



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydropédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Selma Ben Herrou

Le : juin 2022

Contribution à l'évaluation qualitative d'un compost a base des résidus des palmiers dattiers dans la région de Biskra

Jury:

M ^r	AISSAOUI H.	MCB	Université de Biskra	Président
M ^{me}	MEBREK N.	MCB	Université de Biskra	Examineur
M ^{me}	HIOUANI F.	MCA	Université de Biskra	Promoteur

Année universitaire : 2021 / 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Je dédie ce travail en premier lieu les plus chers au monde, la prunelle de mes yeux

Qui m'ont soutenu, en les remerciant pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières durant tout mon parcours scolaire. Quoi que je fasse je ne pourrais leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi, si je suis arrivée là c'est bien grâce aux que dieu les bénisse, et leur accorde longue vie et les protège

*A mes très chers parents : « **Mohammed** » et « **Warda** », je vous aime tellement.*

*A qui m'a donné beaucoup de soutien, ma sœur: « **Souhir** »*

*À vos mes chers frères : « **Sameh** » et « **Sief** »*

*A tous mes amis : **Aicha, Linda** et surtout **Chaima, Imene et Hiba***

Merci d'être toujours là pour moi

*A mes deux grandes familles : **Ben Herrou** et **Rhalmi**, et surtout ma chère tante : **Laila** et sa famille.*

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

*** Merci d'être dans ma vie ***

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions "le DIEU Très-Haut" et Puissant qui nous a permis d'atteindre ce niveau d'éducation ... et qui nous a donné toute la volonté, la santé, la force, le courage et la patience de faire ce travail humble.

*À mes soutiens moral et à la source de joie et de bonheur qui ont fatigué et sacrifié pour moi, qui m'ont encouragé à terminer mon travail, qui m'ont soutenu et me soutiendra toujours dans tous les moments, qui a été la raison de le succès de ce travail Vous mes parents **Warda et Mohamed***

*Nous voulons exprimer nos plus sincères un grand remerciement et gratitude à notre promotrice Mme « **HIOUANI FATIMA** » maitre conférence A à l'université de Mohamed Khider Biskra pour ses valeureux conseils, patience, soutiens, et ses encouragements et disponibilité tout au long de notre sujet de recherche depuis le choix du sujet jusqu'à la dernière lecture.*

*Nous remercions également le comité de discussion pour leur rôle d'évaluation et valorisation de cette étude. Mme « **MEBREK N** », et Monsieur « **AISSAOUI H** ».*

*J'exprime également ma profonde gratitude à «**M. KHECHAI S**», Le chef du département des sciences agronomiques pour avoir accepté mon travail d'étude et son soutien continu.*

*Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, en **particulier**: L'équipe le personnel de Centre de Recherche Scientifique et Techniques sur les Régions Aride (CRSTRA), notamment « Mr. **OTHMAN TARIK**», et **Soufi Sabrina** pour nous avoir mis à ma disposition tous les informations et les moyens pour réaliser notre travail.*

*Nous remercions également Doctorant **Latreche Imene**. Je te remercie pour ton aide, ta patience, ta compréhension et ton soutien permanent, Merci d'être toujours là pour moi.*

Nous remercions également tous nos enseignants et professeurs qui nous ont toujours encouragés à faire preuve de diligence et de diligence afin d'atteindre nos objectifs.

Merci à tous.

Table des matières

<i>Liste des figures</i>	<i>I</i>
<i>Liste Des Tableaux</i>	<i>II</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>III</i>
<i>Introduction Générale</i>	<i>1</i>
<i>Première partie: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	<i>3</i>
<i>Chapitre 1: Généralités sur le compostage</i>	<i>3</i>
<i>I. Définition du compost</i>	<i>3</i>
<i>II. Le compostage</i>	<i>4</i>
<i>II.1. Définition du compostage</i>	<i>4</i>
<i>II.2. Le processus de compostage</i>	<i>5</i>
<i>II.3. L'équilibre dans le composteur</i>	<i>5</i>
<i>II.4. Les différents types de compost</i>	<i>6</i>
<i>III. Principaux paramètres du compostage</i>	<i>7</i>
<i>III.1. La teneur en eau</i>	<i>8</i>
<i>III.2. La température</i>	<i>9</i>
<i>III.3. Le pH</i>	<i>10</i>
<i>III.4. Conductivité électrique</i>	<i>11</i>
<i>III.5. Le rapport C/N</i>	<i>12</i>
<i>III.6. La teneur en matière organique totale</i>	<i>13</i>
<i>III.7. Les phases du processus de compostage</i>	<i>13</i>
<i>Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE</i>	<i>17</i>
<i>Chapitre 1: Matériel et méthodes</i>	<i>17</i>
<i>I. Objectif de travail</i>	<i>17</i>
<i>II. Matériels d'étude</i>	<i>17</i>
<i>II.1. Le compost</i>	<i>17</i>
<i>III. Méthode d'étude</i>	<i>17</i>
<i>III.1. Le pH</i>	<i>17</i>
<i>III.2. Carbone organique (Méthode Walkley et Black)</i>	<i>18</i>

<i>III.3. Mesure de la matière organique et carbone organique « technique perte au feu »</i>	19
<i>III.4. Azote Total (Méthode de KJELDAHL)</i>	21
<i>III.5. Conductivité électrique (CE)</i>	21
<i>III.6. Potassium total</i>	22
<i>III.7. Le phosphore assimilable (Méthode Joret-Hebert)</i>	23
<i>Chapitre 2: Résultats et discussion</i>	26
<i>I. Caractéristiques physico-chimiques</i>	26
<i>I.1. Le pH</i>	26
<i>I.2. La conductivité électrique (CE)</i>	27
<i>I.3. La matière organique</i>	27
<i>I.4. Evolution de l'azote total</i>	29
<i>I.5. Le rapport C/N</i>	30
<i>I.6. Evolution de potassium total</i>	31
<i>I.7. Evolution de Le phosphore assimilable (méthode Joret-Hebert)</i>	32
<i>Conclusion Générale</i>	33
<i>Références bibliographiques</i>	35
<i>Résumé</i>	42

Liste des figures

FIGURE 1 LE COMPOST UTILISE DANS NOTRE ETUDE. -----	4
FIGURE 2 SCHEMA SIMPLIFIE DU PROCESSUS DE COMPOSTAGE.-----	5
FIGURE 3 COURBE THEORIQUE D'EVOLUTION DE LA TEMPERATURE ET DU PH AU COURS DU COMPOSTAGE-----	10
FIGURE 4 COURBE DE VARIATION DU PH AU COURS DU COMPOSTAGE. -----	11
FIGURE 5 COURBE THEORIQUE D'EVOLUTION DE LA TEMPERATURE AU COURS DU COMPOSTAGE.-	14
FIGURE 6 MESURE DE PH MERCURE.-----	18
FIGURE 7 SOLUTIONS UTILISEES DANS LA METHODE WALKLEY ET BLACK. -----	19
FIGURE 8 MESURE DANS LA MATIERE ORGANIQUE DE LA METHODE DE WALKLEY ET BLACK. ----	19
FIGURE 9 LE FOUR A MOUFLE QUI REALISE LA CALCINATION.-----	20
FIGURE 10 PRINCIPE DE LA METHODE DE KJELDAHL. -----	21
FIGURE 11 L'AGITATION DES ECHANTILLONS. -----	22
FIGURE 12 L'EXTRAIT PENDANT LA FILTRATION. -----	22
FIGURE 13 MESURE DE CONDUCTIVITE ELECTRIQUE. -----	22
FIGURE 14 L'EXTRAIT PENDANT LA FILTRATION. -----	23
FIGURE 15 LES TUBES DES ECHANTILLONS DU COMPOST ET LES TUBES DE LA GAMME DU POTASSIUM. -----	23
FIGURE 16 DOSAGE DE POTASSIUM DU COMPOST PAR UN PHOTOMETRE A FLAMME.-----	23
FIGURE 17 PREPARATION LES TUBES A ESSAI POUR PLACES DANS UN BAIN-MARIE BOUILLANT. ---	25
FIGURE 18 LES TUBES DES ECHANTILLONS DU COMPOST ET LES TUBES DE LA GAMME DU PHOSPHORE. -----	25
FIGURE 19 MESURE DOSAGE DE PHOSPHORE PAR UN SPECTROPHOTOMETRE. -----	25
FIGURE 20 LE PH DU COMPOST. -----	26
FIGURE 21 LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE (CE) DU COMPOST. -----	27
FIGURE 22 MATIERE ORGANIQUE DU COMPOST. -----	28
FIGURE 23 L'AZOTE TOTAL DU COMPOST. -----	29
FIGURE 24 LE RAPPORT C/N DU COMPOST.-----	30
FIGURE 25 LE POTASSIUM TOTAL (K ₂ O) DU COMPOST.-----	31
FIGURE 26 LE PHOSPHORE ASSIMILABLE DU COMPOST.-----	32

Liste Des Tableaux

TABLEAU 1 LA NATURE DES RESIDUS ORGANIQUES.-----	6
TABLEAU 2 TEMPERATURE ET DUREE D'EXPOSITION NECESSAIRE A LA DESTRUCTION DE PATHOGENES.-----	9
TABLEAU 3 RAPPORT C/N DE DIVERS SUBSTRATS -----	12
TABLEAU 4 CONDITION OPERATOIRE NECESSAIRE POUR LA MISE EN ŒUVRE OPTIMALE D'UN PROCEDE DE COMPOSTAGE. -----	16
TABLEAU 5 LA GAMME DU PHOSPHORE. -----	24

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

C/N : Rapport Carbone sur l'Azote.

NTK : Azote Totale de Kjeldahl.

MM: Matière minérale

MS: Matières sèche

***Introduction
Générale***

Introduction Générale

Le désert algérien est très riche en palmeraies, surtout au niveau de la wilaya du Biskra, qui est l'une des plus grandes oasis algériennes. Rappelant que le patrimoine phoenicicole de cette wilaya est riche de plus de 4 millions de palmiers (KHENE et AZZOUZI, 2021).

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

L'entretien annuel des palmiers dattiers produit un gisement renouvelable estimé à 200000 tonnes de déchet renouvelable constitué essentiellement de palmes sèches (ABDELAZIZ, 2013).

Cette grande quantité de palmiers dattiers produit énormément de déchets, qui peuvent être responsable des problèmes phytosanitaires des oasis et elle doit être éliminé pour réduire leur impacte sur l'environnement, pour éviter ce problème il faut les valoriser, le compostage est la meilleure solution de valorisation de ces déchets pour exploiter ces produits biodégradables (les déchets du palmier dattier contient environ 80% de matière organique) (SGHAIROUN, 2011).

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

Ce travail consiste à une l'évaluation qualitative d'un compost à base des résidus des palmiers dattiers dans la région de Biskra, en analysant les paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité électrique (CE), la matière organique, Rapport Carbone/azote(C/N), Le phosphore assimilable, Azote Total, et le potassium total).

Introduction Générale

De ce fait, notre travail est structuré en deux parties subdivisé en chapitres: La première partie, est réservée à une synthèse bibliographique sur le compost.

Alors que, la deuxième partie, représente la méthodologie de travail choisie, l'étude expérimentale, comporte deux chapitres qui présentent les matériels et la méthode utilisé, l'analyse des résultats obtenus et leurs interprétations.

Le mémoire est terminé par une conclusion générale en expliquant le travail effectué avec quelques perspectives.

Première partie: SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

***Chapitre 1 : Généralités sur
le compostage***

Première partie: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1: Généralités sur le compostage

I. Définition du compost

Plusieurs définitions ont été mise en évidence, le compost n'est pas une chose facile car c'est un produit complexe, plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou la maîtrise de la technique par l'homme (ZNAÏDI, 2002). C'est un produit biologique obtenu de la décomposition des constituants organiques des sous-produits (MUSTIN, 1987).

Le compost est donc un produit résulte de la décomposition et la transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (ZNAÏDI, 2001).

D'après ZEGELS (2012), le compost est une substance brun foncé et fragmentée qui sent bon les bois. C'est en fait le résultat du recyclage de matières organiques. C'est de l'humus contenant des organismes vivants et des minéraux pouvant servir de nourriture aux plantes. C'est le résultat artificiel qui démarre et se poursuit sous conditions maîtrisées au lieu d'accepter le résultat d'une décomposition naturelle incontrôlée (HOITINK, 1995).

Et d'après GOTSCHALL et al. (1991), le compost est la culture de la faune et de la flore naturelle du sol activées par aérations du tas.

En outre, le mot 'compost' vient du latin « Compositus » qui signifie « composé de plusieurs choses » (ZNAÏDI, 2002).



Figure 1: Le compost.

II. Le compostage

II.1. Définition du compostage

Selon SUISSSES GOBAT et *al*, (1998), le compostage est un procédé de traitement intensif des déchets organiques qui met en œuvre, en les optimisant, des processus biologiques aérobies de dégradation et de stabilisation des matières organiques complexes.

Le compostage est donc un processus de décomposition et de transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (ZNAÏDI, 2002).

Le processus de compostage se réalise en plusieurs phases dont la première est la fermentation : une dégradation rapide de la matière organique fraîche et facilement biodégradable en molécules moins complexes comme les sucres ou les polymères. La seconde phase, la maturation, plus lente correspond à la mise en jeu des processus d'humification (CHARNAY, 2005).

Plusieurs définitions du compostage sont formulées par différents auteurs (MUSTIN, 1987 ; FRANCOU, 2003 ; ALBRECHT, 2007) mais toutes s'accordent sur le principe suivant : Le compostage est un processus contrôlé de dégradation des constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession des communautés microbiennes évoluant en conditions aérobies, entraînant une montée en température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost riche en matière organique (BAYARD et *al*, 2001; ZNAÏDI, 2002).

II.2. Le processus de compostage

Le processus de compostage est à la fois consommateur et producteur de chaleur. La biodégradation des composés organiques entraîne une perte d'eau, une production de CO_2 et une modification de la porosité du milieu. Ceci se solde par une réduction du volume et de la masse de la matière, au cours du processus de compostage, qui peuvent atteindre 50% (Mustin, 1987 ; Eklind et Kirchmann, 2000). Ces réductions varient selon le degré de fermentes cibilité de ces déchets .

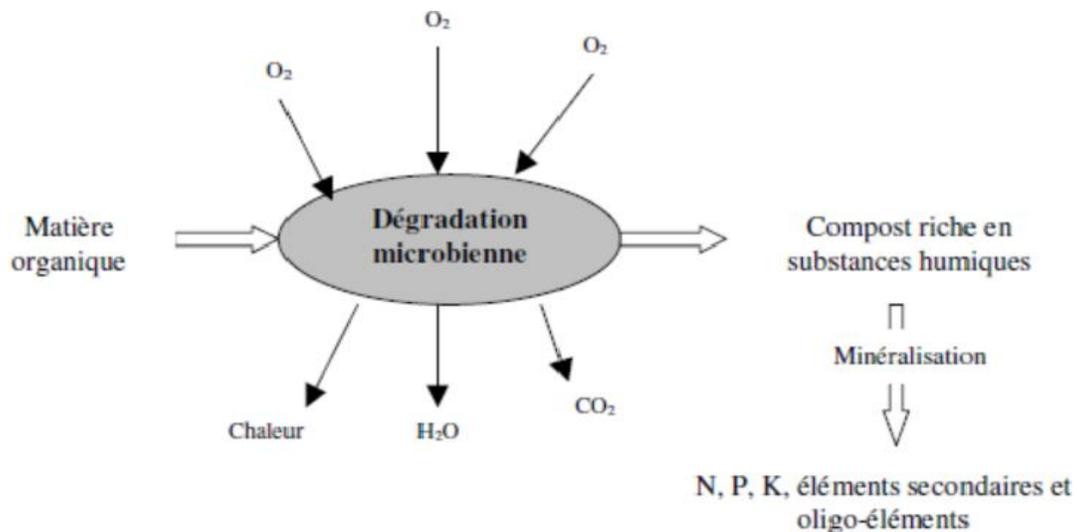


Figure 2 Schéma simplifié du processus de compostage (ABOULAM, 2005).

II.3. L'équilibre dans le composteur

Un équilibre est nécessaire entre les matières (les verts riches en azote et les bruns riches en carbone) pour obtenir un compost de qualité (NOVA ENVIROCOM, 2002). Par ailleurs, le tableau ci-dessous permet de distinguer les matières composables et celles à éviter.

Table 1 La nature des résidus organiques (NOVA ENVIROCOM, 2002).

Matières riches en azote (Les verts)	Matières riches en carbone (Les bruns)		Matériaux à ne pas composter	
Restes de fruit	Paille/foin	Serviettes de papier	Cendre de bois	Viande et poisson
Restes de légumes	Sciures de bois	Pâtes alimentaires, pain	Plante ou feuillage malade	Os
Coquilles d'œufs (calcium)	Papier (préférable de le recycler)	Tissus naturels (lin, laine, cuir, coton, etc.)	Excréments d'animaux : chat ou chien,	Produits laitiers
Fumier mature	Marc de café (filtre inclus)	Litière d'oiseaux, plumes	Briquettes de B.B.Q.	Huile (gras)
Tontes de gazon fraîches	Feuilles d'arbres séchés	Écales de noix, Noyaux	Mauvaise herbe montée en graine	Plastic
Algues	Cheveux/ongles	Terre (riche en minéraux)	Poussière d'aspirateur	Métaux

II.4. Les différents types de compost

Selon l'origine des déchets compostés, on peut distinguer :

II.4.1. Les composts d'origine urbaine

Les composts d'origine urbaine ont fait l'objet de nombreuses études depuis une cinquantaine d'années ont mis en avant le compostage dans le traitement des déchets urbains. Toutefois, le développement du compostage de déchets urbains est dépendant des débouchés qu'ont les composts, en particulier en agriculture. L'obtention de composts de qualité (valeur agronomique avérée et innocuité) est donc nécessaire (KELESSIDIS *et al*, 2012).

L'efficacité des traitements des déchets urbains par compostage s'est considérablement améliorée ces dernières années. Cette amélioration est due en partie à la mise en place des collectes sélectives. Développées en France depuis une dizaine d'années, les collectes sélectives multi matériaux concernent près d'un Français sur trois (ADEME, 2000). Ce tri en amont est accompagné d'une efficacité croissante des techniques et matériels utilisés sur les plates-formes

de compostage : amélioration du tri (table densimétrique, aimantation et soufflerie) et amélioration des techniques de compostage (suivi continu de la température, de l'humidité, etc.). L'engagement croissant des industriels et des exploitants pour produire des composts de qualité, en s'appuyant sur une meilleure connaissance du compostage, participe à cette amélioration (PIOTROWSKA *et al.*, 2011).

Les composts urbains sont élaborés d'une gamme hétérogène de matériaux composables pouvant être répartis en cinq catégories : déchets verts, ordures ménagères, ordures ménagères résiduelles, fraction fermentescible et boues de stations d'épuration urbaines (REMADNA et TOUMI, 2020).

II.4.2. Les composts d'effluents d'élevage

Composter les effluents d'élevage est une pratique courante et ancienne. Le compost obtenu à partir de fumier de bovins est le compost d'effluent d'élevage le plus courant, mais des composts à partir de fumier d'ovins, de porcs et de volailles, et à partir de lisier de porcs sont également réalisés (LECLERC, 2001 ; AVIANI *et al.* 2010). Cette pratique concerne les régions où l'élevage est intense ce qui n'est pas le cas des régions sahariennes.

II.4.3. Les composts de déchets industriels et agricoles

En régions Sahariennes, le compostage des sous-produits du palmier dattier peut constituer une source d'amendement des sols non négligeable pour plusieurs aspects (fertilisation, amélioration de la capacité de rétention en eau des sols, assainissement des palmeraies (ROMANI *et al.* 2007).

III. Principaux paramètres du compostage

Le phénomène de compostage a lieu spontanément dans le milieu naturel, de façon non optimale, avec une répartition de la chaleur trop hétérogène. Pour utiliser ce procédé à l'échelle industrielle, il est donc nécessaire de connaître parfaitement les différents facteurs physico-chimiques et microbiologiques intervenants. Deux principales catégories de paramètres interviennent lors du procédé de compostage :

- les paramètres liés à la nature et à la composition même du substrat. La teneur en eau, le pH, le rapport Carbone/Azote (C/N) ainsi que la granulométrie en font partie.

- les paramètres de suivi du procédé : la température, la présence d'oxygène et également la teneur en eau.

Les différentes techniques de compostage permettent d'améliorer et d'accélérer le processus de dégradation naturelle des matières fermentescibles. Pour ce faire, on cherche à "doper" l'activité des micro-organismes en optimisant l'offre en substances nutritives et en régulant les conditions de pH, de température, d'humidité et d'aération (KOLEDZI, 2011).

Un procédé de compostage optimal correspond à une fermentation réalisée dans les conditions les plus propices au développement de la flore bactérienne. Pour vérifier ces conditions, les principaux paramètres à suivre pendant le procédé sont les suivants (RAMADANI, 2015) :

III.1. La teneur en eau

La teneur en eau ou humidité (H %) du substrat conditionne l'activité des microorganismes. La teneur optimale dépend de la densité du milieu, qui est fonction de l'état physique et de la nature du substrat. Elle est sensible à deux phénomènes ayant des effets complémentaires, d'une part, la dégradation de la matière organique provoquant une libération d'eau et d'autre part, une évaporation de l'eau sous l'effet de l'énergie calorifique libérée par la fermentation.

La décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20%. Au contraire, si elle dépasse 70 %, l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'oxygène, provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose. Selon Mustin (1987), l'optimum de la teneur en eau se situe entre 40% et 60 %. En fin de procédé, un produit sec ou presque facilite la finition mécanique du compost en évitant un colmatage des équipements.

Le pH, la température et l'humidité sont des paramètres interdépendants et difficilement dissociables. Les auteurs s'accordent pour donner des valeurs optimales de ces paramètres. Liang et *al.* (2003), étudient plus spécifiquement les effets de deux paramètres, l'humidité et la température de dégradation des biodéchets. L'humidité semble être le paramètre ayant la plus grande influence. Cela suggère un contrôle du procédé par l'humidité et non comme habituellement par la température. D'autres études insistent sur les valeurs de pH et de température au cours du procédé ou sur le compost lui-même (Smars et *al.*, 2002 in Charnay, 2005). Ces paramètres sont optimaux lorsqu'ils permettent une hygiénisation du produit, une

vitesse de dégradation rapide et une humidification suffisamment active. Ils sont fonction de la nature du substrat et des conditions particulières de mise en œuvre du procédé.

III.2. La température

Une température minimale est nécessaire à l'activité des micro-organismes et à la dégradation. Selon Stentiford (1996), une température supérieure à 55°C permet l'hygiénisation, entre 45 et 55°C, elle favorise la biodégradation et qu'entre 35 et 40°C elle améliore la diversité des micro-organismes. Une température voisine de 20°C ou supérieure à 82°C inhibe, voire arrête cette activité microbienne [Liang et al., 2003].

Le suivi de la température est une mesure indirecte de l'intensité des dégradations. Il renseigne également sur la qualité du processus de dégradation : un épuisement en oxygène peut ainsi être décelé puis corrigé par des apports complémentaires (retournement). De plus, ce suivi caractérise au début du processus la qualité du mélange. Les variations des montées en température sont fonction de l'aération et de la composition du substrat. Le Tableau 2 indique le type de bactéries détruites en fonction de la température atteinte lors du procédé.

Table 2 Température et durée d'exposition nécessaire à la destruction de pathogènes (Noble et Roberts, 2003).

Type de micro-organismes	Température et durée nécessaire à sa Destruction
Ascaris lumbricoides	4h à 60 °C à 65 °C
Salmonella spp	15-20 min à 60° C ou 1h à 55 ° C
Escherichia coli	15-20 min à 60° C ou 1h à 55 ° C
Taenia saginata	5 min à 71 °C
Shigella spp	1h à 55 °C

Pour obtenir cette hygiénisation du compost, l'U.S.E.P.A (1994), recommande une température de 55°C au moins pendant 5 jours en compostage à l'air libre. Dans des réacteurs, la température doit dépasser 60°C pendant une semaine (Ademe, 1998). Les conditions optimales pour une hygiénisation dépendent de la nature du procédé et de la durée de maintien de la température (Martens, 2005). En pratique un produit est dit hygiénisé après 15 jours à une température supérieure à 55°C ou une semaine à 65°C pour des systèmes à l'air libre, ou 7 jours en aération forcée pour des températures supérieures à 60°C (W.R.A.P, 2004). Mais même avec

une montée en température suffisante, il existe un risque pour le compost de réinfection dû à l'action de certains pathogènes en état de latence (Hamer, 2003).

La température peut être mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre électronique de type VT100 équipé d'une sonde de pénétration de type PT100 (Albrecht., 2007).

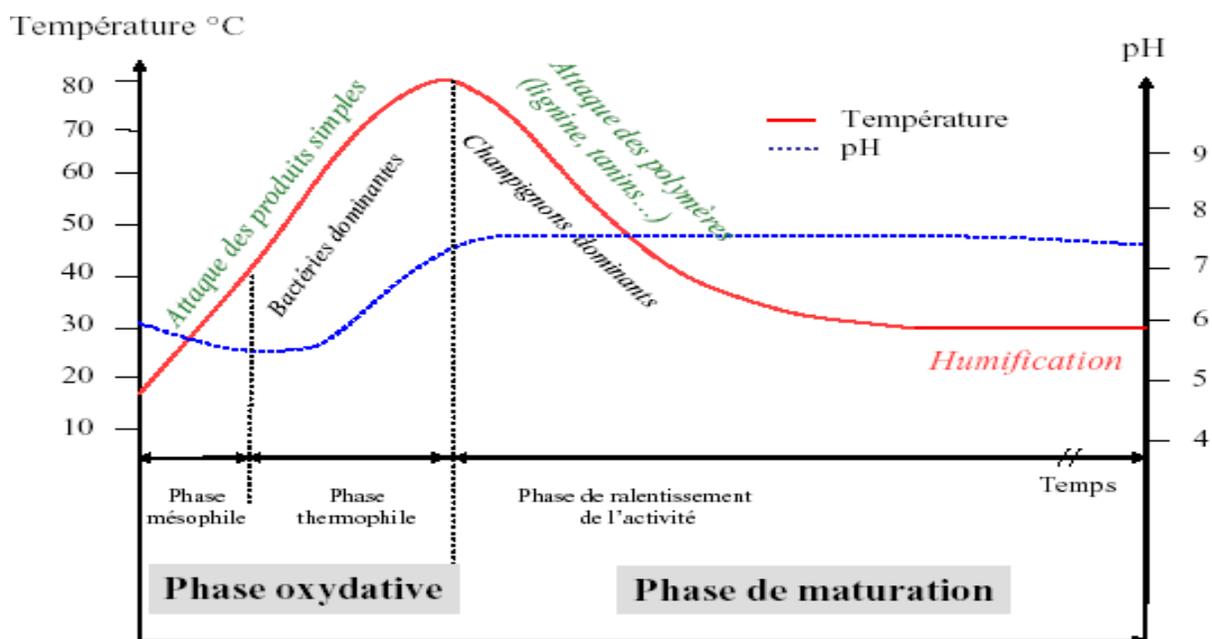


Figure 3 Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage d'après Mustin, (1987).

III.3. Le pH

Le pH des suspensions de solides (déchets, compost) varie entre 5 et 9. Une phase acidogène se produit au début du processus de dégradation : production d'acides organiques et de dioxyde de carbone (CO_2) par les bactéries acidogènes, décomposeurs du matériel carbone complexe, provoquant ainsi une diminution du pH initial. La seconde phase correspond à une alcalinisation : hydrolyse bactérienne de l'azote avec production d'ammoniac (NH_3) associée à la dégradation de protéines et à la décomposition d'acides organiques (Haug, 1993).

Le pH optimal se situe donc vers la neutralité en fonction de la nature du substrat (Damien, 2004). Le suivi du pH est un indicateur du degré de décomposition biologique et biochimique. La première phase acidogène **Figure 4** est difficilement observable comme l'indiquent les études de Canet et Pomares (1995) ou celles de Sanchez-Monedero et *al* (2001).

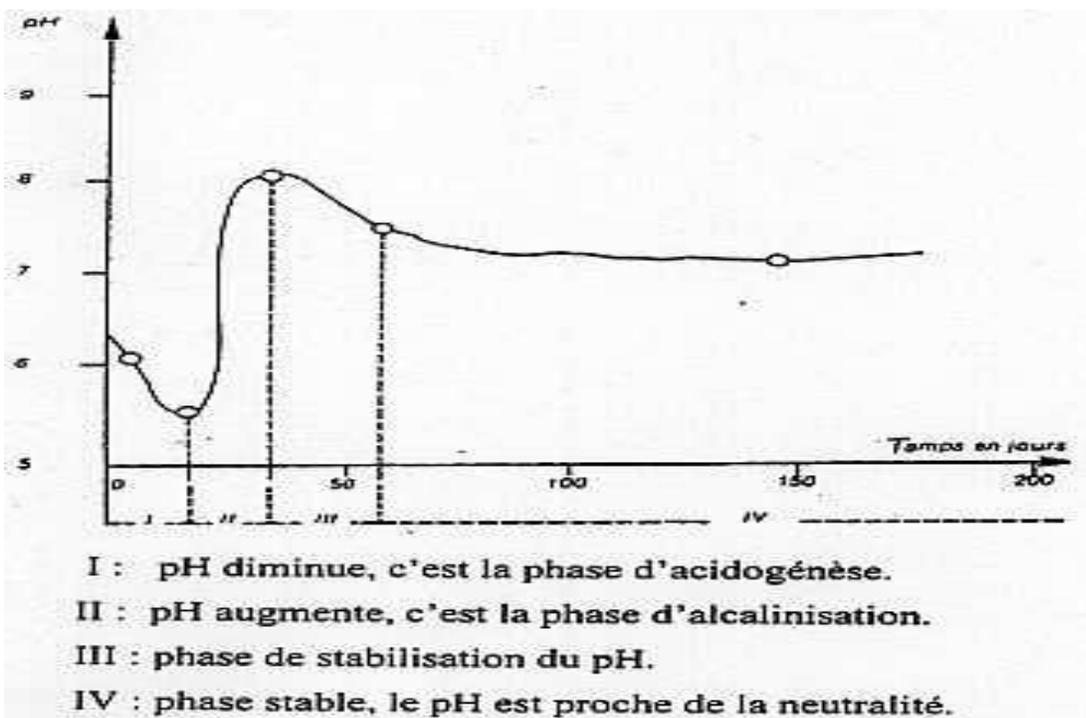


Figure 4 Courbe de variation du pH au cours du compostage (Mustin, 1987).

III.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique n'est que rarement mentionnée dans la littérature sur le compost. Pourtant elle est directement liée à la salinité et traduit donc un potentiel de phytotoxicité. Hirai *et al.* (1986) ont montré une proportionnalité entre phytotoxicité et conductivité électrique. Dans leur étude, Garcia *et al.* (1992) attribuent une inhibition de la germination du cresson à la forte conductivité (4 mS.cm^{-1}) d'un compost d'ordures ménagères.

L'évolution de la conductivité, c'est à dire l'évolution de la concentration en sels, s'explique par la combinaison de trois phénomènes. La minéralisation de la matière organique lors du compostage entraîne une augmentation de la concentration en sels et donc une augmentation de la conductivité. Mais elle peut être modérée voire annulée par le lessivage des sels lorsque les andains de composts sont sujets aux précipitations ainsi que par une diminution de l'extractibilité des sels due à leur fixation plus importante sur la matière organique stabilisée. C'est pour cela que la conductivité électrique n'évolue pas dans le même sens en fonction des études. Avnimelech *et al.* (1996) mesurent une diminution de la conductivité de 8 mS.cm^{-1} à 4 mS.cm^{-1} . Partant d'un déchet de conductivité de 2.5 mS.cm^{-1} , Michel & Reddy (1998) constatent que

l'aération du compost joue sur la concentration en sels : la conductivité est de 3 mS.cm⁻¹ dans le cas du compost bien aéré et dépasse 7 mS.cm⁻¹ dans le cas du même déchet composté avec une aération réduite.

Ajoutons que la conductivité électrique est mesurée sur extrait et qu'elle est très sensible au rapport d'extraction et la température à laquelle est réalisée cette extraction. Cela rend difficile la comparaison de résultats issus de travaux différents (FRANCOU, 2003).

III.5. Le rapport C/N

Selon LARBI (2006), le rapport C/N est un paramètre important influencé d'une part par la composition des intrants, et d'autre part par son degré de maturation. Si le rapport C/N d'un compost est très élevé, il risque d'immobiliser l'azote du sol, ses microorganismes l'utilisent pour dégrader les substances ligneuses.

Les bactéries utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique. Le procédé de compostage entraîne une décomposition de la M.O, donc une consommation de l'azote et du carbone, correspondant à la diminution du rapport C/N. Ce rapport exprime la proportion entre le carbone et l'azote bio-disponible. Il dépend de la composition intrinsèque du substrat à composter comme le montre le Tableau 3 (F. Charnay, 2005).

Table 3 Rapport C/N de divers substrats (Mustin, 1987).

<i>Matière</i>	<i>Rapport C/N</i>
Urines	0.8
Gazon coupé	12
Tabac	13
Légumes	12-30
Ordures ménagères	25
Papiers-cartons	70
Branches arbres	70
Paille de blés	128
Sciure de bois	200

De nombreux auteurs déterminent des valeurs optimales de ce rapport C/N qui peut varier de 107 à 18 en début de compostage. Par exemple, il se situe entre 25 et 45 pour les ordures

ménagères hétérogènes (Sadaka et *al.*, 2003), alors que le rapport minimum C/N des déchets verts est proche de 30. La valeur de 35 ne doit pas être dépassée pour les déchets urbains, sinon les micro-organismes passent par plus de cycles d'oxydation pour atteindre la valeur optimale dans le compost. De même, si ce rapport est trop faible, une perte excessive en azote ammoniacal risque d'entraîner une diminution du pH.

Il est donc important de connaître le rapport C/N initial des déchets afin de constituer un mélange optimal en ajoutant la quantité d'éléments déficitaires pour assurer une dégradation idéale et homogène sur l'ensemble du processus (Charnay, 2005).

III.6. La teneur en matière organique totale

La matière organique est la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux. En raison de sa richesse en carbone, la matière organique est appelée matière carbonée. Elle constitue l'humus. Elle est composée d'éléments principaux (C, H, O, N) et d'éléments secondaires, (S, P, K, Ca, Mg) (Mustin, 1987).

La minéralisation du compost correspond à une diminution de la M.O.T au cours de la dégradation biologique du substrat (Houot, 2002). Cette diminution est variable et dépend des conditions de réalisation du processus de dégradation mais également de la durée du procédé. Les pertes en M.O.T au cours du procédé peuvent atteindre 20 à 60% en poids de la M.O.T initiale (Iannatti et *al.*, 1994).

III.7. Les phases du 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).

Le compostage est accompagné de production de chaleur. Il est largement admis depuis longtemps que la chaleur générée au sein du compost est essentiellement d'origine biologique, c'est à dire due à l'activité microbienne (WAKSMAN *et al.*, 1939). Des oxydations chimiques exothermiques peuvent également prendre part à l'échauffement du compost. Mais l'origine abiotique de l'échauffement est considérée négligeable devant l'origine biologique, lorsque les températures n'atteignent pas des valeurs très convenables pour l'activité microbienne dans un domaine dépassant les 80 °C (MILLER *et al.*, 1989).

L'évolution de la température au sein du compost permet de définir quatre phases au cours du compostage. Ces phases sont largement décrites dans la littérature (LECLERC, 2001).

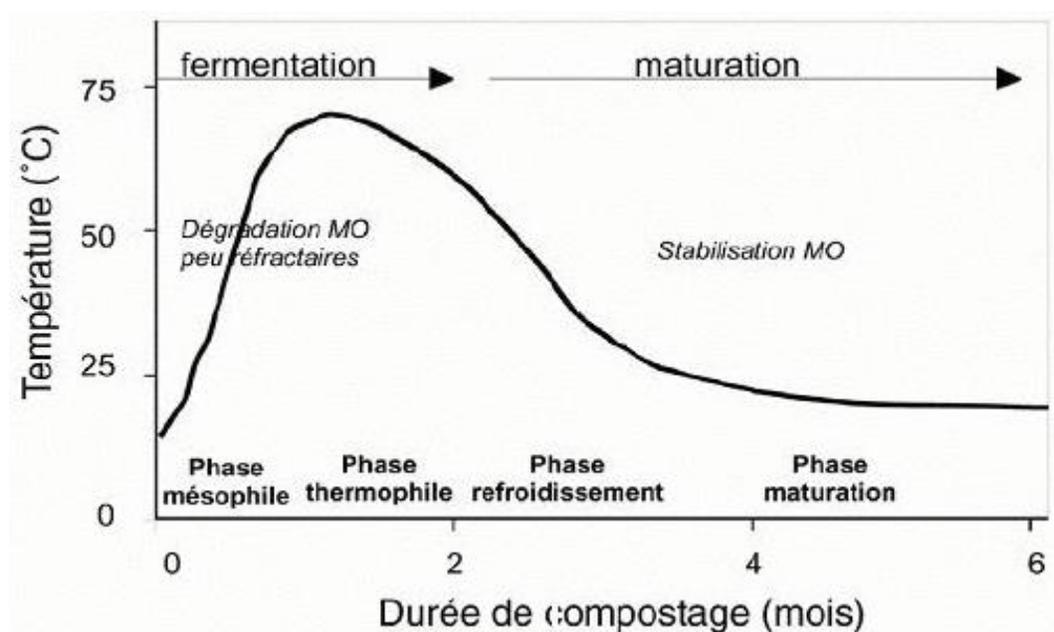


Figure 5 Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (FRANCOU, 2003).

III.7. 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).

III.7. 2. La phase thermophile

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).

III.7. 3. La phase de refroidissement

La diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoque un ralentissement de l'activité microbienne. La chaleur générée par la dégradation microbienne est alors inférieure aux pertes dues aux échanges surfaciques et à l'évaporation, entraînant un refroidissement du compost. Cette phase de refroidissement peut être très progressive ou au contraire très rapide en fonction des conditions climatiques ou de la taille du tas de compost par exemple. Au cours de cette phase, des micro-organismes mésophiles recouvrent à nouveau le compost (RAMADANI N, 2015).

Cette phase est marquée par un pH qui se stabilise (KPOUGBEMABOU, 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).

III.7. 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 (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 humilié 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).

Table 4 Condition opératoire nécessaire pour la mise en œuvre 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	60à 80% de la masse Brute	40-60% de la masse brute
<i>pH</i> 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

***Deuxième partie : PARTIE
EXPERIMENTALE***

***Chapitre 1: Matériel et
méthodes***

Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE
Chapitre 1: Matériel et méthodes

I. Objectif de travail

L'objectif de ce travail est d'évaluer qualitativement un compost à base des résidus des palmiers dattiers. Par l'étude des paramètres physico-chimiques tels que le pH, la CE, le taux de MO, le rapport C/N.....etc.

II. Matériels d'étude

II.1. Le compost

Le compost utilisé dans ce travail est apporté de l'usine de compostage, située à Chetma, Wilaya de Biskra, dans une zone exclusivement phoenicicole dans un périmètre d'investissement publique, où plusieurs agriculteurs ont bénéficiés de concessions foncières pour leur mise en valeurs.

Cette unité de près de 10 hectares dispose d'un hangar de 450 m², d'un espace d'entreposage de palme sèche sur une surface de 2000 m² et une structure composée d'une plateforme en ciment constituée de 04 cases pour compostage.

III. Méthode d'étude

Les analyses physico-chimiques effectuées sont le pH, Conductivité électrique (CE), la matière organique, Rapport Carbone/azote (C/N), Le phosphore assimilable, Azote Total, potassium total, et comparés à une norme FAO, normes AFNOR et les normes françaises.

III.1. Le pH

III.1. 1. Principe

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

III.1. 2. Mode opératoire

L'échantillon (10g) sont préparés pour l'analyse dans un bécher, on y ajoute 25 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml, on agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 1 heure, cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et obtenir un équilibre entre

la phase solide et la phase liquide. La suspension est ensuite laissée au repos pendant 2 heures à l'abri de l'air, puis on mesure le pH de la suspension à l'aide d'un pH mètre.



Figure 6 Mesure de pH mercure.

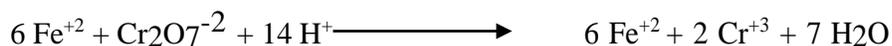
III.2. Carbone organique (Méthode Walkley et Black)

III.2.1. Principe

Le carbone organique est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique.



L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sulfate de fer, en présence de Barium diphénylamine sulfonate dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.



III.2.2. Mode opératoire

La matière organique, qui renferme en moyenne 58 % de carbone, est estimée à partir du carbone organique déterminé par la méthode de WALKLEY ET BLACK décrite par Nelson et Sommers. Le carbone d'1 g de compost dans un bécher de 500ml est oxydé en présence de 20 ml l'acide sulfurique concentré par 10 ml de bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N.

Après agitation puis un repos de 30 minutes, la réaction est arrêtée avec 200 ml d'eau distillée, Ajouter 10 ml de l'acide ortho-phosphorique concentré H_3PO_4 . Ajouter 10-15 gouttes de l'indicateur coloré diphénylamine, Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.

Préparer un témoin avec la même méthode mais sans compost.

Le carbone organique est converti en matière organique en le multipliant par le facteur 1.724.



Figure 7 Solutions utilisées dans la méthode Walkley et Black.

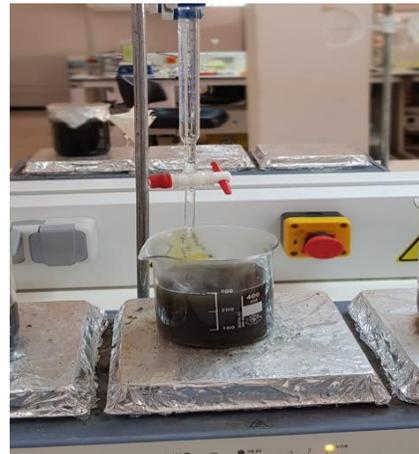


Figure 8 Mesure dans la matière organique de la méthode de Walkley et Black.

III.3. Mesure de la matière organique et carbone organique « technique perte au feu »

III.3.1. Principe

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

III.3.2. Mode opératoire

- On prend 4 creusets vides et on les numérotées.
- On pèse ces creusets vides par une balance électronique de précision et on note leurs poids.

Chapitre 1: Matériel et Méthodes

- Puis on ajoute 10 g d'échantillons de compost séchés à ces creusets vides et on note les poids finals.
- On met les creusets avec les échantillons dans un four à moufle à 375°C pendant 7 heures.
- Après les 7 heures écoulées on sort les creusets et on les met dans un dessiccateur.
- Enfin on pèse les creusets après leurs refroidissements et on note les nouveaux poids.



Figure 9 Le four a moufle qui réalise la calcination.

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

La matière organique est calculée par la calcination, signifie que la combustion de ce dernier est totale, ce qui facilite la détermination de sa teneur par simples différence entre le poids avant et après calcination, selon la formule suivante :

- P_0 = poids des creusets vides.
- P_1 = poids finals = poids des creusets avec l'échantillon.
- P_2 = poids des creusets + l'échantillon après la calcination.

III.4. Azote Total (Méthode de KJELDAHL)

III.4.1 Principe

Le Principe repose sur l'attaque de l'échantillon par l'acide sulfurique concentré (H₂SO₄). Le dosage fait à la phase de maturité, Il fait comme la suit : Premièrement minéralisation de l'azote organique; Dans un tube de digestion, 5g de compost, 2,5 g de catalyseur de minéralisation et 15 ml d'acide sulfurique concentré ont été introduits successivement, Le mélange a été chauffé Environ 430°C pendant 30 mn. Après refroidissement, on transverse le tout dans une fiole jaugé à 100ml et on complète le tout jusqu'au trait de jauge 100 ml par l'eau distillée.

Deuxièmement distillation de l'azote ; Dans l'appareil à distillation, 10 ml de la prise d'essai avec 10 ml de la solution de soude a été introduit. Le distillat a été recueilli dans un erlenmeyer de 125 ml contenant 20 ml de la solution d'acide borique. Le dosage a été avec la solution d'acide sulfurique.

Un témoin est préparé dans les mêmes conditions. La méthode de Kjeldhal a été utilisée pour déterminer le taux d'azote total (N%) (M' SADAQ, 2013).

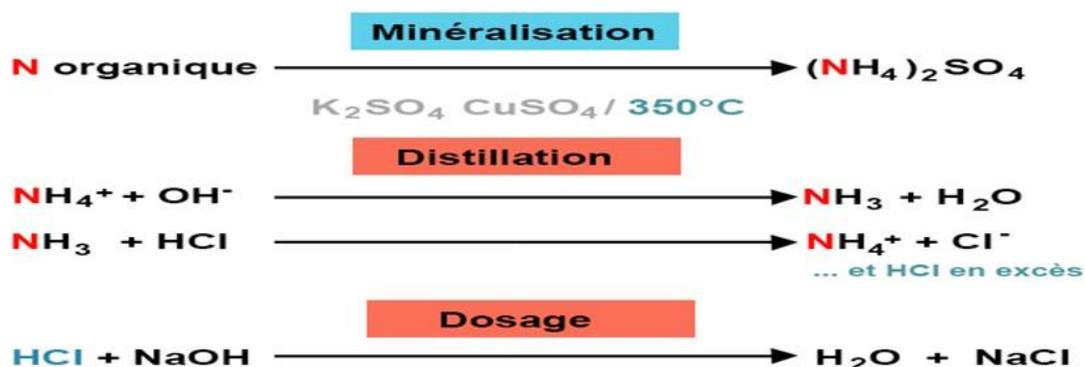


Figure 10 Principe de la méthode de Kjeldahl (Marie-Noelle Maillard, 2012).

III.5. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE), elle est déterminée par conductimètre et elle est exprimée en (mS/cm). La norme internationale prescrit une méthode de sa mesure. L CE est mesuré après mise en solution de 10g de l'échantillon dans 50 ml d'eau distillée (Rapport d'extraction de 1/5 pour dissoudre les électrolytes).



Figure 11 L'agitation des échantillons.



Figure 12 L'extrait pendant la filtration.



Figure 13 Mesure de conductivité électrique.

III.6. Potassium total

Pesée 5g du compost avec 100ml d'acétate d'ammonium ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$), puis agitée la solution pendant une heure. Après l'agitation filtrer la suspension dans une fiole, et compléter au trait de jauge à l'eau distillée. Puis ; faire un dosage par un photomètre à flamme (voir figure)



Figure 14 L'extract pendant la filtration.

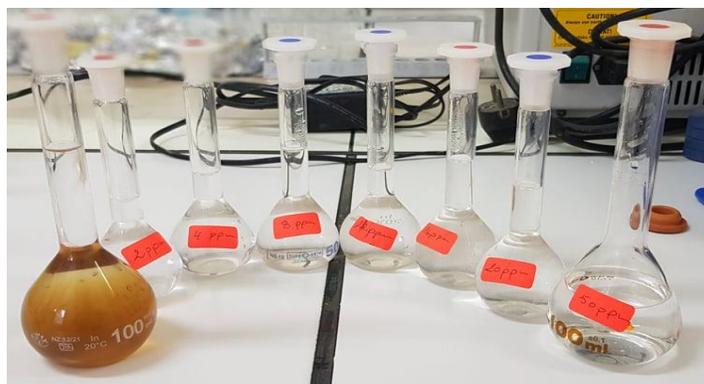


Figure 15 Les tubes des échantillons du compost et les tubes de la gamme du Potassium.



Figure 16 Dosage de Potassium du compost par un Photomètre à Flamme.

III.7. Le phosphore assimilable (Méthode Joret-Hebert)

Principe L'acide phosphorique est extrait par l'oxalate d'ammonium. Le rapport terre/solution est égal à 1/25.

Le dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et de l'acide molybdique. Dans la solution d'oxalate d'ammonium contenant un 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 en ortho phosphate.

III.7.1. Mode opératoire

❖ Extraction

- Peser 4 g de terre broyée et passée au tamis de 2 mm et introduire dans un flacon de 150/200 ml environ.

- Ajouter 100 ml d'une solution d'oxalate d'ammonium 0.2 N et de pH 6.5 à 7.0.
- Agiter pendant 2 heures ; puis filtré.
- Recueillir la solution dans un flacon de 100 ml.
- Prélever 1.5 ml de la prise d'essai dans un tube à essai.
- Ajouter 2 ml de réactif sulfomolybdique.
- 6.5 ml d'une solution à 1 g/l d'acide ascorbique.
- Passer les tubes au bain marie bouillant pendant 10 à 12 min
- Laisser refroidir
- Passer au colorimètre et colorimétrer à 650 nm.

Table 5 La gamme du phosphore.

N° tube	0	1	2	3	4	5
Solution KH_2PO_4 (ml) 50mg/l de P_2O_5	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Oxalate d'ammonium (ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Réactif sulfomolybdique (ml)	2	2	2	2	2	2
Acide ascorbique (ml)	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0
Concentration finale (ppm) de P_2O_5	0	0.5	1	1.5	2	2.5



Figure 17 Préparation des tubes à essai pour être placés dans un bain-marie bouillant.



Figure 18 Les tubes des échantillons du compost et les tubes de la gamme du phosphore.



Figure 19 Mesure du dosage de Phosphore par un spectrophotomètre (colorimètre à 650 nm).

***Chapitre 2: Résultats et
discussion***

Chapitre 2: Résultats et discussion

I. Caractéristiques physico-chimiques

I.1. Le pH

Selon la figure 20 le pH du compost est de 8.9, il est basique. Plusieurs travaux ont montré que le pH est un indicateur de la maturité du compost. En effet, les pH acides sont caractéristiques des composts immatures (instables), tandis que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 6 et 9 (Biddlestone et Gray, 1988) et entre 7 et 9 (Albrecht, 2007). Dans le processus de compostage, la valeur du pH est l'une des paramètres les plus importantes car elle influe sur les activités microbiennes et enzymatiques pendant ces processus (Chen et *al.* 2016).

Selon l'étude de Halilat et *al.* (2020), sur le compost a base de résidus de palmier dattier, au stade de fin de compostage le pH est basique (supérieur a 8).

L'explication de l'augmentation du pH est due à la décomposition des amines (protéines, bases azotées, etc.) et à la production d'ammoniac (ammonification), et pourrait être due à la libération de bases déjà présentes dans les déchets organiques (El Fels ., 2014 in Chaib et Ben Ali, 2021).

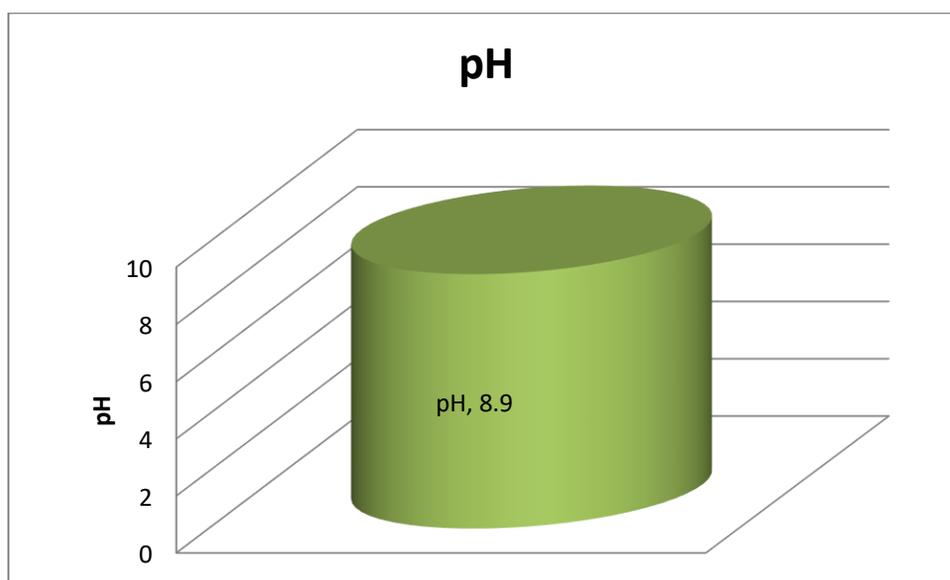


Figure 20 Le pH du compost.

I.2. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) du compost est de 9.6 (figure 21). Ce compost est salin, cela peut être expliqué par la richesse des organes du palmier dattier en matière minérale.

La conductivité électrique traduit la présence d'ions (Ca, Mg, Na, K, NO₃, PO₄....) en solution qui influence la conductivité du compost (Sall, 2014 in Halilat, 2020). L'augmentation de la conductivité électrique au cours de processus compostage est due à la minéralisation de la matière organique des substrats utilisés, ce qui entraîne une augmentation de la concentration en sels et donc une augmentation de la CE (Larbi, 2006 in Halilat, 2020).

D'après CHEHMA et al (2000) in (HAFIDOU, 2017), la composition chimique des palmes sèches en matière minérale est de 15.25 (+ ou - 3.13) de matières minérale, 30.70 (+ ou- 0.30) en cellulose brute et 20.45 (+ ou 2.36) en lignine.

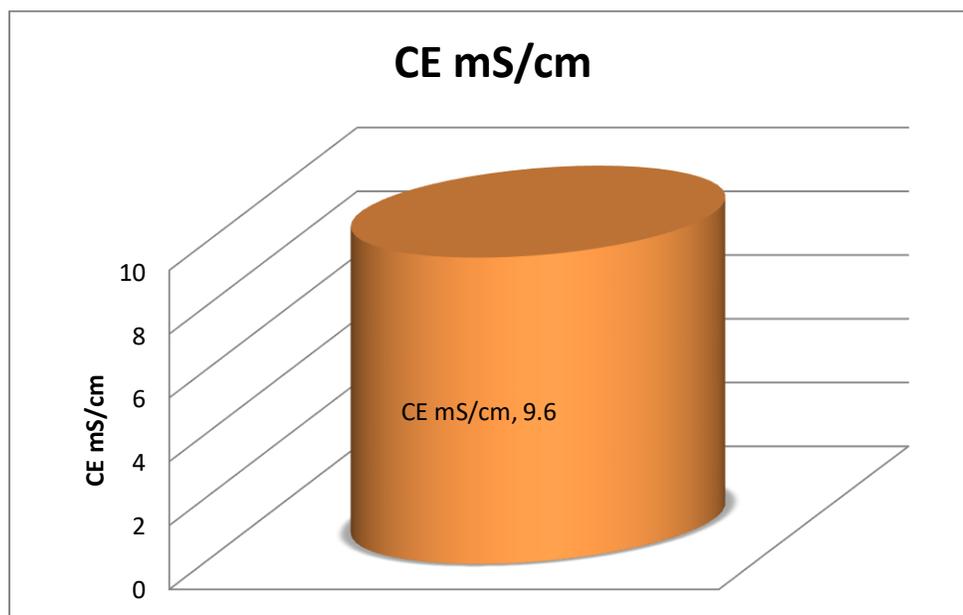


Figure 21 La conductivité électrique (CE) du compost.

I.3. La matière organique

Les résultats obtenus dans cette expérience (technique perte au feu), montrent que le taux de la matière organique est de 33%. Il est faible. La diminution des pourcentages de MO est rapportée

à la minéralisation de matière organique par les micro-organismes (Tahraoui, 2013 in Chaib et Ben Ali, 2021).

Les mêmes résultats sont obtenues par Sghairoun et Ferchichi, 2011 in (HAFIDOU, 2017), le taux de matière organique mesuré à partir du taux de cendre est de 50%, Donc il est faible.

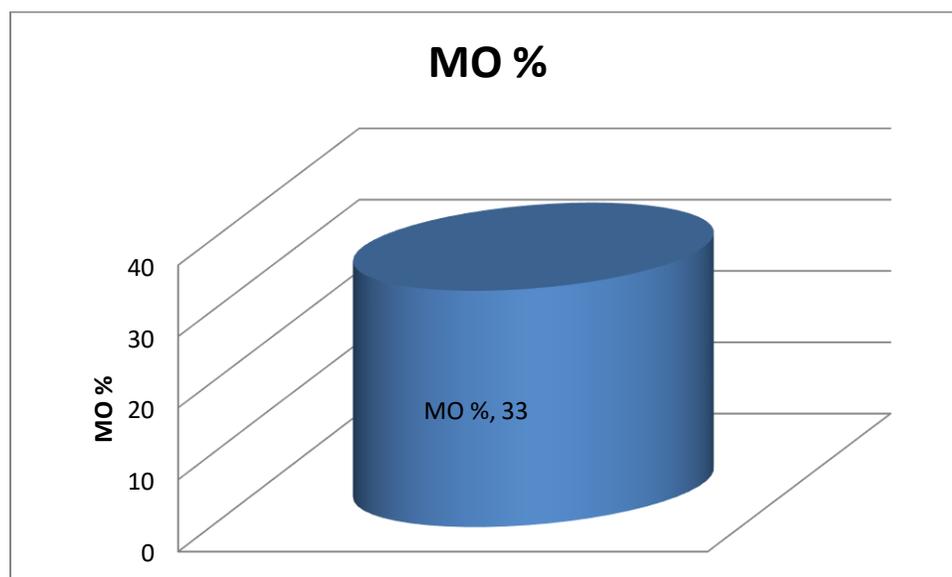


Figure 22 Matière organique du compost.

En outre, Ouahab et Boufares, (2012), on remarqué la diminution du taux de la MO a la fin du compostage sur les déchets des palmiers dattiers.

La matière organique du compost est un indicateur de la bonne qualité de compost (Mustin, 1987). Ceci est aberrant car le compostage, en tant que processus biochimique, consiste en une biodégradation du carbone organique et donc en une diminution de teneur en matière organique.

Toutefois la matière organique à laquelle on fait allusion dans les analyses de compost et la matière organique oxydable (Soudi, 2005). De plus la biodégradabilité résiduelle de la matière organique des composts diminue avec l'augmentation de la maturité des composts.

D'après Calvet et al, 2011 in Halilat, (2020), lors de la décomposition de compost, la matière organique subit une diminution de 20 à 40% par suite de l'activité des microorganismes.

La teneur en carbone organique diminue au cours du compostage. Cette diminution de la concentration a lieu essentiellement pendant la phase de fermentation. La principale raison de

cette diminution est l'utilisation par les micro-organismes des substances organiques indispensables à leurs métabolismes, conduisant à leur minéralisation en dioxyde de carbone (Mustin, 1987). Les composts se caractérisent donc par des teneurs en carbone organique inférieures à celles des déchets bruts.

I.4. Evolution de l'azote total

L'analyse de la teneur en azote totale de notre compost à montrer un résultat de 0.567% (figure 23).

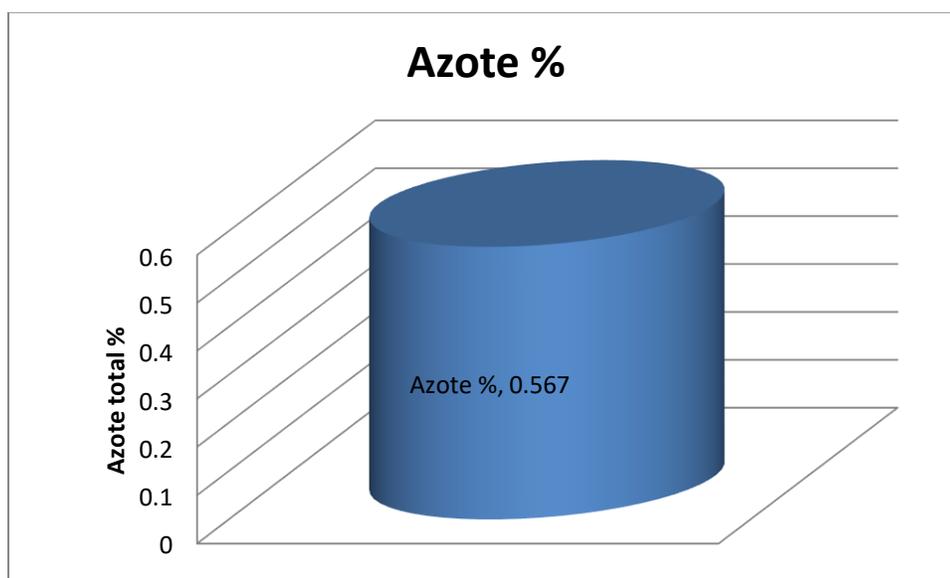


Figure 23 L'azote total du compost.

Lors du compostage, une partie de carbone organique l'azote organique du compost est minéralisé. En fin de compostage, carbone organique total représente généralement des valeurs inférieures à 3% de la matière finale de compost.

Lors du compostage, des pertes de carbone organique sont possibles, soit par lessivage des nitrates dans le cas de composts non protégés des intempéries, soit par volatilisation d'ammoniac (NH_3) (Heynitz, 1985) in (KHENE et AZZOUZI, 2021). Et de leur consommation par la microflore, étant un constituant essentiel des cellules microbiennes, l'azote participe à la croissance des microorganismes et à la dégradation de la matière organique (Sall, 2014) in (KHENE et AZZOUZI, 2021).

I.5. Le rapport C/N

Les résultats obtenus montrent que le rapport C/N est de 33.6. La valeur préconisée de la norme FAO est (15 – 20) et norme AFNOR est (< 20).

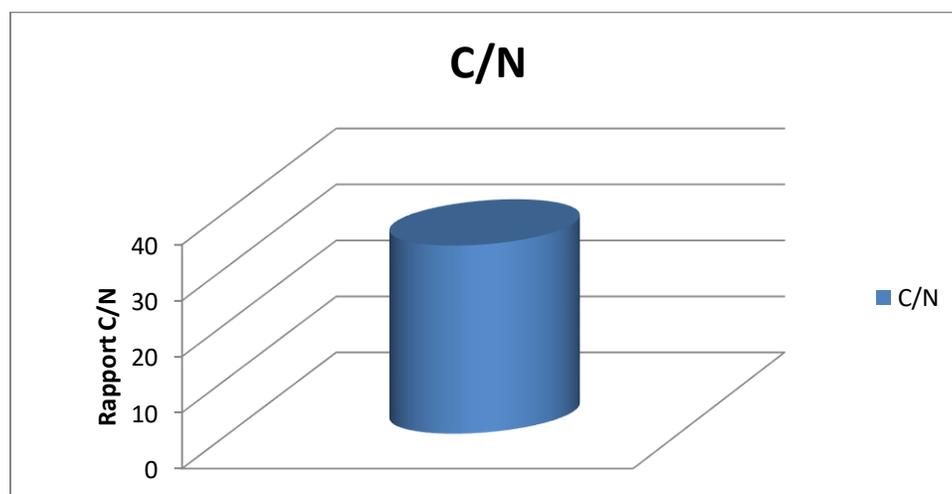


Figure 24 le rapport C/N du compost.

Le rapport C/N contrôle l'équilibre microbologique du sol. C'est le paramètre le plus communément mesuré pour évaluer la maturité d'un compost (COMPAORE ET NANEMA, 2010).

Les micro-organismes utilisent le carbone des matières organiques comme source d'énergie à travers des oxydations dites métaboliques et l'azote comme source protéique.

Une large gamme de C/N est mentionnée dans la littérature pour les composts, on trouve par exemple, D'après GODDEN (1995) in BOUGHABA, 2012, l'optimum pour un C/N de départ doit se situer entre 25 et 30. Selon MUSTIN (1987) in (BOUGHABA, 2012), l'optimum se situe entre 30 et 35, alors pour GHEISARI et al (2010) in BOUGHABA, 2012, l'optimum est situé entre 20 et 25.

Le rapport C/N est un indicateur très utilisé dans l'étude des composts. Une valeur inférieure à 25 caractérise un compost mûr (ROLETTO et al ,1985). Si ce rapport est supérieur à 35, la dégradation de la matière est ralentie par manque d'azote. Au contraire s'il est inférieur à 15, l'excès d'azote est perdu par volatilisation sous forme d'ammoniac entraînant ainsi une diminution du pH.

I.6. Evolution de potassium total

Selon la figure 25, Le pourcentage de potassium (K_2O) de notre compost, est de 1.61% (16.1 g/kg). Les teneurs en potassium recommandées par la FAO (0,4 – 2,3) et par AFNOR sont supérieures à (> 1%). On peut considérer que notre compost est riche en potassium.

Dans les études, de Compaoré *et al.* (2010) et Koledzi (2011) in (Outéndé Toundou, 2016), sur les composts de déchets ménagers et de phosphate naturel, les teneurs en potassium obtenus sont de l'ordre de 1% MS. Les teneurs en potassium recommandées par la FAO et AFNOR sont comprises entre 0,4 et 1% M.S. Les composts produits par Koledzi (2011) et Compaoré *et al.* (2010) in (Outéndé Toundou, 2016), sont améliorés en azote grâce au fumier puis en phosphore grâce au phosphate naturel.

Le compost de fumier est alors un bon fertilisant potassique et risque même de présenter un excès pour les plantes et d'engendrer un déséquilibre K^+/Mg^{2+} . Mais à l'inverse de l'azote et du phosphore, sa disponibilité est très grande, puisque pratiquement tout le potassium est disponible (FRANCOU, 2003) in (HANAFI et BENAOUULA, 2019).

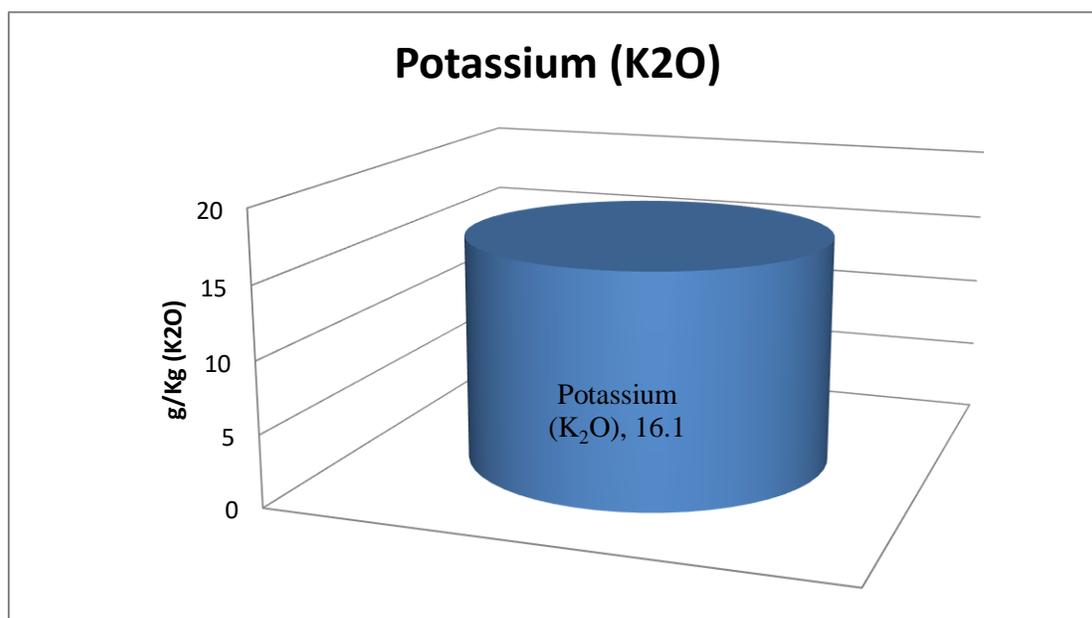


Figure 25 Le potassium total (K_2O) du compost.

I.7. Evolution de Le phosphore assimilable (méthode Joret-Hebert)

Les teneurs en phosphore du compost permettent d'évaluer sa qualité agronomique. Des teneurs en phosphore totale comprises entre 1030 mg P/kg MS et 5285 mg P/kg MS ont été quantifiées dans les composts de déchets ménagers et de phosphate naturel par Compaoré *et al.* (2010) et Koledzi (2011) in (Outéndé Toundou, 2016).

Le résultat d'analyse de phosphore assimilable de notre compost, est de 1.42% (14 g/kg). Comparativement à par les normes françaises (0.7-0.9). le notre compost est relativement riche en phosphore.

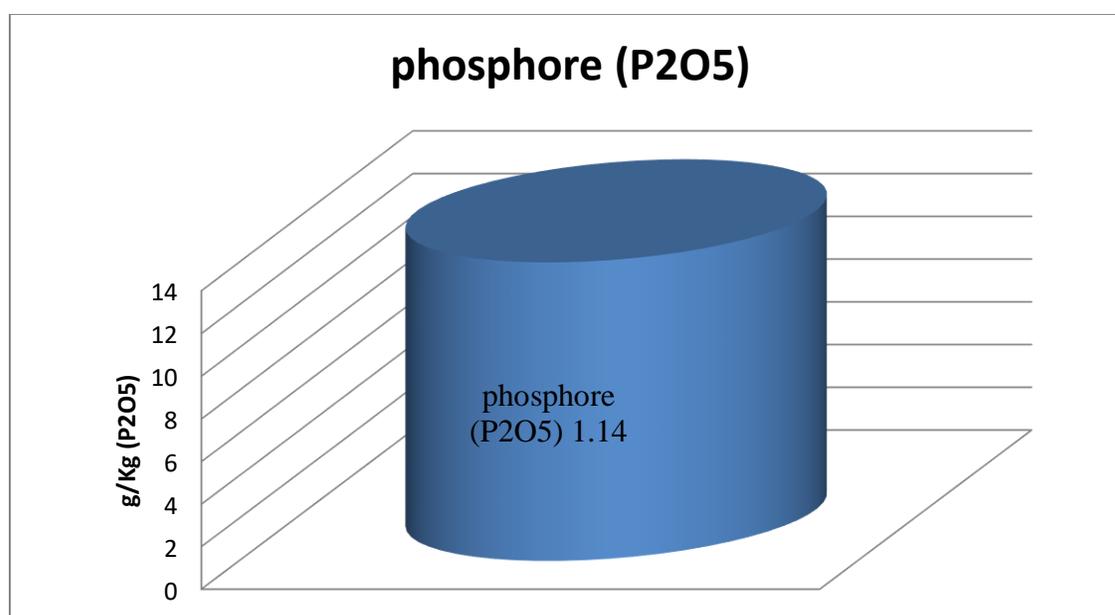


Figure 26 Le phosphore assimilable du compost.

L'incorporation du compost pourrait libérer lentement le P sous l'activité des micro-organismes et l'augmentation de l'activité de la phosphatase ce qui entraîne une plus grande minéralisation (Arancon *et al.*, 2006) in (Magdich & Rouina, 2020).

Selon Lompo (1993); Bonkougou *et al.* (2010), in (KHENE et AZZOUZI, 2021). L'apport de phosphate naturel accroît davantage les teneurs de phosphore total et ce dû à l'action des anions organiques (citrates et oxalates) provenant de la décomposition de la matière organique à partir d'un certain degré d'humification.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Au terme de ce modeste travail, notre recherche a été effectuée au niveau du laboratoire de CRSTRA. Elle vise à évaluer qualitativement un compost à base des résidus des palmiers dattiers dans la région de Biskra.

Plusieurs analyses ont été effectuées sur le compost en vue d'évaluer sa qualité ; par l'étude de ces propriétés physico-chimiques (pH, conductivité électrique (CE), la matière organique, rapport carbone/azote(C/N), le phosphore assimilable, azote total, potassium total).

Les résultats obtenus ont montré ce qui suit :

Le pH de notre compost est faiblement alcalin (pH = 8.9). Le pH alcalin caractérise les composts mûrs. Et une conductivité (CE) de 9.6 ms/cm, il est salin.

Le rapport C/N est de 33.6% ; avec un taux d'azote de 0,567% et un taux de matière organique de (MO = 33%).

Le pourcentage de potassium de notre compost, est de 1.61% (16.1 g/kg). Les teneurs en potassium recommandées par la FAO (0,4 – 2,3) et par AFNOR sont supérieures à (> 1%). On peut considérer que notre compost est riche en potassium.

Pour le phosphore assimilable, il est de 1.42% (14 g/kg). Comparativement aux normes françaises (0.7-0.9), notre compost est relativement riche en phosphore.

Les paramètres physico-chimiques du compost obtenu sont conformes aux normes FAO, AFNOR et aux normes françaises, Donc l'utilisation de ce compost dans l'agriculture est une source très importante d'éléments nutritifs.

Enfin, pour une bonne gestion de l'écosystème oasien, il est recommandé de valoriser les sous produits des palmiers dattiers, sous forme de compost de bonne qualité, par la réalisation des stations de compostage au niveau la wilaya de Biskra. C'est l'un des moyens efficaces pour réduire les déchets agricoles et une alternative à l'utilisation des engrais chimiques très cher, et une source en éléments nutritifs nécessaires pour la croissance des plantes.

Conclusion Générale

Donc, il faut améliorer les techniques de production de compost et encouragé les agriculteurs et les accompagnés par les institutions et les centres de recherche dans le domaine agricole. Aussi faut prendre les points suivants en considération :

- La création de l'unité spécialisée pour la collecte et la transformation des déchets des palmiers dattiers par compostage.
- Recueillir des données sur les quantités des déchets des palmiers dattiers collectées chaque année dans la wilaya de Biskra.
- Il faut découvrir les méthodes modernes et rapides pour la fabrication du compost à base des déchets des palmiers dattiers.
- La vulgarisation des agriculteurs à exploiter ces déchets au lieu de les brûlés.

Références bibliographiques

A

- Abdelaziz S., Bouaziz A., Hamzaoui R., Bennabi A. 2013-** 31èmes Rencontres de l'AUGC, E.N.S. Cachan.
- Aboulam, S., 2005.** Recherche d'une méthode d'analyse du fonctionnement des usines de tricompostage des déchets ménagers. Fiabilité des bilans matière. Thèse de l'INPT N° 2216.
- ADEME (1998).** "Le compostage des déchets organiques des ménages en Allemagne - Etat de l'art et retours d'expérience." Paris, France.188.
- ADEME. (2000).** "Les déchets municipaux: les chiffres clés 2e édition."
- Arancon, N.Q., Edwards, C.I., Bierman, P., 2006.** Influences of vermicomposts on field strawberries: 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresour. Technol.* 97, 831-840.
- Albrecht, R. (2007).** Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts: nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique (Doctoral dissertation, Université de droit, d'économie et des sciences-Aix-Marseille III).
- AVIANI I, LAOR Y, MEDINA SH, KRASSNOVSKY A, RAVIV M., (2010).** Co-composting of solid and liquid olive mill wastes: Management aspects and the horticultural value of the resulting composts. *Journal of Bioresource Technol*, 2010; 101: 6699–706.
- Avnimelech, Y., M. Bruner, I. Ezrony, R. Sela, and M. Kochba. 1996.** Stability indexes for municipal solid waste compost. *Compost Science & Utilization*, 4, 2:13-20.

B

- Bayard R., Gourdon R., Thiery L. 2001.** Aide à la définition des déchets dits biodégradables, fermentescibles, méthanisables, compostables. Rapport final, Association RECORD, Contrat n 00-0118 A, 1, 2001. 151 p.
- BELAÏB A., 2012-** Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques générés par le restaurant universitaire Aicha ou Elmouminine (willaya de Constantine. Mémoire en magister. Université de Mentouri Constantine.
- Biddlestone A. J., Gray K. R. 1988.** A review of aerobic biodegradation of solid wastes. *Biodeterioration* 7:825-839.
- Bonkougou S., Compaoré E., Sedogo M. P. 2010.** Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *Journal of applied biosciences* 33:2076-2083
- BOUGHABA R., 2012.** Etude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la willaya de Constantine, Mémoire de Magister Université de Mentouri Constantine, 100p.

C

CANET R. & POMARES F. (1995). "Changes in physical, chemical and physicochemical parameters during the composting of municipal solid waste in two plants in Valencia." *Bioresource Technology* 51: 259-264.

Chen P. C., Chiu M. C., Ma H. W. 2016. Measuring the reduction limit of repeated recycling—a case study of the paper flow system. *Journal of Cleaner production* 132:98-107.

CHAIB, M. & BEN ALI, A. (2021). Suivi des paramètres physico-chimiques de compostage des déchets des palmiers dattiers en utilisant les déchets du thé et du café (diplôme de Master, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR).

CHEHMA A, F LONGO H et SIBOUKEUR O., 2000. Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous produits du palmier dattier chez les ovins. Département Agronomie Saharienne, Centre Universitaire de Ouargla, INA, laboratoire de production animale, ElHarrach, Alger. *Recherche Agronomique INRAA*. pp 7-15.

COMPAORE. E, L. NANEMA. S., 2010- Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Revue TROPICULTURA*, 28, 4, 232-237.

D

DAMIEN A. (2004). "Guide du traitement des déchets, 3ème édition." Paris, France.431.

E

Eklind, Y., Kirchmann, H., 2000. Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. I: carbon turnover. *Bioressource Technology*, 74:115-124.

F

Florence CHARNAY. (2005). Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. *Mémoire Doctorat. Université de limoges France.*

Références

FRANCOU C. (2003). "Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents, " Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris- Grignon : 289.

G

Garcia, C., T. Hernandez, F. Costa, and J. A. Pascual. 1992. Phytotoxicity due to the agricultural use of urban wastes. Germination experiments. *J. Sci. Food Agric.*, 59:313-319.

Gobat J.M., Aragno M., Matthey W. (1998). *Le sol vivant. Bases de la pédologie. Biologie des sol. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Gérer l'Environnement N°14. Lausanne, Suisse. 519 pages.*

H

HANAFI Bouabdellah, BENAOUA Houari. (2019). *Etude Et Evaluation Des Différents Matières Organiques par compostage. Mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.*

Halilat, M., Laouar, F. T., Oustani, M., Benbrahim, F., Aidoud, A., & Guessoum, H. (2020). EVOLUTION OF THE PHYSICAL AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF COMPOST RESULTING FROM A MIXTURE OF OASIS WASTE AND POULTRY MANURE. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 12(3), 1436-1451.

HAFIDOU S., 2017. *Utilisation d'un compost à base d'organes de palmier dattier pour la production des plants dans une pépinière, diplôme de Master, Université KASDI MERBAH, Ouargla.*

HAMER G. (2003). "Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety." *Biotechnology Advances* 22: 71-79.

HAUG R.T. (1993). "The practical handbook of compost engineering." Boca Raton, Florida. 717.

Heynitz K. V. 1985. *Le compost au jardin, Edition terre vivante, paris, p. 125.*

Hirai, M. F., A. Katayama, and H. Kubota. 1986. Effect of compost maturity on plant growth. *BioCycle*, 27:58- 61.

Hoitink H.A.J. (1995). *The Composting Process. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 .*

HOUOT S., FRANCOU C., LINERES M. et LE VILLIO M. (2002). "Gestion de la maturité des composts : conséquence sur leur valeur amendante et la disponibilité de leur azote - première partie-." *Echo MO* 34: 3-4.

I

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

K

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

KOLEDZI, K. E. (2011). *ECOLE DOCTORALE Science–Technique–Santé Faculté des Sciences et Techniques Thèse N 04-2011 (Doctoral dissertation, Université de Limoges).*

KELESSIDIS, A., STASINAKIS, A.S. (2012). *Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. Waste Management, 32 (6), 1186–1195.*

L

LARBI M. 2006. *Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat Es-Sciences,. Faculté des Sciences de l'Université de Neuchatel, Institut de Botanique, 140pp.*

Iannotti, D. A., M. E Grebus, B. L. Toth, L. V. Madden, and A. J. Hoitink. 1994. *Oxygen respirometry to assess stability and maturity of composted municipal solid waste. J. Environ. Qual., 23:1177-1183.*

LECLERC B. (2001). *"Guide des matières organiques. " (eds Guide Technique de l'ITAB), ifen . (2002). L'environnement en France. (eds La Découverte): 600.*

Liang, C., Das, K.C., Mc Clendon, R.W., 2003. *"The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a solids composting blend." Bioresource Technology 86: 131-137.*

M

MARTENS J. (2005). *"Indicator methods to evaluate the hygienic performance of industrial scale operating Biowaste Composting Plant." Waste Management article in press.*

Magdich, S., & Rouina, B. B. (2020). *EFFETS DE L'EPANDAGE DU COMPOST ISSU DES FIBRES DU PALMIER DATTIER ET DU FUMIER SUR LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL. Revue Ezzaitouna, 16, 1.*

Références

Manel KHENE, Imen AZZOUZI. (2021). Valorisation des déchets des palmeraies (*Phoenix dactylifera L.*) par le Co-compostage aux niveaux de L'ITIDAS (Biskra).

Miller, F. C., E. R. Harper, and B. J. Macauley. 1989. Field examination of temperature and oxygen relationships in mushroom composting stacks-consideration of stack oxygenation based on utilisation and supply. *Aust. J. Exp. Agri.*, 29:741-750.

Michel, F. C. and C. A. Reddy. 1998. Effect of oxygenation level on yard trimmings composting rate, odor production, and compost quality in bench-scale reactors. *Compost Science & Utilization*, 6, 4:6-14.

Mustin, M., 1987. Le compost, *Gestion de la matière organique*. Edition François Dubusc. 954 p.

M'SADAK Y., ELOUAER M., EL KAMEL R., 2013- Evaluation du comportement chimique des composts sylvicoles, des tamisas et des mélanges pour la conception des substrats de culture. *Revue « Nature & Technologie »*. C- Sciences de l'Environnement, n 08. Pages 54 à 60.

N

(NOVA ENVIROCOM, 2002)Josée Duplessis. (2006). Le compostage facilité : guide sur le compostage domestique. NOVA Envirocom.

O

Outéndé Toundou. (2016). Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zea mays L. Var. Ikenne*) et de la tomate (*Lycopersicon esculentum L. Var. Tropimech*) sous deux régimes hydriques au Togo. *Sciences de la Terre*. Université de Limoges; Université de Lomé (Togo). Français. ffnNT : 2016LIMO0020ff. fftel-01589050f

OUAHAB, Z. & BOUFARES, A. (2018). Etude Caractéristique Physico-Chimique D'un Compost Synthetise A Partir Des Dechets Des Palmiers Dattier. Master Academique. Université Ahmed Draia-Adrar).

P

PIOTROWSKA A, RAO MA, SCOTTI R, GIANFREDA L., (2011). Changes in soil chemical and biochemical properties following amendment with crude and dephenolized olive mill waste water (OMW). *Geoderma*, 161: 8–17.

R

RAMADANI N., 2015- Transformation de la matière organique au cours du cocompostage 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.

REMADNA Narimane , TOUMI Lina Assala. (2020). Contribution à l'évaluation qualitative d'un compost d'origine mixte.cas de la région de Biskra. Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra.

ROLETTO E., BARBERIS R., CONSIGLIO M., JODICE R., 1985. Chemical parameters for evaluating compost maturity. *BioCycle*, 26, 46-47. Principes de compostage.

Romani, M., Bezzala, N., & Lakhdari, F., (2007). Valorisation Des Sous Produits Du Palmier Dattier Comme Amendement Des Sols

S

Sall P. M., 2014. Étude du compost et du lixiviat obtenus par co-compostage des résidus agroalimentaires à la ferme. Mémoire de Maîtrise en biologie végétale. Université de LAVAL Québec, Canada. 125 p

SADAKA S. & EL-TAWEEL A. (2003). "Effects of aeration and C:N Ratio on household waste composting in Egypt." *Compost Science & Utilization* 11 (1): 36-40.

SANCHEZ-MONEDERO M.A., ROIG A., PAREDES C. & BERNAL M.P. (2001). "Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, Ec and maturity of the composting mixtures." *Bioresource Technology* 78: 301-308.

SEBIHI A., 2014. Valorisation des produits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) source de promotion des produits de terroirs Cas de la région de Ouargla , diplôme Magister , Université Kasdi Merbah Ouargla .161p

SGHAIROUN, M., & FERCHICHI, A. (2011) Composting Heap Palm Tree's Products in Southern Tunisia. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 5:886-889.

Smars, S., Gustafsson, L., Beck-Friis, B., Jonsson, H., 2002. "Improvement of the composting time for household waste during an initial low pH phase by mesophilic temperature control." *Bioresource Technology* 84: 237-241.

Soudi B. 2005. Le compostage des déchets de cultures sous serres et de fumier, *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNNTA*, p.6.

W

Waksman, S. A., T. C. Cordon, and N. Hulpoi. 1939. Influence of temperature upon the

Références

microbiological population and decomposition processes in composts of stable manure. Soil Sci. W.R.A.P (2004). "Summary of the BSI specification for composted materials - Introduction to BSI PAS 100." The Waste and Resources Action Programme (W.R.A.P).

Z

ZEGELS A., 2012. *Composter les déchets organique, Guide des bonnes pratiques pour la transformation des déchets de cuisine et de jardin, Claude DELBEUCK, DGARNE 15, Avenue Prince de Liège-5100jambes, SPW, ISBN9778- 2-8056-0109-5.*

ZNAÏDI 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. mediterraniem agronomic institute of bari.*

ZNAÏDI I., 2001. *Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Thèse de Master de science degré méditerranéen organique agriculture, C.I.H.E.A.M Méditerranéen Agronomique Institute of BARI, 85p.*

Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer qualitativement un compost à base des résidus des palmiers dattiers dans la région de Biskra, Par l'étude des les caractéristiques physico-chimiques (pH, conductivité électrique (CE), le taux de MO, rapport (C/N), Le phosphore assimilable, azote total Kjeldahl (TKN), et le potassium total.

Les résultats obtenus montre que ; les propriétés physico-chimiques du compost sont conformes aux normes FAO, AFNOR et aux normes françaises, Donc l'utilisation de ce compost dans l'agriculture est une source très importante d'éléments nutritifs.

Mots clés : compost, déchets de palmier dattier, évaluation, qualitative.

ملخص

تعتبر مخلفات نخيل التمر (Phoenix dactylifera L) من أكثر النفايات العضوية انتشارًا في الطبيعة، ويرجع ذلك إلى قلة استغلالها مما دفعنا إلى اعتماد عملية التسميد كأحد الوسائل الفعالة لتقليل الكم الهائل من هذه النفايات. الهدف من هذا العمل هو التقييم النوعي للسماد بناءً على بقايا نخيل التمر في منطقة بسكرة ، من خلال دراسة المعلمات الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني ، التوصيل الكهربائي (EC) ، معدل MO ، نسبة الكربون / النيتروجين (C / N) ، الفسفور القابل للاستيعاب ، إجمالي نيتروجين Kjeldahl (TKN) ، وإجمالي البوتاسيوم) ، ومقارنتها بمعايير منظمة الأغذية والزراعة ، ومعايير AFNOR والمعايير الفرنسية.

الكلمات المفتاحية : التسميد، نفايات النخيل، نسبة C / N ، Phoenix dactylifera L.

Abstract

Date palm waste (Phoenix dactylifera L) is considered among the most widespread organic waste in nature, and this is due to the lack of exploitation, which has led us to adopt the composting process as one of the effective ways to reduce the enormous amount of this waste. The objective of this work is the qualitative evaluation of compost based on the residues of date palms in the region of Biskra by the study of the physico-chemical parameters (PH, Electrical conductivity (EC), the rate of MO, Carbon/Nitrogen Ratio (C/N), Available Phosphorus, Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), and Total Potassium). , and compared to an FAO standard, AFNOR standards and French standards.

Key words: composting, date palm waste, C/N ratio, Phoenix dactylifera L