dans le marché.

Tableau 07 : Les caractéristiques du terreau

caractéristiques de terreau	unités	Valeur
% Matière sèche	%	40
% matière organique	%	90
<i>pH</i>	/	6.5
Conductivité	(mS.m ⁻¹)	40
K ₂ O	(mg.L ⁻¹)	180
KCl	(g.L ⁻¹)	0.9
Mg	(mg.L ⁻¹)	150
P ₂ O ₅	(mg.L ⁻¹)	100
Capacité de rétention pour l'eau	mL.L ⁻¹	800

7-Paramètre de suivie du semis

Nous avons suivie la croissance d'haricot dolique pour 43 jours par la mesure de la hauteur des plantes et le nombre des feuilles composés (composition foliaire) et noté les mesures et les observations dans le tableau 10 (**voir Annexe 02**)

Nous avons pesés le poids frais de la partie aérienne et la partie racinaire des plantes et le poids sèche des plantes après le séchage dans l'étuve pour une duré de 48 heure à 105°C pour connaitre l'effet de ces composts et de terreau sur la biomasse végétale de haricot dolique..

7-1-Estimation de l'indice de tolérance

Définition d'Indice de tolérance

L'indice de tolérance est le rapport entre la croissance dans une terre enrichie et la croissance d'un sol contrôlé (**ZAIER et al 2010**)

$$T_i = \frac{\text{la croissance dans une terre enrèchie}}{\text{la croissance dans une terre contrôlé}} \quad (6)$$

Dans notre cas l'indice de tolérance représente le rapport entre le poids sec des plantes cultivées dans les différents composts et le poids sèche des plantes cultivées dans le terreau.

$$T_i = \frac{\text{le poids sec des plantes cultivées dans les différents composts}}{\text{le poids sèche des plantes cultivées dans terreau}} \quad (7)$$

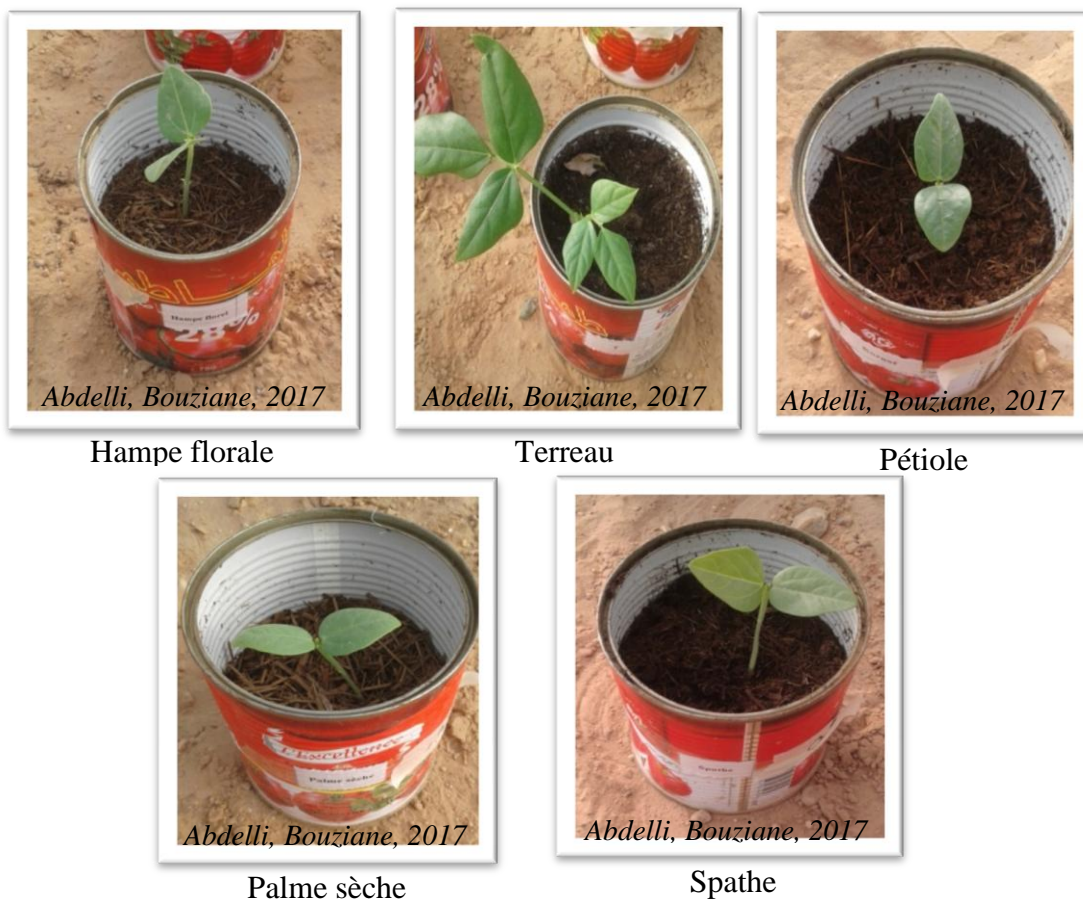


Photo 21 : Test de culture de l'haricot dolique

Chapitre IV

Résultats et discussions

1-Étude des paramètres de compostage

1-1-caractéristique des composts obtenus

Le compostage des différents substrats de sous-produit de palmier dattier a duré de quatre vingt dix jour, durant cette période nous avons procédé à l'humectage et le retournement des tas de compost. Cette opération nous a donné un compostage caractérisé par :

- Pas de dégagement d'ammoniac ;
- Une température voisine à celle du milieu ambiant ;
- Des différences de couleurs pour les substrats testés ;
- Les substrats deviennent molles avec une diminution de volume plus particulièrement la spathe et le pétiole.

1-2-Étude des paramètres physico-chimiques

1-2-1-Évolution de température

L'étude de l'évolution de la température au cours du processus de compostage montre que ce paramètre au départ est caractérisé par des différences selon la qualité de substrat : 26,56 °C pour le pétiole, 28,28 °C, pour palme sèche 32,28°C, pour spathe 32,31°C (Figure : 16).

Les températures des quatre composts croissent rapidement (phase mésophile courte) sur une période de six jour, du sixième jour au douzième jour c'est la phase thermophile où les températures atteignent des valeurs maximales au douzième jour (Figure : 16) les valeurs sont de : 56 °C pour le pétiole 56,5 °C, pour le palme sèche 51,5°C, pour spathe et 52 °C pour l'hampe florale. La hausse de la température s'explique par la présence de matière organique facilement dégradable (TAHRAOUI, 2013) c'est même constatés pour notre cas.

Nous remarquons ainsi une seconde période de cinq jours à partir du treizième jour au dix-huitième jour. Durant cette période les températures diminuent (Figure N° : 16) respectivement : 21,5°C, le pétiole, 21,5°C, pour le palme sèche, 20,95°C pour le spathe et 18,9°C pour l'hampe florale. La température des composts baisse régulièrement pour atteindre des températures ambiantes. Cette baisse de température est due à l'épuisement de milieu en composés organiques facilement métabolisables; et seules

les composées résistantes à la dégradation (lignine, cellulose...) persistent (EL FELS, 2014).

Cette période de diminution thermique très court peut être due aux changements des conditions climatiques (SOTAMEN, 2010)

Après cette période (18^{ème} jour) les températures des composts varient simultanément avec celle du milieu ambiant.

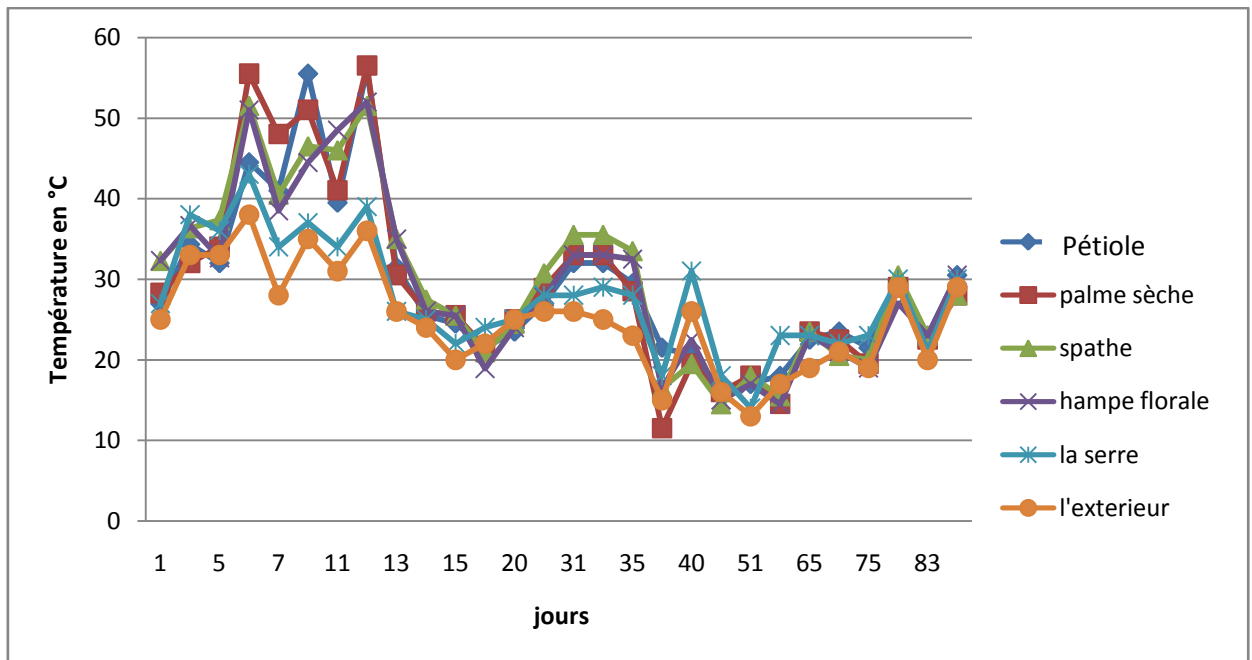


Figure 16 : Évolution de température en fonction de temps

1-2-2-Évolution de potentiel hydrogène

D'après les courbes de l'évolution de **potentiel hydrogène** durant le processus de compostage pour les quatre substrats. Nous avons remarqué que le pH dans les milieux étudiés varie au début et à la fin du compostage (Figure N° :17).

Au début de compostage les valeurs du pH sont acides [4,64 à 5,45] pour les différents substrats étudiés puis augmentent progressivement où elles deviennent proches de la neutralité [6,24 à 6,92] après 90 jours de compostage. Cette augmentation peut s'expliquer par le processus d'ammonification et à la production ammoniacale à partir de la dégradation des amines (protéines, bases azotée..), et peut être même due à une libération des bases déjà existantes dans les déchets organique (EL FELS, 2014).

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus pour le compostage des déchets ménagers, tel que le pH est légèrement acide puis augmente progressivement pour devenir neutre et basique (ATTRASSI ET *al*, 2005).

À l'exception du pétiole, on a observé que pour les vingt premiers jours du compostage les valeurs de *pH* diminuent jusqu'à 4,30, cette diminution peut être due à la production des acides organiques (Humus), à la dissolution du dioxyde de carbone et ou à le produit de dégradation des molécules simples (glucides et lipides) dans le milieu (EL FELS, 2014).

Cette réaction provoque une acidification du milieu causée par l'humification (EL FELS, 2014). Ces acides sont ensuite dégradés et entraînant une alcalinisation de compost (BELAIB, 2012) qui assure l'augmentation du pH pour atteindre une valeur de 6,24.

Potentiel hydrogène de l'eau utilisée pour l'humectation du compost et l'irrigation de la culture et de 7,27.

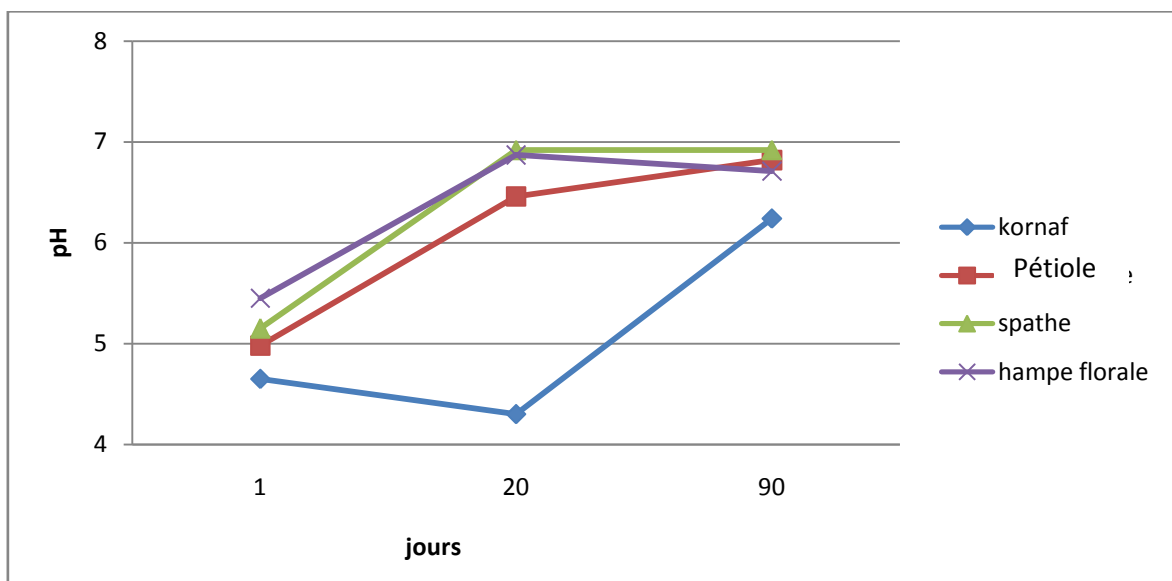


Figure 17 : Évolution de *pH* en fonction de temps

1-2-3-Évolution d'humidité

Les premières mesures de humidité ont été effectuées pour les matières premières qui sont sèches les taux varient entre 5 à 7,69 %.(Figure N° :18) Les taux d'humidité augmentent par l'arrosage des substrats, nos résultats montrent que les taux oscillent entre 64,13 et 78,2 %.

Durant la période de compostage (90 jour). On a veillé à ce que ce paramètre soit adéquat pour une bonne survie des micro-organismes où elle doit être comprise entre 50 à 70% (BABAHAMMI, 2014).

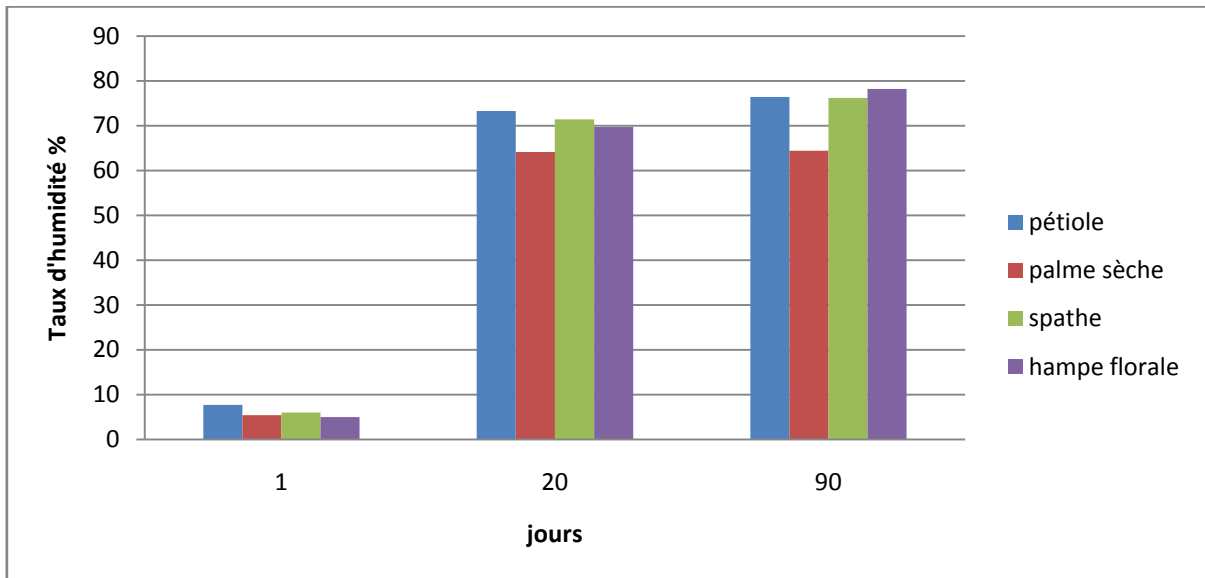


Figure 18 : Évolution d'humidité en fonction de temps

1-2-4-Évolution de conductivité électrique

D'après les résultats obtenus (Figure N° 19) les substrats primaires sont salés tell que leur valeurs de conductivité électrique varié entre $[5.80 \text{ mS.cm}^{-1} - 7.7 \text{ mS.cm}^{-1}]$.

On observe durant le processus de compostage que la conductivité électrique varie de même façon pour les deux substrats palme sèche et spathe tell qu'au départ la valeur de CE $5,80 \text{ mS.cm}^{-1}$ pour les substrats précédemment cités, puis cette valeur diminue jusqu'à $3,8 \text{ mS.cm}^{-1}$ pour le palme sèche et $5,26 \text{ mS.cm}^{-1}$ pour la spathe dans le 20^{ème} jour. La diminution de la salinité peut s'explique par le lessivage des sels (ZNAIDI ,2002). Après 90 jours la conductivité électrique atteint $4,30 \text{ mS.cm}^{-1}$ et $6,2 \text{ mS.cm}^{-1}$ respectivement.

Pour le pétiole les valeurs augmentent $[6,40 \text{ mS.cm}^{-1} - 7,68 \text{ mS.cm}^{-1}]$ par contre, pour hampe florale la conductivité électrique diminue de $7,70 \text{ mS.cm}^{-1}$ à $4,35 \text{ mS.cm}^{-1}$

La variation de la conductivité électrique peut être due à l'origine de substrat (site de prélèvement) et des parties de sous-produits du palmier dattier (pétiole, palme sèche, spathe, hampe florale).

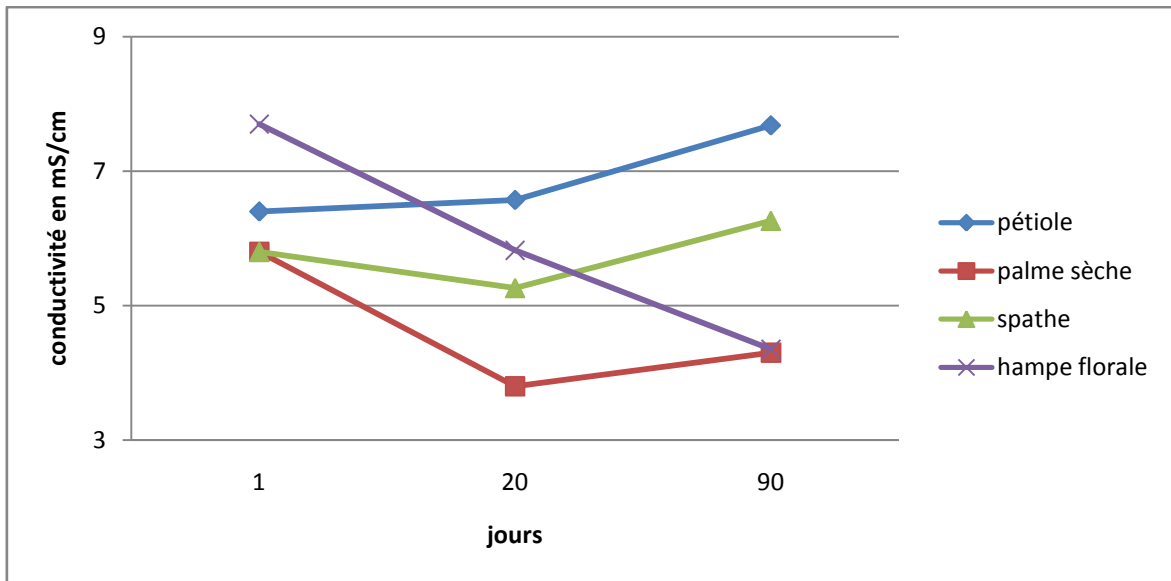


Figure 19 : Évolution de la conductivité électrique

1-2-5-Évolution de matière organique

Le taux de matière organique au début de l'opération du compostage démontre la richesse des matières premières en matière organique où le taux à l'ordre de : 91,26% pour le pétiole, 86,56% pour le palme sèche, 93,84% pour la spathe et 90,71% et pour l'hampe florale (Figure N° : 20).

Au cours de processus de compostage le taux des matières organique diminue pour les quatre substrats pour atteindre des taux : 85,95% pour le pétiole, 84,42% pour le palme sèche, 89,16% pour la spathe et 89,51% pour l'hampe florale. La diminution de matière organique est très remarquable pour la spathe tell que la perte on matière organique attienda 4,68% après 90^{ème} jour de compostage.

Cette diminution des pourcentages est rapportée à la minéralisation de matière organique par les micro-organismes (TAHRAOUI, 2013).

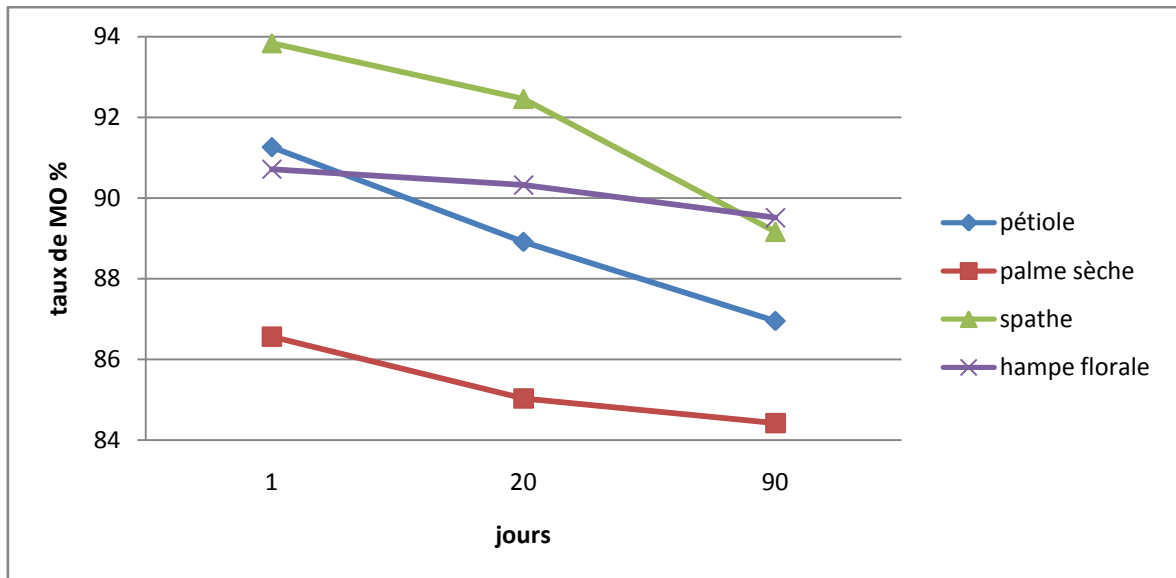


Figure 20 : Evolution du taux de matière organique en fonction de temps

1-2-6-Évolution de carbone organique totale

Les teneurs en carbone organique total au début de compostage prouvent une richesse de la matière primaire en carbone, telle que les valeurs varient entre [50,2% – 54,43%] donc le carbone organique représente plus de moitié de substrat (pétiole, palme sèche, spathe, hampe florale).

Au cours du processus de compostage, les teneurs en carbone organique total diminuent légèrement pour les quatre substrats compostés pour atteindre les valeurs 51,57% ; 49,32% ; 53,36% ; 52,38% au 20^{ème} jour et à la fin atteignent 50,43% ; 48,96% ; 51,71% ; 51,91% respectivement (Figure N° : 21)

Lors de la phase de fermentation aérobie active, les micro-organismes consomment trente fois plus de carbone que de l'azote, le substrat organique perd plus rapidement son carbone métabolisé et dégagé sous forme de gaz carbonique (ZNAIDI, 2002)

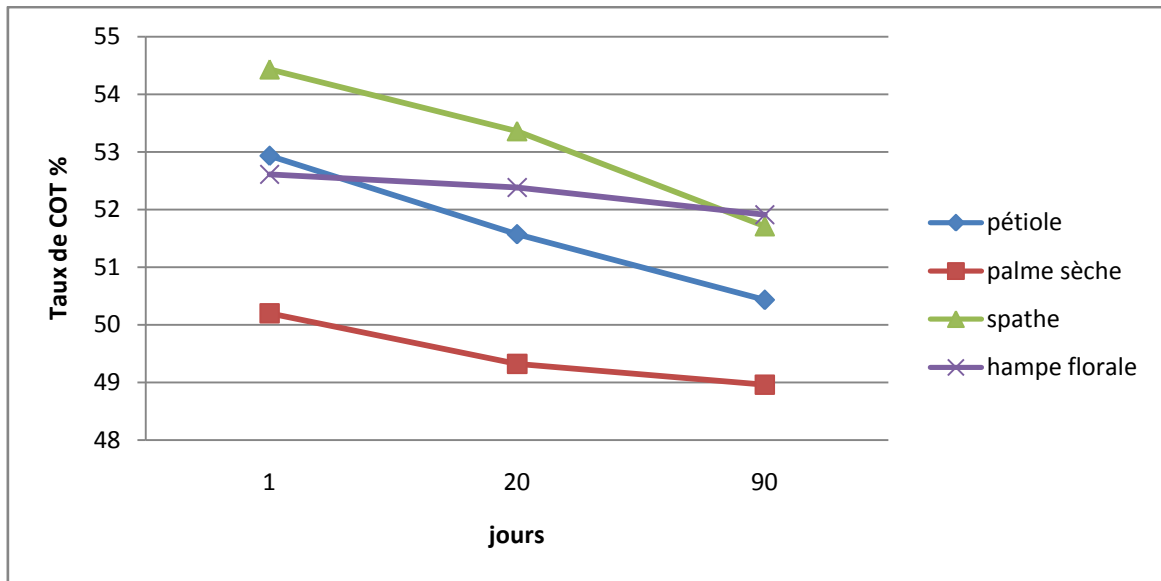


Figure 21 : Évolution du taux de carbone organique total

1-2-7-Évolution de phosphore bio-disponible (P_2O_5)

Les teneurs en phosphore bio-disponible (P_2O_5) du départ sont différentes selon la nature de substrat primaire les résultats obtenus sont de l'ordre : 35,38 p.p.m. pour le pétiole, 64,16 p.p.m. pour palme sèche, 275,82 p.p.m. pour spathe et 140,66 p.p.m. pour l'hampe florale.

On a remarqué que la spathe et l'hampe florale est très riche en P_2O_5 par rapport au pétiole et palme sèche. Après quatre-vingt-dix jour de compostage les teneurs en phosphore bio-disponible atteignent des : 54,16 p.p.m. pour pétiole 82,49 p.p.m. pour palme sèche, 478,17 p.p.m. pour spathe et 107,67 p.p.m. pour l'hampe florale. On remarque que les teneurs en P_2O_5 augmentent pour les trois premiers composts sauf pour l'hampe florale où la teneur est diminuée au cours de processus de compostage (Figure N° : 22)

Nous remarquons que le composte de la spathe présente la valeur la plus élevée (478.17 p.p.m) par rapport aux autres substrats.

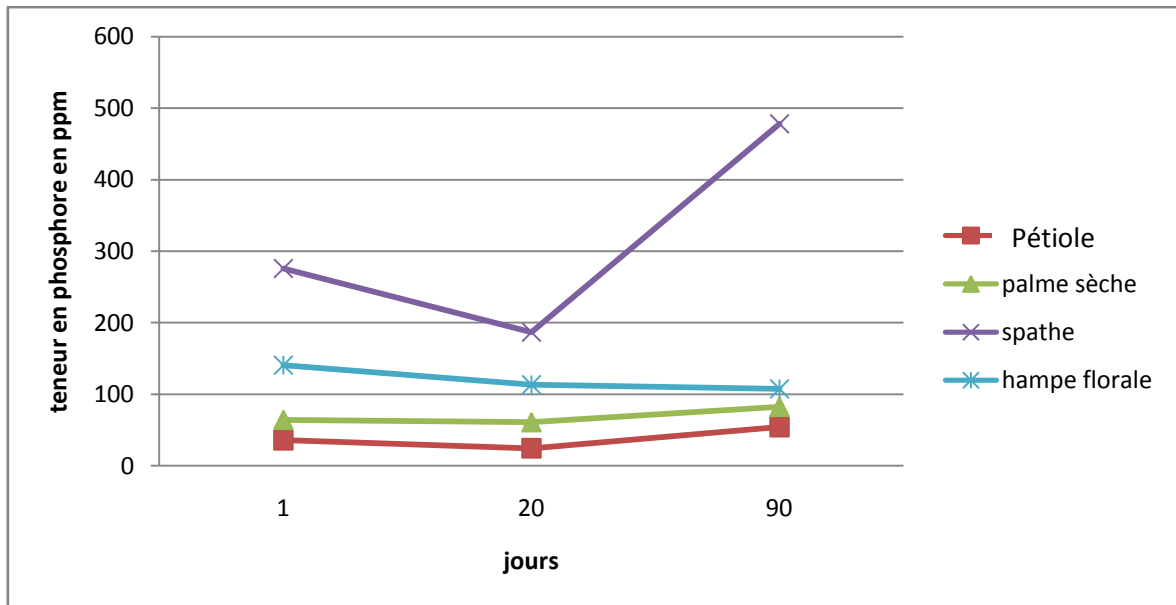


Figure 22 : Évolution de phosphore assimilable P_2O_5

1-2-8-Évolution de teneur en potassium

Les teneurs en potassium sont différentes au début de la phase de compostage selon la nature du substrat primaire les valeurs sont respectivement : $181,84 \text{ mg.L}^{-1}$ pour le pétiole, $108,54 \text{ mg.L}^{-1}$ pour palme sèche, $44,47 \text{ mg.L}^{-1}$ pour spathe et $49,42 \text{ mg.L}^{-1}$ pour l'hampe florale (Figure N° : 23). Les substrats primaires composés de pétiole et palme sèche sont très riches en K_2O par rapport à la spathe et l'hampe florale, le suivi de l'évolution des teneurs en K_2O pour les quatre composts durant le compostage nous renseigne que les concentrations augmentent progressivement. (Figure N° : 23).

Après quatre vingt dix jours de compostage les teneurs en K_2O atteignent respectivement les valeurs suivantes : $536,4 \text{ mg.L}^{-1}$ pour le pétiole qui représente la valeur la plus élevée, $286,84 \text{ mg.L}^{-1}$ pour la palme sèche, $285,44 \text{ mg.L}^{-1}$ pour la spathe, et $295,84 \text{ mg.L}^{-1}$ pour la hampe florale (Figure N° : 23).

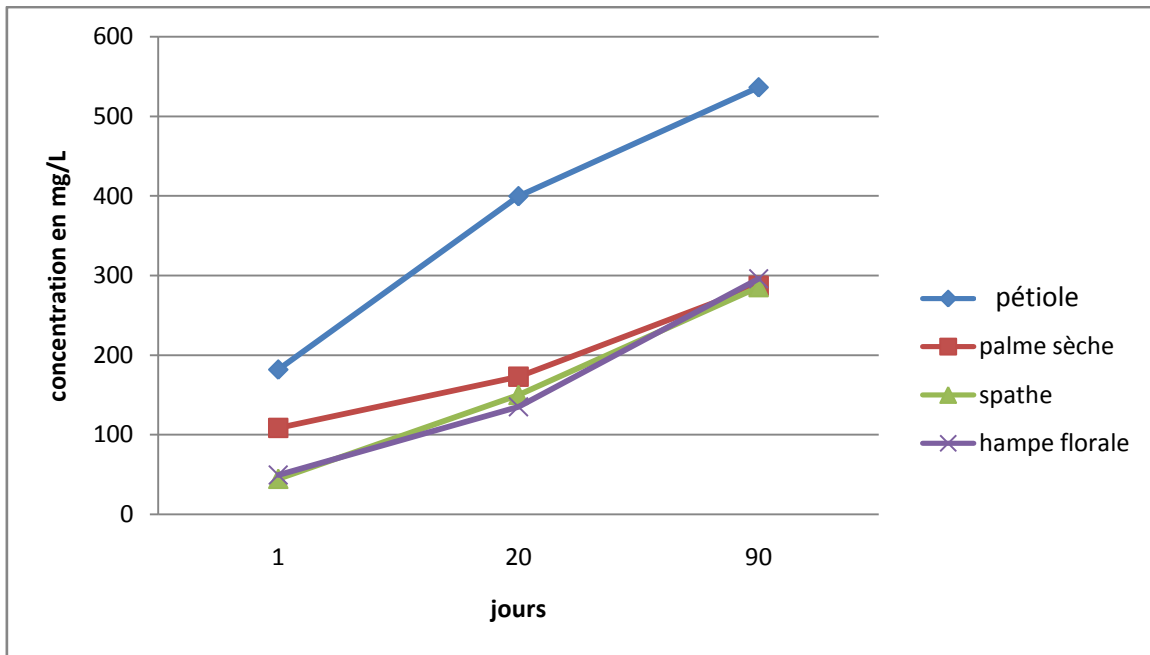


Figure 23 : Évolution de potassium

1-2-9-Test d'auto-échauffement

On remarque que les valeurs de températures atteignent leur maximum à la deuxième mesure (après 6 heures) au cours de trois jours d'expérimentation d'auto-échauffement. Pour les substrats pétiole et la spathe la température atteint un pic de 42°C (Figure N° :24 et 26), et pour les substrats palme sèche et hampe florale atteint 41°C (Figure N° :25 et 27). Nous remarquons que pour tous les substrats la température ne dépasse pas 50°C ce qui confère que les quatre composts obtenus sont des composts frais pour un troisième degré de maturation (KPOGBEMABOU, 2011).

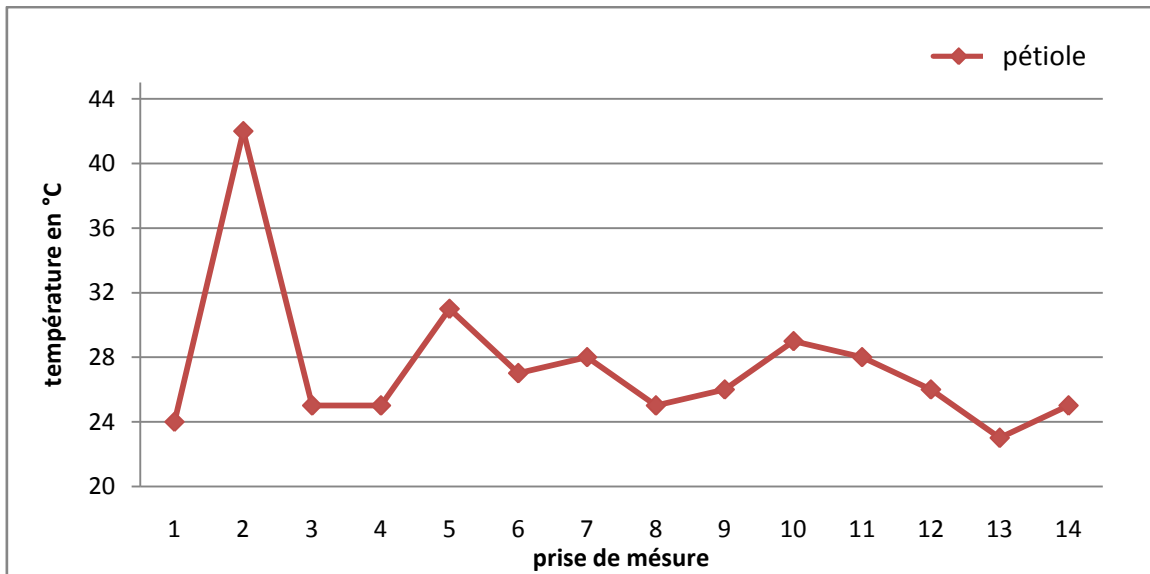


Figure 24 : Évolution de température au cours de test d’auto-échauffement de pétiole

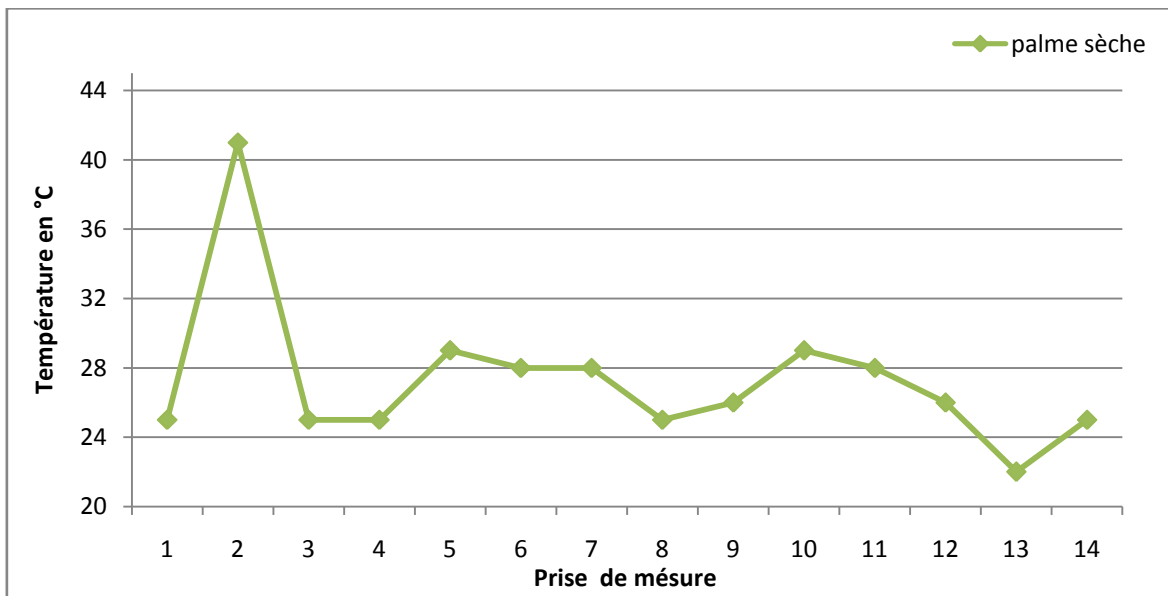


Figure 25 : Évolution de température au cours de test d’auto-échauffement de palme sèche

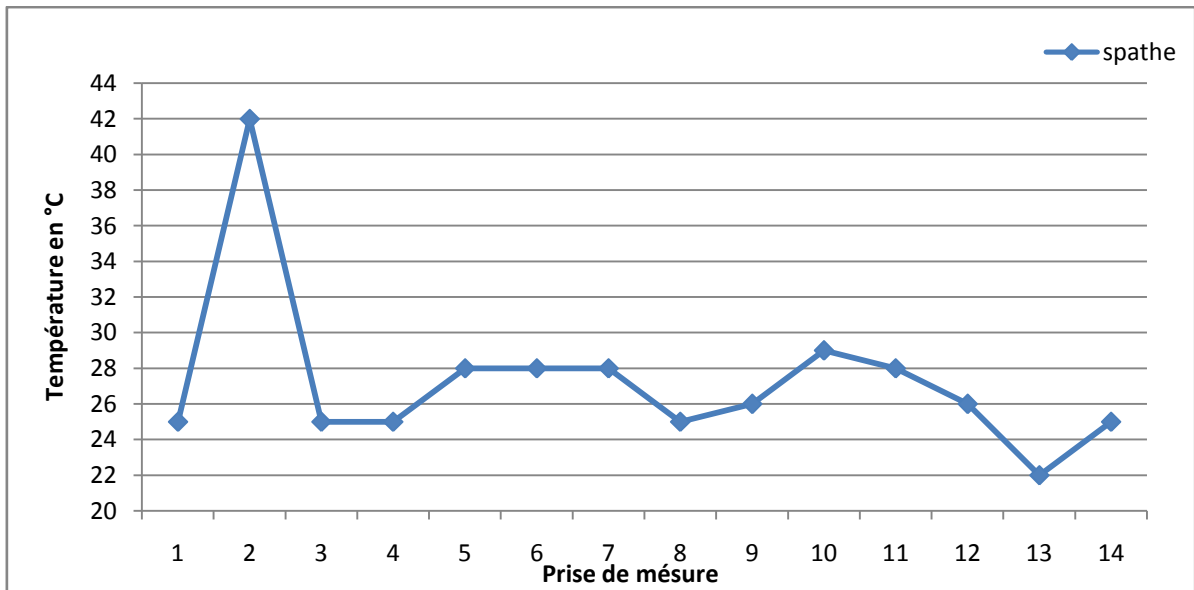


Figure 26 : Évolution de température au cours de test d’auto-échauffement de spathe

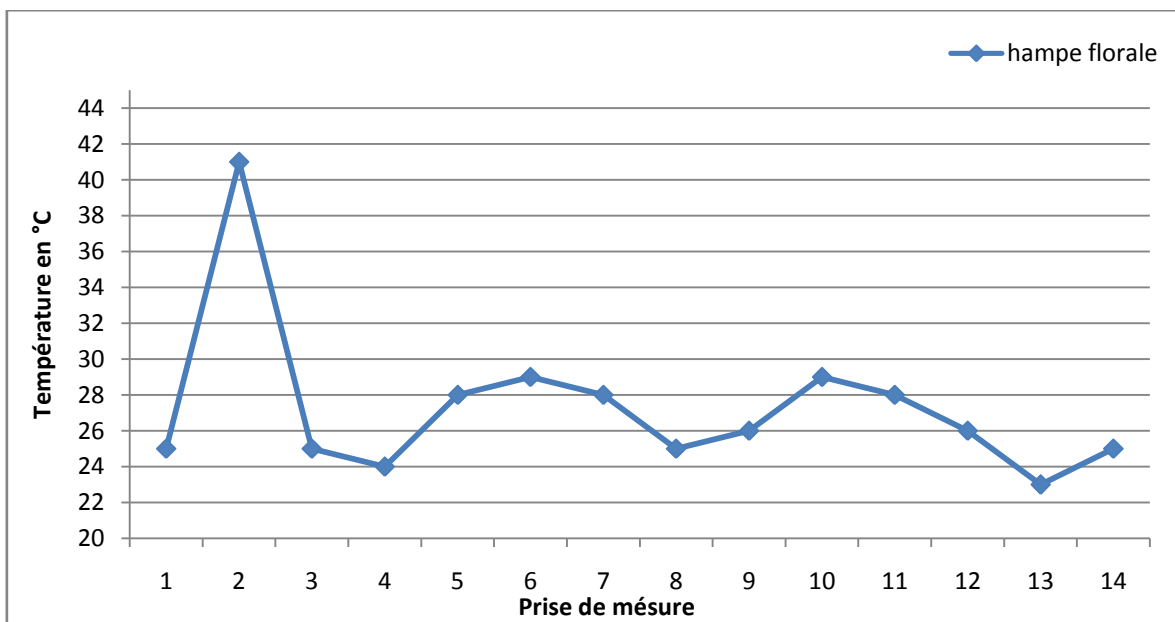


Figure 27 : Évolution de température au cours de test d’auto-échauffement d’hampe florale

1-3-Étude des paramètres de semis

1-3-1-Le test de germination

Le teste de germination a révéler un taux de germination de 90% ; donc les graines du haricot dolique considérées comme une bonne semence.

1-3-2-Évolution de la vitalité des plants en fonction de temps

L'étude de la vitalité végétative pour les trente pots de chaque composts de première jour de semi jusqu'au quarante troisième jour du cycle végétatif, montre que le taux de vitalité des plantes pour les quatre composte atteint le maximum au quinzième jour après la semi : 86,66% pour pétiole, 96,66% pour palme sèche ,100% hampe florale et 76,66% pour le témoin terreau, alors que spathe atteint le maximum au 17^{ème} 63,33% (Figure N° : 28)

À la fin de suivi les taux diminuent à l'exception du terreau, cette diminution s'explique probablement aux propriétés physico-chimique et biologiques des substrats.

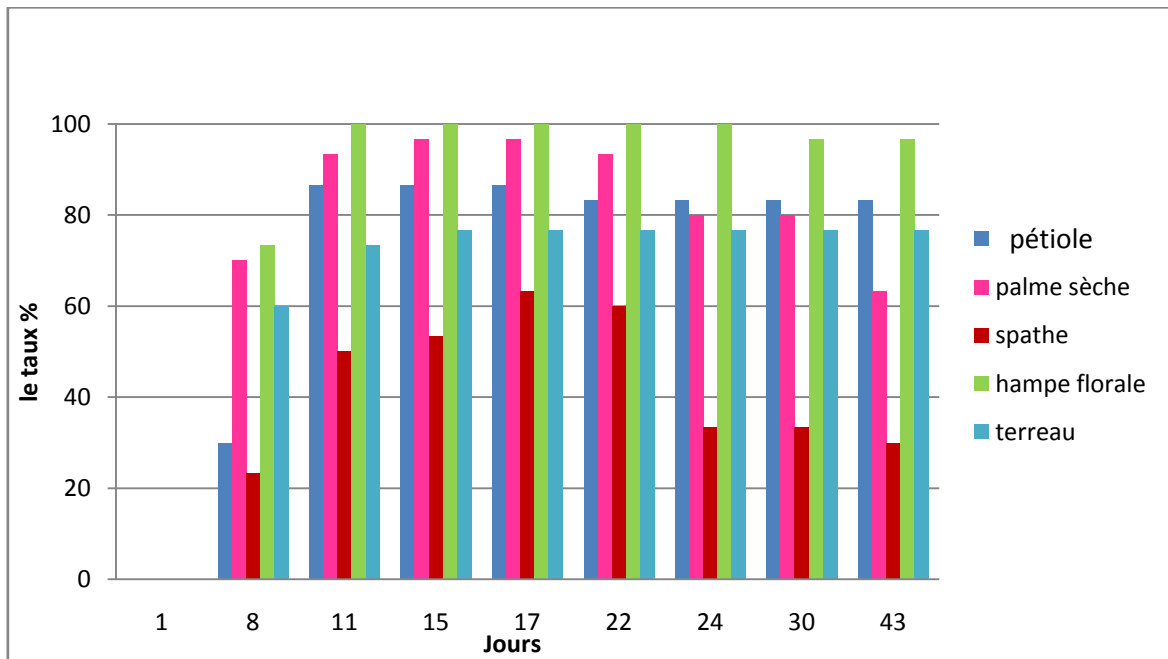


Figure 28 : Évolution de taux des plantes vivante d'haricot dolique

1-3-3-Évolution de l'hauteur des plants

D'après la courbe de croissance caulinaire d'haricot dolique en fonction de la durée de semis (Figure N° : 29), on observe que les plantes témoins du terreau croissent rapidement par rapport aux autres plantes. Après quarante troisième jours les croissances atteignent les valeurs en moyenne suivantes : 13,84 cm pour le terreau, 6,72 cm pour hampe florale, 5,49 cm pour spathe, 4,92 cm pour palme sèche et 4 cm pour pétiole. Nous remarquons ainsi un écart considérable entre les plantes témoins et les autres plants d'essai, de même les plantes d'essai les croissances s'accroissent du semis au quinzième jour entre deux et six centimètres et de là de cette âge (15 jour) les croissances se ralentissent.

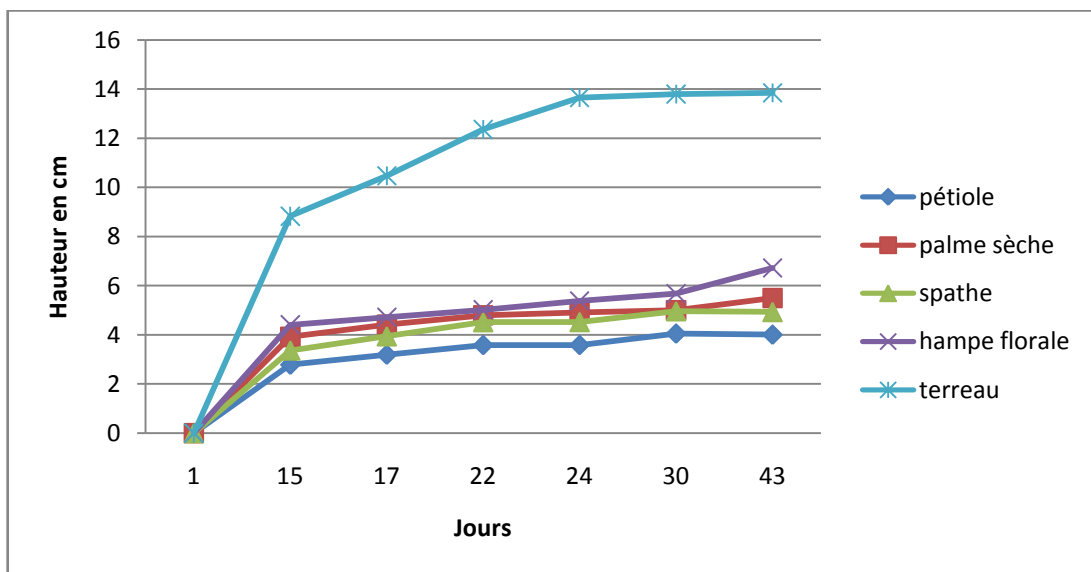


Figure 29 : Évolution de la croissance caulinaire

1-3-4-Évolution de nombre des feuilles composés

Les observations nous ont permis de compter le nombre moyen de feuilles composés pour chaque substrat. Les plantes du substrat témoin (terreau) présentent toujours le nombre de feuilles le plus élevé, avec un ralentissement à partir du vingt deuxième au vingt quatrième jours puis un redémarrage.

Pour les plantes traitées par hampe florale, nous remarquons un démarrage du feuillage aux vingt deuxièmes jours (Figure N° : 30).

Au 43^{ème} jour les nombre de feuille en moyenne sont 3,86 feuilles pour terreau ; 0,86 feuille pour l'hampe florale ; 0,63 feuille pour palme sèche ; 1 feuille pour pétiole ; 1 feuille pour spathe.

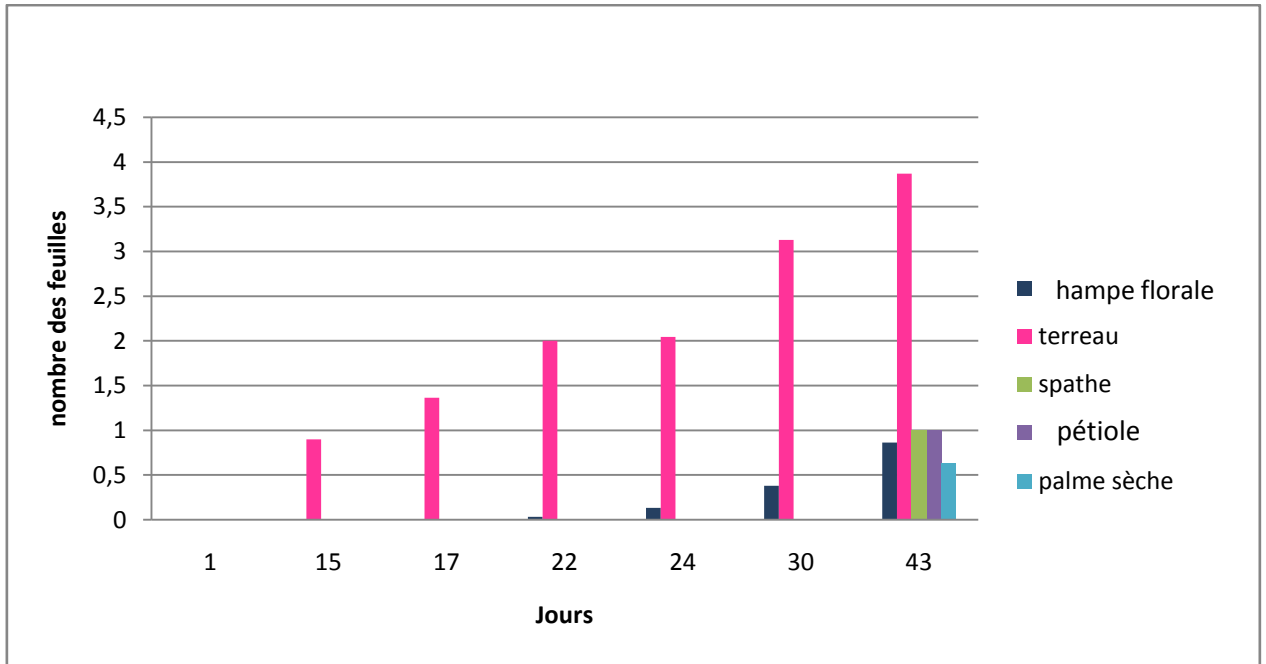


Figure 30 : L'évolution foliaire

1-3-5-Poids frais de la partie aérienne

D'après la (Figure N° : 31) on trouve que le poids frais de la partie aérienne des plante traité par terreau (2,61 g) est très supérieur que le poids frais des plantes traitées par les composts réalisé, et par comparaison des poids frais des différents composts on trouve que le poids frais de la partie aérienne des plantes réalisées par le substrat de la hampe florale est supérieur que les autre substrats tell que pour la hampe florale (0,94 g) , pour spathe (0,79 g), pour pétiole (0,65 g) et pour palme sèche (0,45 g).

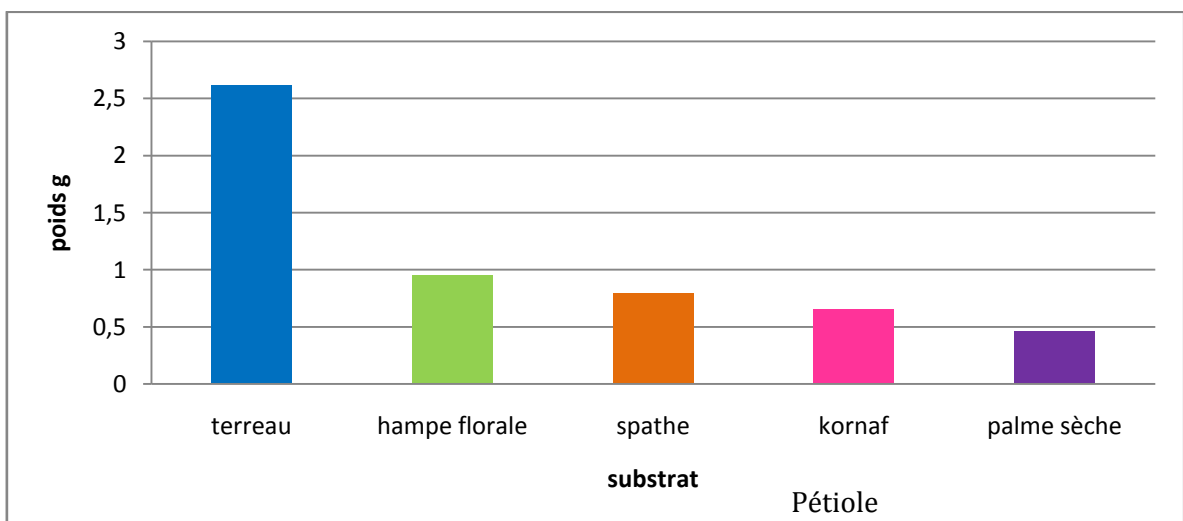


Figure 31 : Poids frais de la partie aérienne.

1-3-6-Poids frais de la partie racinaire

D'après la (Figure N° : 32) on trouve que le poids frais de la partie racinaire des plantes traités par le terreau (0,32 g) est supérieur que le poids frais des plantes traitées par les composts mis en expérience, et par comparaison des poids de la partie racinaire des différents composts on trouve que le poids de la partie racinaire des plantes réalisées par la hampe florale est supérieur que les autres substrats tel que pour la hampe florale (0,16 g) , pour spathe (0,097 g), pour pétiole (0,08 g) et pour palme sèche (0,14 g).

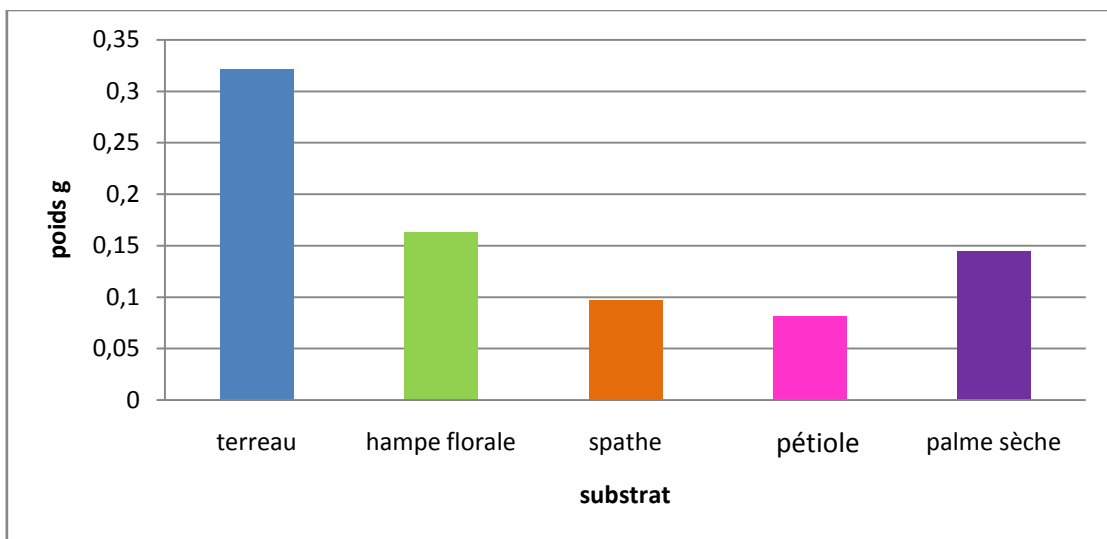


Figure 32 : Poids frais de la partie racinaire

1-3-7-Indice de tolérance

D'après la figure 33 on observe que l'indice de tolérance ne dépasse pas 1 pour les quatre substrats et cela signifie que l'influence de terreau est remarquable par rapport aux autres substrats

Par contre la comparaison entre les quatre composts nous remarquons que la hampe florale a la valeur la plus grande (0,33).

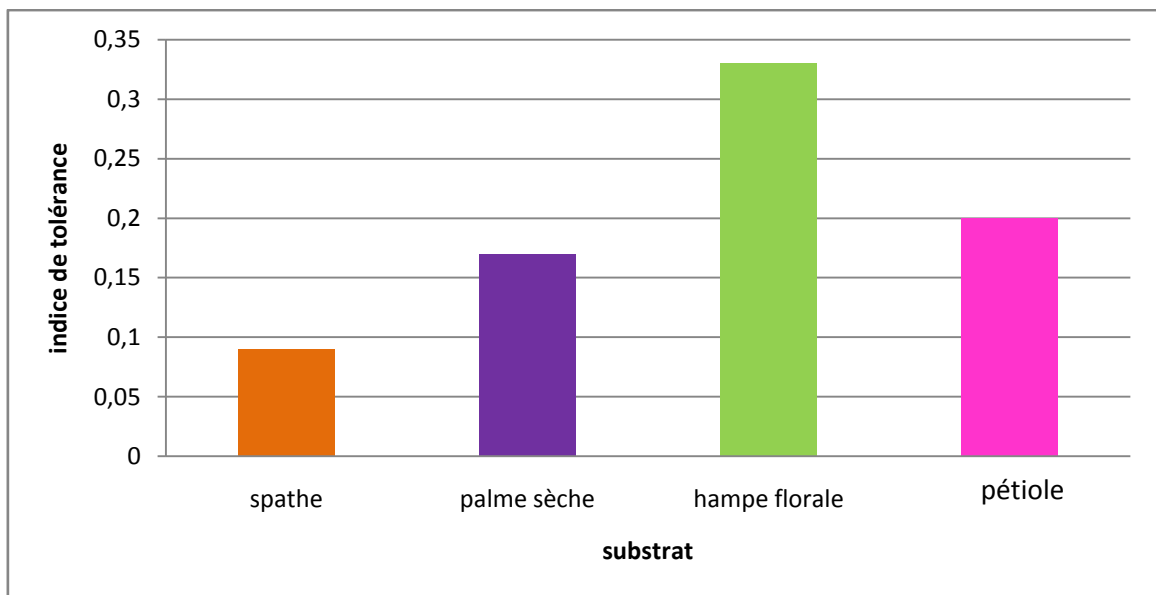


Figure 33 : Indice de tolérance

Conclusion

générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Chaque compagne phoenicicole, on confronte par une quantité considérable de sous-produit (Pétiole, palme sèche, spathe, hampe florale). Ces déchets agricoles causent un problème pour l'environnement. Cette situation inquiétante nous a secoué à trouver des solutions pour ce fléau.

Notre étude consiste à valoriser ces sous-produits dans le domaine agricole, pour cela nous avons préconisées une méthode expérimentale afin d'exploiter les sous-produits comme un amendement organique pour les terre agricole. La démarche expérimentale est basée sur quatre substrats pour le compostage plus un terreau comme témoin. L'opération de compostage à durer quatre vingt dix jours. Les composts obtenus ont été utilisés comme substrat pour une culture de l'haricot dolique (tadelaght).

Des analyse ont été effectuées sur chaque compost en vue de connaitre certains paramètres physique (température et humidité), physico-chimique (potentiel hydrogène, salinité) et chimique (phosphore, potassium, matière organique, carbone organique total).S'ajoute à ces analyses le suivi de la culture : test de germination ; mise en place de la culture, la mesure de la croissance, poids frais et sec.

Les résultats obtenus montrent que le processus de compostage caractérisé par une bonne dégradation au début où la température augmente rapidement (la phase mésophile très courte) au 12^{ème} jours 56 °C pour kornaf , 56,5°C pour palme sèche, 51,5°C pour spathe 51,5°C et 52 °C pour hampe florale et à plus part du temps la température du quatre composts est voisine à celle de la température ambiante durant l'hiver, le pH tend vers la neutralité pour tous les substrats kornaf, palme sèche, spathe et hampe florale, les valeur moyennes du pH finale sont respectivement : 6,24 ; 6,82 ; 6,92 ; 6,71. Pour ce qui de l'humidité nous avons obtenus 76,45% pour kornaf et 64,43% pour palme sèche et 76,2% pour spathe et 78,2% pour hampe florale, les résultats de conductivité électrique montre que le compost réalisés par le pétiole est très élevé (7,68 mS.cm⁻¹) que les autres. A la fin du processus de compostage nous avons remarqués une légère diminution de matière organique et carbone total.

Le teste de l'auto-échauffement indique que les quatre composts sont instables et sont considérés comme des composts frais donc la dégradation incomplète (degré de maturation III).

Conclusion générale

Les résultats du phosphore bio-disponible montre la teneur en phosphore de compost réalisés par la spathe est très élevé (478,14 p.p.m.) que les autres. Pour ce qui est du potassium on a remarque que le substrat composé de pétiole présente la plus grande teneur (536,4 mg.L⁻¹).

Les résultats obtenus pour le suivi de la culture de l'haricot dolique (tadelaght) montrent que pour tous les paramètres étudiés le terreau donne toujours les meilleurs résultats à l'exception de vitalité des plantes l'hampe florale présente le meilleur résultat.

Les plantes traitées par l'hampe florale donne un bon résultat dans la croissance caulinaire (6,72 cm) le poids frais de la partie vert (0,94 g) et racinaire (0,16 g) et l'indice de tolérance (0,33), et pour se qui est de composition foliaire la spathe et le pétiole représente le meilleur feuillage.

Comme perspective nous suggérant de faire une étude microbiologique approfondie pour mieux contrôlé la décomposition des déchets de palmier dattier.

Référence

bibliographique

Référence bibliographique

Liste bibliographique

A

ABERLENC-BERTOSSI F., 2010- Biotechnologies du palmier dattier. Edition IRD. Institut de Recherche pour le développement collection Colloques et séminaires. Paris. Page 16-18.

ABSI R., 2013- Analyse de la diversité variétale du palmier dattier (phoenix dactylifera l.): Cas des Ziban (région de Sidi Okba).Mémoire de magister. Université mohamed khider biskra

ALLAM A., 2008- Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (phoenix dactylifera Linné,1793) par parlatoriablancharidiTarg.(Homoptère diaspididae Targ.1892) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. Thèse magister. Institut national-agronomique el Harrach Alger.

AMELLAL NEE CHIBANE HAYET ,2008- Aptitude Technologiques de Quelques Varietes Communes de Dattes : Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucre Et Aromatise.Mémoire de doctorat. Université M'hamed Bougara de Boumerdes.

ANDI Agence Nationale de Développement de l'Investissement., 2013- sl'Invest in Algeria . rapport .

ANONYME 01., 2002- Gestion des déchets .Guide pour les établissements publics l'enseignement supérieur ou de recherche.

ANONYME 02 ., Mon composteur mode d'emploi.

Article R541-8.code d'environnement.

ATTRASSI B., MRAABET L., DOUIRA A., OUNINE K. ET EL HALOUI .L. ,2005- Etude de la variation des déchets ménagers .Revue de biotechnologie et environnement.

B

BABAHAMMI A., 2014- Caractérisation de la biomasse microbienne développée dans un compost issue des déchets du palmier dattier. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah, Ouargla

BAROIN C., PRET P., Le palmier du Borkou, végétal social total. Page 357.

BELAÏB A., 2012- Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques gènes par le restaurant universitaire Aicha ou Elmouminine (willaya de Constantine. Mémoire en magister. Université de Mentouri Constantine.

Référence bibliographique

BELGUEDJ N., 2014- Préparations alimentaires à base de dattes en Algérie : Description et diagrammes de fabrication. Mémoire magister. Université Constantine.

BEN SALAH M., 2014- Le recyclage des sous-produits des oasis : acquis et perspectives.

BEN MBAREK S., DEBOUB I., Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations Approche expérimentale pour une production durable de compost. Thèse doctorat. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued.

BENKADI S., 2013- Le savoir faire traditionnel dans le domaine de l'utilisation des produits de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (Cas de la région de Ouargla). Mémoire Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah - Ouargla.

BEZATO T.Z.F., 2013- Les palmiers dattiers « *phoenix dactylifera* » à Toliara : étude de la filière, utilisation et diversité variétale. Mémoire de diplôme d'étude approfondie. Université de Toliara

BOUGHABA R., 2012- Etude de la gestion et valorisation des fientes par lombricompostage dans la wilaya de Constantine. Mémoire de Magister. Université de Mentouri Constantine

C

CLEMENT J., 1981- Larousse Agricole ,395-700 pages.

CULOT M., 2005- Filières de valorisation agricole des matières organiques. Laboratoire d'Ecologie Microbienne et d'Épuration des Eaux (LEMEE). Page 27-30.

D

DAMIEN 2004- Guide du traitement des déchets 3^{ème} édition.

DELMONT F., Non daté-aide mémoire du compostage individuel composter c'est facile !

DJAFOUR S., KHABBAZE A., KHOULDI Z., 2005- Contribution à l'étude de la composition biochimique des dattes Dégelet- Nour dans le pédopaysage de la cuvette de Ouargla. Etude supérieure en biologie. Université Kasdi Merbah – Ouargla.

E

EL FELS L., 2014- Suivi physico-chimique, microbiologique et écotoxicologique du compostage de boues de STEP mélangées à des déchets de palmier: validation de nouveaux indices de maturité. Thèse de doctorat. Université de Toulouse

Référence bibliographique

EL HADI I., MOKRANE H., 2014- Classification des déchets solides industriels au niveau de Hassi R'mel. Mémoire de magister. Université Des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf USTOMB

ELHAFIANE S., 2012- Gestion des déchets solides au niveau de la commune urbaine d'Agadir et leur impact sur le milieu naturel. Mémoire de fin d'étude. Université de Marrakech.

ELHERRADI E., SOUDI B., et ELKACEMI K., 2003- Evaluation de la minéralisation de l'azote de deux sols amendés avec un compost d'odeur ménagères, Rabat Maroc, page 141.

H

HAMZAOUI S., 2011 - Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnement, el Tarf commune. Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar – Annaba.

I

IDDER-IGHILI H., 2008- Interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah – Ouargla.

INCKEL M., SMET P., TERSMETTE T.,VELDKAMP T.,2005- La fabrication et l'utilisation du compost. Sixième édition. Page 13-33.

INSID Institut Nationale des Sols et d'Irrigation et de Drainage., 2017- Rapport des analyses

ITDAS Institut Technique de Développement de L'agronomie Saharienne ., 2005- Recueil de fiches techniques. Page 90-91.

IPGRI International Plant Genetic Resources Institute., 2005- Descripteur de palmier dattier (*phoenix dactylifera L.*).Page 38

K

KPOGBEMABOU D., 2011- Procédé de fabrication de biocarburants a partir de biomasse lignocellulosique biologiquement déstructurée. Thèse de doctorat. Université de Poitiers

Référence bibliographique

L

LACOUR J., 2012- Valorisation et de la fraction organique de résidus agricoles et autres déchets assimilés à l'aide de traitement biologique anaérobies. Thèse de doctorat. Université Quisqueya (Haïti), page 39.

M

MISRA R.V., ROY R.N., HIRAOKA H., 2005- Méthodes de compostage au niveau l'exploitation agricole. Edition FAO .Page 3-4.

MULAJI KYELA C., 2011- Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de kinshasa (république démocratique du congo). Thèse de doctorat. Universite de Liege.

P

PEYRON G., 2000- Cultiver le palmier- dattier, guide illustré de formation.

R

RAHMANI Y.,BALLA S.,2014-Caractérisation de l'effluent urbain de la ville d'ADRAR, mémoire de master, université Ahmad draya Adrar.

RAMADANI N., 2015- Transformation de la matière organique au cours du co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : Approche expérimentale pour une production durable de compost. Thèse doctorat. Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella

S

SBIAI A., 2012-Matériaux composites à matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres. Thèse de doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. page 33.

SEDRA M., 2003-Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. Institut national de la recherche économique. Maroc.

SOTAMEN J., 2010- Le compostage : une alternative soutenable de gestion publique déchets solides au Cameroun. Thèse de doctorat. Université de Yaounde ii.

T

Référence bibliographique

TAHRAOUI DOUMA N ., 2013-Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie. Thèse de doctorat. L'universite de limoges. Page 46.

TOUTAIN G ., 1967- Le palmier dattier culture et production. Page 87-91.

Y

YAKOUBI F., 2014- Réponse hormonale des granes du gombo (*Abelmoschus esculeras*. L) sous stress salin , mémoire de magister , université d'Oran.

Z

ZAIER H.,TAHAR G., BEN REJEB K., LAKHDAR A., REJEB S., JEMAL F., 2010- Effects of EDTA on Phytoextraction of Heavy Metals (Zn, Mn and Pb) from Sludge-Amended Soil with *Brassica napus*.

ZEGELS A., 2012- Composter les déchets organiques (les guide de l'ecocitoyen).

ZNAIDI I., 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. Mémoire de magister. mediterranean agronomic institute of bari.

Biblio-net

ANONYME 03 ., Le compost ou l'art d'utiliser les restes. www.strasbourg.eu.

ANONYME 04 ., Guide pratique de compostage. www.siredom.com.

Annexes

Annexe 01

1-Produits chimiques utilisé dans le dosage de phosphore bio-disponible

1-1-Réactif sulfomolybdique

Dissolution de 37.5 g de molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans un bécher de 500ml d'eau distillée.

Dans un bécher de 1000 ml, nous avons ajoutés 280mL de H_2SO_4 pur ajuster à 200 ml d'eau distillée après refroidissement on a versé, lentement et en agitant, la solution molybdique, après refroidissement le contenu a été versé dans une éprouvette de 1000 ml et ajuster à 1 litre.

Le réactif contient $30\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ de MoO_3 et sa normalité est de 10N, il est conservé dans un flacon coloré et placé dans un réfrigérateur.

1-2-Solution d'acide ascorbique :

Un gramme d'acide ascorbique introduit dans un ballon contient 1000 ml d'eau distillée, avec de l'eau distillée.

Solution à conserver au réfrigérateur, à renouveler chaque semaine.

1-3-Solution d'extraction :

Une masse 14.2g d'oxalate d'ammonium a été pesée et introduite dans un bécher de 1000 ml contenant 800 ml de l'eau chaude. Puis agitée et Versé la solution dans une fiole jaugée de 1000ml et complète à 1litre, la solution est d'une concentration 0.2N. le pH de l'oxalate d'ammonium, qui doit être compris entre 6.5 et 7. ajouter , si besoin quelque gouttes d'ammoniaque.

1-4-Établissement de la gamme d'étalonnage :

1-4-1-Préparation de la solution étalon d'ortho phosphate :

- Un pesée de 1.917 grammes de KH_2PO_4 introduire dans une fiole jaugée de 1 litre ;
- Dissolution et ajustement à 1 litre avec de l'eau distillée ;
- Homogénéisation de la solution contenant $1\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ de P_2O_5

Annexe

1-4-2-Solution fille : à 50 mg.L⁻¹ de P₂O₅

- Prélèvement de 5 mL de la solution mère à 1g.L⁻¹, les mettre dans une fiole de 100 mL
- Ajustement au trait de jauge avec de l'eau distillée
- Homogénéisation de cette deuxième solution contenant 50 mg L⁻¹ de P₂O₅ a été utilisée pour l'établissement de la gamme.

1-4-3-Point de la gamme d'étalonnage

Les dosages sont effectués sur un volume de 10 ml dans des tubes à essai en pyrex

Les points de la gamme sont obtenus en utilisant respectivement

Tableau 08 : Préparation des étalons

N° tube	0	1	2	3	4	5
Solution KH ₂ PO ₄ en ml (50 mg.L ⁻¹ de P ₂ O ₅)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Oxalate d'ammonium en m.L ⁻¹	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Réactif sulfomolybdique en m.L ⁻¹	2	2	2	2	2	2
Acide ascorbique en m.L ⁻¹	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0
Concentration finale en mg.L ⁻¹	0	0.5	1	1.5	2	2.5

Homogénéiser bien

1-4-4-Courbe d'étalonnage de dosage de phosphore bio-disponible

Tableau 09 : absorbance de phosphore bio-disponible en fonction de sa concentration

Concentration de P ₂ O ₅ (mg.L ⁻¹)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
absorbance	0,0111	0,0764	0,1232	0,1793	0,2338	0,2801

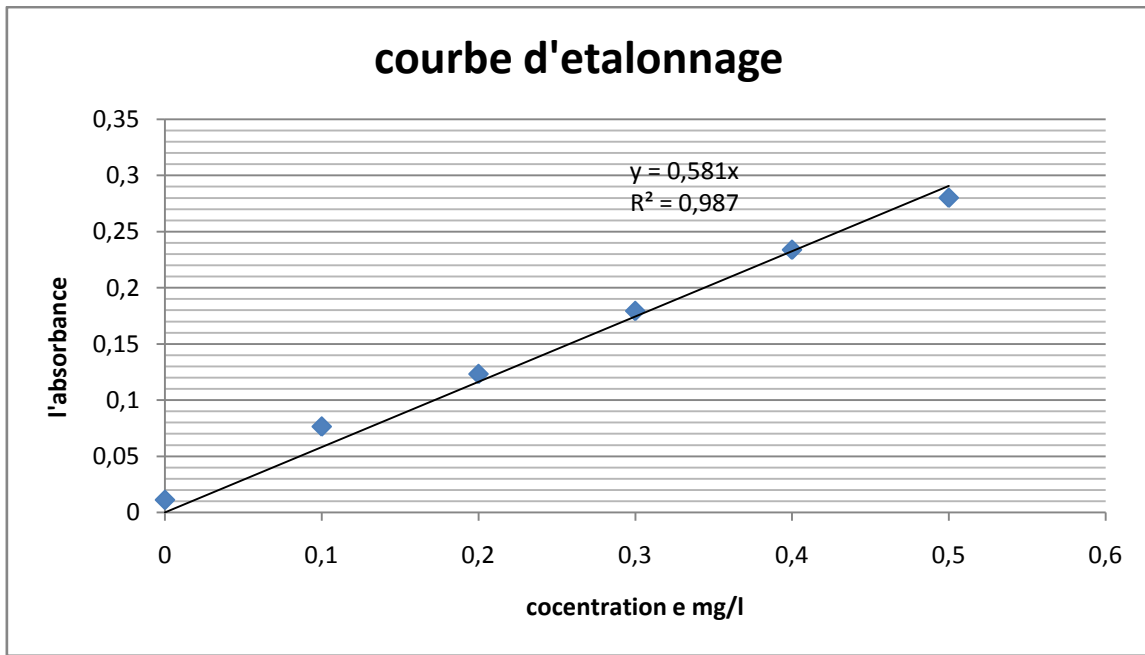


Figure 34 : Courbe d'étalonnage de phosphore bio-disponible.

Annexe

Annexe 02

Tableau 10 : Fiche expérimentale de suivie de la croissance des plantes

Substrat :

la date :

Numéro des pots	Germination	Les Cotylédons attaché	nombre des feuilles composés	Hauteur des plantes	Observation
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					