

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITE AHMED DRAIA  
-ADRAR-

جامعة أحمد دراية-أدرار

Année /2022

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Matière

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme de Master en

**Chimie**

**Option : Chimie de l'Environnement**

**Thème**

**Dégradation des déchets de palmiers dattiers par les  
bouses des animaux**

Présenté Par :

*Mlle. Kadi Fatima*

*et*

*Mlle. Moulay Fatima*

Devant le jury composé de:

Mr. Said SLIMANI

Président

MCB

Université Ahmed Draia-Adrar

Mme. Slimane KALLOUM

Examineur

Pr

Université Ahmed Draia -Adrar

Mlle. Abdelmadjid HABCHI

Promoteur

MCB

Université Ahmed Draia -Adrar

**Année Universitaire 2021/2022**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and  
Scientific Research  
University Ahmed Draia of Adrar  
The central library



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة أحمد دراية - أدرار  
المكتبة المركزية  
مصلحة البحث الببليوغرافي

## شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): حبشي عبد المجيد  
المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ :

**Dégradation des déchets de palmiers dattiers par les bouses des animaux**

من إنجاز الطالب(ة): كادي فاطمة  
و الطالب(ة): مولاي فاطمة  
كلية: العلوم والتكنولوجيا  
القسم: علوم المادة  
التخصص: كيمياء المحيط

تاريخ تقييم / مناقشة: 07 جوان 2022

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين  
النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.  
ويماكنهم إيداع النسخ الورقية (02) والإلكترونية (PDF).

أدرار في 14 جوان 2022

مساعد رئيس القسم :



امضاء المشرف :

ملاحظة: لا تقبل اي شهادة بدون التوقيع والمصادقة.

## الملخص

تعتبر زراعة النخيل في المناطق الصحراوية من المحاصيل الرئيسية التي تولد كميات كبيرة من النفايات. يؤدي عدم استعادة هذه النفايات إلى تراكمها وبالتالي الإضرار بالبيئة. يعتبر تحلل هذه النفايات إلى أسمدة عضوية من الحلول الواعدة في مجال الزراعة. تهدف دراستنا إلى رصد تدهور مخلفات النخيل باستخدام روث الإبل والأغنام من خلال المعايير التالية؛ درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل الإلكتروني (EC)، والكربون العضوي الكلي (TOC)، وإجمالي نيتروجين كيلدال (NKT)، ونسبة C/N.

**الكلمات المفتاحية:** الروث، السماد، مخلفات نخيل التمر، الإبل، المعز.

## Résumé

La culture des palmiers dattiers dans les zones sahariennes est l'une des principales cultures qui génère de grandes quantités de déchets. La non-valorisation de ces déchets conduit à leur accumulation et donc nuit à l'environnement. La dégradation de ces déchets en engrais organiques est l'une des solutions les plus prometteuses dans le domaine de l'agriculture. Notre étude vise à suivre la dégradation des déchets de palmiers dattiers à l'aide des bouses de chameau et de mouton à travers les paramètres suivants ; température, pH, conductivité électronique (CE), carbone organique total (COT), l'azote Kjeldahl total (NKT), et le rapport C/N.

**Mots clés :** Bouse, Compost, Déche de palmier dattier, Chameau, Mouton.

## Abstract

The date palms cultivation in the Saharan areas is one of the main crops that generate large quantities of waste. The non-recovery of this waste leads to their accumulation and therefore harms the environment. The degradation of this waste into organic fertilizers is one of the most promising solutions in the agriculture field. Our study aims to follow the date palm waste degradation by using camel and sheep dung through the following parameters; temperature, pH, electronic conductivity (EC), total organic carbon (TOC), total Kjeldahl nitrogen (NKT), and C/N ratio.

**Keywords:** Dung, Compost, Date palm waste, Camel, Sheep.

## **Remerciement**

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la patience, la foi et la force pour atteindre notre objectif et faire cet humble travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur, Mr. HABCHI Abdel Madjid, pour avoir accepté l'encadrement de notre projet de fin d'étude, ainsi que pour la confiance et l'intérêt qu'il nous a témoignés dans ce travail, ainsi que pour ses précieux conseils. Nous espérons recevoir nos sincères remerciements et notre reconnaissance.

Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail, et en particulier Pr. KALLOUM Slimane pour ses précieux conseils et l'équipe du Laboratoire de Chimie de l'Université d'Adrar

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les enseignants, qui nous ont encouragés à persévérer et à prendre des initiatives afin d'atteindre nos objectifs.

Et n'oubliez pas de remercier nos collègues également dans le paiement.

Merci à tous.

## Dédicace

Fatima Moulay

A celui qui a délivré le message et dirigé la confiance et conseillé la nation, le Prophète de la miséricorde et de la lumière des mondes, notre maître Muhammad, que les prières et la paix de Dieu soient sur lui, au jardin de l'amour et de la tendresse et au paradis de sécurité et de sûreté. Et de fierté. À mes sœurs qui m'ont soutenu dans la vie, y compris mon cher frère "Ahmed" qui m'a soutenu dans ce travail. Et à mon professeur, mes remerciements et ma gratitude, parmi lesquels mon cher professeur, M. Habchi Abdel Majid. Et à celles que le destin m'a réunies et qui ont été des compagnes sur le chemin et qui ont eu aide et assistance « Fatima, Zinab, Fadila, Maryam et Hafsa » que Dieu les protège et prenne soin d'elles. Et à mes collègues, mon ami et mon soutien dans la vie, qui sont restés éveillés tard et ont travaillé dur avec moi tout au long de cet humble travail, "Fatima Kadi".



## Dédicace

Fatima kadi

La locomotive de recherche a rencontré des nombreux obstacles, cependant, nous avons essayé de les surmonter régulièrement, grâce à Dieu tout-puissant

Je dédie ma note de fin d'études

A celle qui la préfère à moi, qui n'a toujours ménagé aucun effort pour me rendre heureuse (ma mère bien-aimée)

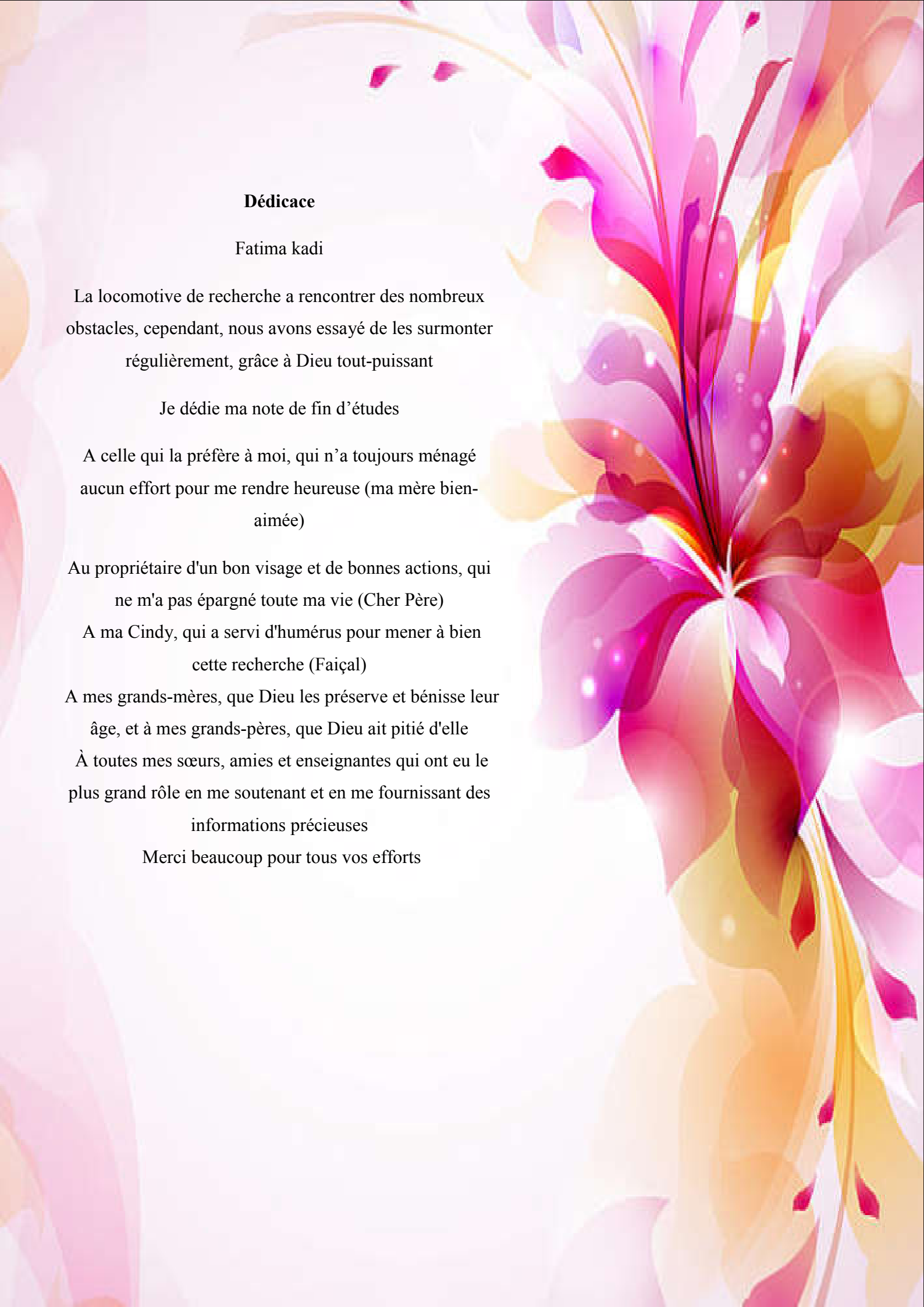
Au propriétaire d'un bon visage et de bonnes actions, qui ne m'a pas épargné toute ma vie (Cher Père)

A ma Cindy, qui a servi d'humérus pour mener à bien cette recherche (Faiçal)

A mes grands-mères, que Dieu les préserve et bénisse leur âge, et à mes grands-pères, que Dieu ait pitié d'elle

À toutes mes sœurs, amies et enseignantes qui ont eu le plus grand rôle en me soutenant et en me fournissant des informations précieuses

Merci beaucoup pour tous vos efforts



## **Liste des abréviations**

**CE** : Conductivité Electrique.

**COT** : Carbone Organique Totale.

**DPD** : Déchets de Palmier Dattier

**DPD-BM** : mélange de Déchets de Palmier Dattier avec la Bouse de Mouton

**DPD-BC** : mélange de Déchets de Palmier Dattier avec la Bouse de Chameau

**H** : Humidité

**MO** : Matière Organique

**MS** : Matière Sèche

**NKT**: teneur en Nitrogène Kjeldahl Total

**pH** : potentiel Hydrogène.

## Liste des figures

Figure III.1 : Situation géographique	18
Figure IV.1 : Evolution de la température des mélanges	27
Figure IV.2 : Evolution de pH des mélanges	28
Figure IV.3: Evolution de CE des mélanges	29
Figure IV.4 : Evolution de la teneur en humidité des mélanges	29
Figure IV.5 : Evolution de la teneur de carbone organique total (COT) des mélanges	30
Figure IV.6 : Evolution de la teneur en azote Kjeldahl totale NKT	31
Figure IV.7 Evolution de C/N des mélanges	32
Figure IV.8 : Évolution de l'hauteur de tas des mélanges	32



## Liste des photos

Photo I.1 : Fumiers des animaux	2
Photo I.2 : Fumier de chameau	3
Photo I.3 : Fumier des vaches	3
Photo I.4 : Fumier des poulets	4
Photo I.5 : Fumier de mouton ou de chèvre	4
Photo I.6 : Fumier de lapin	5
Photo I.7 : Fumier des oiseaux	5
Photo II.1 : Le tronc du palmier dattier	10
Photo II.2 : Les pétioles	11
Photo II.3 : Schéma la palme	12
Photo II.4 : Le fibrillum	12
Photo II.5 : Le rachis	13
Photo II.6 : Les épines	13
Photo II.7 : Les folioles	14
Photo II.8 : La spathe	14
Photo II.9 : Grappes	15
Photo II.10 : Les pédicelles	15
Photo III.1 : Déchets de palmier dattier (DPD)	19
Photo III.2 : Bouses de mouton (BM)	19
Photo III.3 : Bouses de chameau (BC)	19
Photo III.4 : Broyeur	20
Photo III.5 : La phase de trempage	20
Photo III.6 : L'andain (composteur)	21
Photo III.7 : Thermomètre	21
Photo III.8 : Le pH-mètre	22
Photo III.9 : La conductimètre	22
Photo III.10 : Teneur en humidité	23
Photo III.11 : Teneur en matière organique	24
Photo III.12 : Teneur en nitrogène Kjeldahl total (NKT)	26

## Sommaire

Résumé	
Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des photos .....	III
Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : Les fumiers des animaux</b>	
I.1 Introduction .....	2
I.2 Définition des fumiers .....	2
I.3 Les fumiers des animaux .....	2
I.3.1 Fumier des chameaux .....	3
I.3.2 Fumier des vaches .....	3
I.3.3 Fumier des poulets .....	3
I.3.4 Fumier de mouton ou de chèvre .....	4
I.3.5 Fumier de lapin .....	4
I.3.6 Fumier des oiseaux .....	5
I.4 Le compost .....	5
I.4.1 Compost déshydraté .....	6
I.4.2 Compost biogaz .....	6
<b>I.4.3 Compost organique naturel</b> .....	6
<b>I.4.3.1 Fumier vert</b> .....	6
<b>I.4.3.2 Mousse de tourbe</b> .....	6
<b>I.4.3.3 Powderite</b> .....	7
I.5 L'utilisation.....	7
I.6 Conclusion.....	8
<b>Chapitre II Les déchets des palmiers dattiers</b>	
II.1 Introduction.....	9
II.2. Les palmiers dattiers .....	9
II.2.1 Définition .....	9
II.2.2. Morphologie de palmier dattier .....	10

II.2.2.1 Le tronc du palmier dattier .....	10
II.2.2.2 Le pétiole .....	11
II.2.2.3 La palme .....	11
II.2.2.4 Le fibrillum .....	12
II.2.2.5 Le rachis .....	12
II.2.2.6 Les épine .....	13
II.2.2.7 Les folioles .....	13
II.2.2.8 Spathe .....	14
II.2.2.9 Grappe .....	15
II.2.2.10 Les Pédicelles .....	15
II.3 Utilisation des déchets de palmier dattier .....	15
II.3.1 Utilisation traditionnel .....	15
II.3.1.1 Le tronc .....	15
II.3.1.2 Les feuilles .....	16
a) La feuille dans son ensemble .....	16
b) Pétiole .....	16
c) Le rachis .....	16
d) Les folioles où feuilletts .....	16
II.3.2 Utilisation actuelle .....	17
II.4 Conclusion .....	17

### Chapitre III : Matérielles et Méthodes

III.1 Introduction .....	18
III.2 L'origine des substrats.....	18
III.3 Lieu de travail (Site d'expérimentation) .....	19
III.4 Les étapes de préparation des échantillons (les mélanges) .....	20
III.5L'andain .....	21
III.6 Irrigation et aération .....	21
III.7 Méthode d'analyse des paramètres physiques et chimiques .....	21
III.7.1 Température .....	21
III.7.2 Le pH .....	22
Mode opératoire .....	22
III.7.3 La conductivité électrique.....	22
III.7.4 Teneur en humidité (H%).....	22

Mode opératoire .....	23
III.7.5 Teneur en matière organique et teneur en carbone organique.....	23
Mode opératoire.....	24
III.7.6 Teneur en nitrogène Kjeldahl total (NKT).....	24
1. La 1 <sup>ère</sup> étape est la minéralisation.....	24
2. La 2 <sup>ème</sup> étape est la distillation de l'ammonium par l'ajout de soude.....	25
3. La 3 <sup>ème</sup> étape est le dosage.....	25
Mode opératoire .....	25
III.7.7 Rapport carbone/azote (C/N) .....	26
<b>Chapitre IV Résultats et discussion</b>	
IV.1 Introduction.....	27
IV.2 L'évaluation des paramètres physico-chimiques .....	27
IV.2.1 Evaluation de température .....	27
IV.2.2 Evaluation de pH .....	28
IV.2.3 Évolution de conductivité électrique (CE) .....	28
IV.2.4 Évolution de teneur en humidité.....	29
IV.2.5 Évolution de la teneur en carbone organique total (COT).....	30
IV.2.6 Évolution de la teneur en azote Kjeldahl total NKT.....	30
IV.2.7 Rapport C/N .....	31
IV.3 Etude l'évaluation de tas (la hauteur).....	32
IV.4 Conclusion .....	32
Conclusion générale .....	33
Référence.....	34

---

---

# Introduction générale

---

---

## Introduction générale

---

A nos jours, le traitement des déchets est considéré comme l'un des enjeux environnementaux les plus importants, qui nécessite un traitement rapide et efficace.

La wilaya d'Adrar est caractérisée par la culture des palmiers dattiers, et à chaque saison, des milliers de tonnes de déchets de palmiers sont produits, ce qui provoque une grande pollution de l'environnement. Cela nous a incités à réfléchir à des moyens de réduire ces déchets sans nuire à l'environnement. La région est également caractérisée par l'élevage d'animaux, les plus répandus sont les chameaux et les moutons, qui sont considéré une source essentielles de viande, de produits laitiers, de laine et de fourrure. Ces animaux produisent beaucoup de fumier, dont l'accumulation entraîne de nombreuses maladies, épidémies, insectes, parasites, odeurs et poussières.

De ce point de vue, ce mémoire a été préparé pour étudier comment réutiliser les restes de palmiers dattiers, de fumier de chameau et de mouton, comme un engrais organique utilisé dans l'agriculture pour alimenter le sol sableux en matières organiques, améliorer sa capacité à retenir l'eau, et pour réduire l'utilisation des engrais chimiques qui sont les plus coûteux et les plus nocifs pour l'environnement.

Dans notre travail, nous avons préparé deux mélanges principaux, le premier contenant des déchets de palmier dattier avec les bouses de mouton, et le second contenant des déchets de palmier dattier avec les bouses de chameau. L'objectif de travail est de savoir comment exploiter ces déchets sans nuire à l'environnement.

Le mémoire est divisé en deux parties principales, en plus de l'introduction générale et la conclusion générale.

- La première section est la partie théorique, elle contient de deux chapitres (chapitre I et chapitre II), où le premier chapitre traite une génération sur les fumiers animaux et le deuxième chapitre est lié à l'étude de déchets des palmiers dattiers.
- La deuxième section est la partie pratique, elle est également subdivisée en deux chapitre (chapitre III et chapitre IV), où le troisième chapitre à compris les méthodes et les techniques d'analyses, tandis que le quatrième chapitre a englobé l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions.

Le mémoire est clôturé par des références bibliographies.

# Partie théorique

# **Chapitre I**

---

---

## **Les fumiers des animaux**

---

---



## II.1 Introduction

La base de l'agriculture est les engrais, de tous les engrais, le fumier animal est le plus approprié et le meilleur pour le sol et les cultures générales. Plus sûrement, le fumier contribue à augmenter les cultures et à améliorer les champs.

## II.2 Définition des fumiers

Le fumier est le produit de la digestion des végétaux ingérés par les bovidés. Les différents remaniements dans les « estomacs » puis le tube digestif de ces végétaux permettent une assimilation et une intégration d'une partie seulement des matières ingérées, le reste étant éliminé dans les bouses. C'est pour cette raison que la bouse représente une matière riches en différents éléments organiques notamment l'azote, qui est considéré comme un élément primordial pour le développement des végétaux [1].



**Photo I.1 : Fumiers des animaux [40]**

Le fumier naturel est utilisé directement au sol, ou comme un mélange avec d'autre déchets. Le compost de fumier un composé riche en tous éléments nutritifs (nourri l'activité biologique d'un sol) et est utilisé dans les champs en recyclant les éléments nutritifs pour maintenir et améliorer la fertilité des sols et constitue la base de la stratégie de fertilisation en agriculture. C'est souvent la meilleure source d'engrais pour les fermes [2].

## II.3 Les fumiers des animaux

La forme et les nutriments contenus dans les fumiers varient selon le type d'animal : mouton, chameau, vache, volaille, ...etc.

### II.3.1 Fumier des chameaux

Le fumier des chameaux est l'un des déchets les plus utilisés pour nourrir le sol et les plantes. Il a une composition chimique riche et contribue à la fertilité du sol [3].



Photo I.2: Fumier de chameau [41]

### II.3.2 Fumier des vaches

Le fumier des vaches convient aux sols légers, calcaires et siliceux. En effet, il alourdit la structure du sol, donne plus des éléments nutritifs, et a un effet compact riche en humus. Il faut bien le préparer avant l'utiliser. Le fumier de vache peut être intégré au sol avant les semis ou épandu comme un fertilisant pour entretenir les pieds des légumes. De plus, il réchauffe les sols légers très vite et apporte l'humidité et la fraîcheur [4].



Photo I.3: Fumier des vaches [42]

### II.3.3 Fumier des poulets

Le fumier des poulets se compose de fientes qui boostent les cultures. Il est bénéfique, car il chauffe rapidement et agit alors comme un activateur de compost. Il faut tout de même faire très attention, son utilisation est risquée. Ce fumier est riche en azote, potasse, oligo-

éléments, il peut alors brûler les racines des plantes. Il est préférable de l'utiliser avec parcimonie et de le mélanger avec du compost pour compenser la pauvreté en humus du sol. Par ailleurs, il peut être utilisé comme apport en engrais pour les plantes qui se développent rapidement, comme les légumes-feuilles (poireaux, choux verts, salades) [4].



**Photo I.4: Fumier des poulets [43]**

### II.3.4 Fumier de mouton ou de chèvre

Le fumier de mouton ou de chèvre est sec et chaud, comme le fumier de cheval, riche en potasse et en éléments fertilisants végétaux, s'utilise au potager après la plantation de légumes fruits gourmands. Pour l'utiliser, il faut attendre qu'il se dégrade complètement [4].



**Photo I.5: Fumier de mouton ou de chèvre [44]**

### II.3.5 Fumier de lapin

Le fumier de lapin est lourd, on l'étale alors sur les sols légers. Pour se faire, incorporez-le par bêchage ou étalez-le en fine couche, lorsqu'il est très bien décomposé [4].



Photo I.6: Fumier de lapin [46]

### I.3.6 Fumier des oiseaux

Le fumier des oiseaux a une teneur en azote plus élevée qui peut nuire à la croissance des plantes [4].



Photo I.7: Fumier des oiseaux [48]

### II.4 Le compost

Le compost est un mélange de résidus végétaux (en particulier de foin pour économiser le carbone), de déchets organiques animaux et ménagers tels que les pelures d'orange, les coquilles d'œufs, les légumes-feuilles, les pelures de banane, les pommes de terre, etc. prélevés et broyés (ou coupés en petits morceaux) pour se décomposer plus rapidement et

empiler les uns sur les autres et y ajouter du fumier, ainsi qu'une quantité d'eau et laisser reposer jusqu'à trois semaines au moins sous certaines conditions pour obtenir enfin sur un produit appelé compost [5].

Le compost augmente la teneur en humus des sols. Il rend ainsi le sol plus riche, un avantage important pour l'épanouissement des semis. Il lutte également contre les maladies causées par des pathogènes au sol [6].

#### **II.4.1 Compost déshydraté**

Les composts déshydratés trouvés dans le marché sont des produits efficaces puisqu'ils sont des fertilisants et amendements au sol. Cependant, ils restent onéreux comparés aux autres [5].

#### **II.4.2 Compost biogaz**

Cet engrais résulte du mélange du reste du gaz sur le sol, où il est placé sur le sol comme litière avant le labourage, où le processus de séparation des parties solides a lieu après leur dépôt dans un groupe de bassins de surface, et ces dépôts sont utilisés après le processus de séchage à l'air [7].

#### **II.4.3 Compost organique naturel**

Est un mélange de déchets animaux et végétaux dans des proportions variables. Les déchets sont compostés dans un système stratifié avec des sorties de ventilation réalisées. Certains éléments naturels tels que (phosphate de roche et soufre) peuvent être ajoutés. Il est préférable de ne pas d'utiliser des minéraux éléments avec engrais organique naturel, comme la suite [5] :

##### **II.4.3.1 Fumier vert**

L'un des types d'engrais que s'utilise lors du changement des cultures agricoles que vous cultivez. Il est également considéré parmi les engrais agricoles utilisés dans la culture de diverses plantes légumineuses. L'un de ses avantages les plus importants est de débarrasser des restes de plantes restant dans le sol, en plus d'aider à fournir l'azote nécessaire au sol agricole et aussi d'aider à l'absorber dans le sol [5].

##### **II.4.3.2 Mousse de tourbe**

Il s'agit d'un sol organique formé à partir de la lente décomposition (désintégration) d'algues appelées sphaignes qui vivent dans les marécages [8] :

- Léger et cela signifie une bonne aération du sol,
- Il a une texture spongieuse, ce qui signifie sa capacité à retenir une quantité d'humidité, ce qui est important pour la plante,
- Il ne doit pas être laissé sécher complètement car il est très difficile d'absorber l'eau après séchage, il perd donc cette fonctionnalité,
- Stérile car il ne contient pas de parasites ou de maladies en général,
- Il a un peu d'acidité et c'est ce que les plantes d'intérieur aiment généralement,
- Il est utilisé pour préparer un bon sol agricole en le mélangeant facilement avec d'autres composants, et parfois il est appelé tourbe ou sol.

Lorsqu'il est ajouté au mélange de sol, il aide à l'aérer et à l'humidifier et à ne pas adhérer à ses particules.

#### **II.4.3.3 Powderite**

Ce type d'engrais naturel est préparé après le processus de balayage des latrines qui se trouvent dans les bassins ouverts et le mélanger avec du gypse ou avec de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le processus de fixation de l'ammoniac soit terminé, puis nous laissons le mélange jusqu'à les dépôts de boue sont complètement secs, puis nous les martelons et les préparons comme engrais organique pour le sol [5].

#### **II.5 L'utilisation**

Les bouses des animaux ont des nombreuses utilisations :

- Certains pays ont utilisé la bouse de chameau comme combustible dans les industries du ciment et du papier, et elle est considérée comme un bio-amplificateur,
- La bouse de vache a été utilisée dans la production d'énergie.
- Il y a un groupe de personnes en Asie qui mangent de la bouse de chameau après l'avoir mélangée avec de la cendre et des huiles comme une drogue NASVAY qui est nocive pour le corps.
- Dans la tribu Moila en Angola, les femmes utilisent la bouse de vache pour les cheveux et les masques faciaux.
- Dans la région d'Adrar, la bouse de mouton est utilisée pour traiter la maladie des enfants, de sorte que le médecin met le feu au patient avec une pilule de bouse.

- Mais l'utilisation principale du fumier reste un fortifiant indispensable pour nourrir le sol et les plantes [9] [10] [11].

### **I.6 Conclusion**

L'agriculture a besoin des nutriments présents dans le fumier, car ce dernier est un réservoir de nutriments nécessaires à la croissance des plantes sous une forme facile à absorber et sûre sur le sol et l'environnement tant qu'il est utilisé correctement. Le sol aide à retenir l'eau et contient des millions de micro-organismes actifs pour renforcer l'immunité des plantes en général et réduire l'utilisation d'insecticides.

## **Chapitre II**

---

---

# **Les déchets des palmiers dattiers**

---

---



## II.1 Introduction

A l'inquiétude croissante concernant l'épuisement des ressources fossiles et les risques environnementaux causés par leur utilisation excessive, le monde se dirige vers l'exploitation des sources naturelles renouvelables telles que les ressources en biomasse [14].

Les déchets des palmiers dattiers sont l'une des sources intéressantes naturelles renouvelables et abondamment disponibles [14]. Le palmier dattier fournit huit types de résidus (Tronc, pétiole, fibrillum, rachis, épines, feuillet, Spathe, grappes), dont on peut ajouter aussi les noyaux de dattes comme neuvième résidu. Ces résidus sont collectés saisonnier après le processus d'élagage comme un processus agricole inévitable. Le palmier dattier est constitué comme l'une de source des matières premières à des limites industrielles [17].

Le palmier dattier à une grande importance socioéconomique, en particulier en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Ces pays représentent 62 millions des 105 millions d'arbres disponibles dans le monde entier sur une superficie de plus d'un million d'hectares. Ces «arbres» sont cultivés non seulement pour leurs fruits précieux (dattes), mais aussi pour produire du carburant, du bois et des abris pour les cultures terrestres. La production des dattes est d'environ 6,5 millions de tonnes dans le monde et génère une activité commerciale importante [22].

Aujourd'hui, la production mondiale, l'utilisation et l'industrialisation des dattes ne cessent d'augmenter et selon l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) la production des dattes est à la hausse, comme enregistrée pour certains pays producteurs comme l'Egypte (1.352.950 tonnes), Arabie Saoudite (1.078.300 tonnes), Iran (1.023.130 tonnes), Émirats arabes unis (775.000 tonnes) et Algérie (710.000 tonnes) [21].

## II.2. Les palmiers dattiers

### II.2.1 Définition

Les palmiers dattiers comporte plusieurs définitions selon l'usage ou le besoin comme :

- Le palmier dattier, est une monocoylédone, qui très souvent ne possède pas de branches.
- L'arbre peut atteindre une hauteur d'environ 30 mètres. Ses 4 à 5 mètres longues feuilles contournent le tronc. Le palmier dattier est caractérisé par des racines fasciculées et fibreuses caractéristiques des graminées [12].

## II.2.2. Morphologie de palmier dattier

Le palmier dattier est aussi "date palm "en anglais, "Nakhla "en arabe, et "Phoenix dactylifera "L. en latin. Ce végétal est composé en générale d'un tronc unique non ramifié possédant au sommet une couronne de feuilles [13]. En ce qui suit on va identifier les différents types des constituants de palmier dattier.

### II.2.2.1 Le tronc du palmier dattier

Le tronc du palmier dattier "the trunk" peut atteindre 30 à 40 m [25]. Egalement appelé tige ou stipe. Il est de couleur brune, lignifié et sans ramification. Sa circonférence moyenne est d'environ 1 à 10 m. Le tronc est composé de faisceaux vasculaires fibreux résistants, cimentés dans une matrice de tissu cellulaire qui est beaucoup lignifiée près de la partie externe du tronc. Étant un monocotylédon, le palmier dattier n'a pas de couche de cambium. Le tronc est couvert pendant plusieurs années avec les bases des anciennes frondes sèches, ce qui la rend grossière, mais avec l'âge, ces bases météorologiques et le coffre devient plus lisse. La croissance verticale du palmier dattier est assurée par son bourgeon terminal, appelé phyllophor, et sa hauteur pourrait atteindre 20 mètres [32].

La croissance horizontale ou latérale est assurée par un cambium extra fasciculaire qui disparaît bientôt et qui aboutit à une largeur de tronc constante et uniforme pendant toute la vie de palmier [32].



Photo II.1 : Le tronc du palmier dattier

### II.2.2.2 Le pétiole

Les pétioles (kornafs) représentent les constituants les bases pétiolaires du palmier restant collées au stipe après la mort de la feuille. Ils se dessèchent à leur extrémité et assurent une protection du tronc [25].



**Photo II.2 : Les pétioles**

Le pétiole est dur et relativement rigide, il a une largeur de fronde atteint 0,5 m, mais ailleurs elle n'est que la moitié de cette taille et se rétrécit rapidement de la base vers le haut [25].

Le pétiole est triangulaire en coupe transversale avec deux angles latéraux et un dorsal. Il est dépourvu d'épines pour une courte distance, mais plein d'épines des deux côtés par la suite [33]. La variation en diamètre des palmiers dattiers est un signe important pour savoir la vie biologique du palmier. Les rétrécissements indiquent les périodes de défaut de nutrition qui entraînent au développement réduit du bourgeon terminal, où les augmentations d'écart entre pétioles indiquent les périodes favorables de culture [25].

### II.2.2.3 La palme

La palme ou "Palm "en Anglais, "Djérida "en Arabe est une feuille pennée garnies des folioles régulièrement disposées en position oblique le long de la partie supérieure du rachis. Les segments inférieurs sont transformés en épines. Le nombre des palmes varie entre 30 et 150 palmes, disposées en spirale d'une longueur qui atteint 350 à 450 mm. Le palmier produit de 10 à 20 palmes par an selon les variétés et le mode de culture. Les palmes vivent et demeurent vertes de 3 à 7 ans avant qu'elles deviennent sèches et inclinées puis elles seraient ôtées par taillage [23] [29] [30].

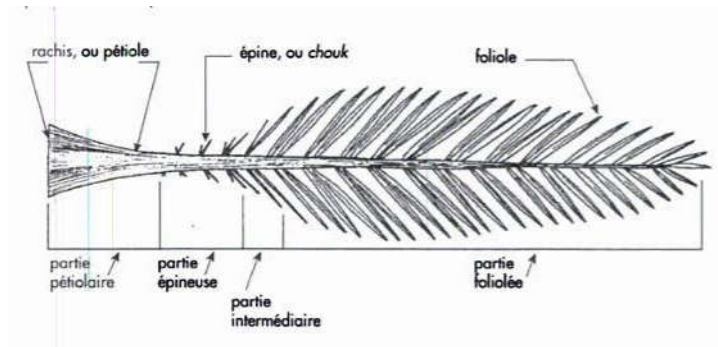


Photo II.3 : Schéma la palme [41]

#### II.2.2.4 Le fibrillum

Les feuilles de palmier dattier nouvelle sortent d'un tissu tendu qui, lors de la croissance de la feuille, reste à sa base attachée à ses bords latéraux et entourant le tronc de palmier [18]. Entre kornafs, le tronc est recouvert d'un fibrillum, ce fibrillum est composé de fibres croisées de diamètres différents créent un tapis tissé naturel que l'on appelle lif [15] [25]. Traditionnellement, le lif est retiré chaque année des arbres et nettoyé pour faire des cordes [18] [16].



Photo II.4 : Le fibrillum

#### II.2.2.5 Le rachis

" Nasle" en Arabe. C'est le bois de la partie épineux de la palme, il se situe entre la partie de foliole et la partie de pétiole. C'est un bois dur et dense par rapport au bois des autres deux parties. Il a une forme semi-cylindrique d'un diamètre qui peut atteindre 7 cm et une longueur varié dans les palmes adultes entre 90 et 135 cm [13].



**Photo II.5 : Le rachis**

#### II.2.2.6 Les épines

Sont des feuillets spécialisés transformés en épines pointues, qui peuvent arriver à 20 cm de longueur et de très minces à 1 cm de largeur situés à l'extrémité inférieure de rachis [18], sous forme des trappes de la colonne vertébrale et se transforment progressivement en folioles [32].



**Photo II.6 : Les épines**

Lorsque les feuilles sont récoltées, les épines ont normalement été retirées au cours des pratiques culturelles pour permettre à l'opérateur d'accéder à la partie centrale de l'arbre [18].

#### II.2.2.7 Les folioles

Les folioles varient en longueur d'environ 15 à 100 cm et de largeur de 1 à 6 cm. Le nombre de folioles sur une feuille peut être compris entre 120 et 240 [18]. La finesse, la rigidité et la couleur des folioles différent selon le cultivar. L'épiderme des folioles est recouvert d'une couche mince cireuse. Cependant, la couleur peut varier avec les conditions de culture [25]. Les feuilles peuvent être divisées en trois catégories [32]:

- À l'extérieur, les feuilles sont vertes et photo-synthétiquement actives;
- Au centre, des feuilles vertes à croissance rapide;
- L'intérieur au cœur du palmier (feuilles juvéniles), ne sont pas encore photo-synthétiquement activé à une couleur blanche.

En moyenne, 40% des feuilles juvéniles, 10% de feuilles à croissance rapide et 50% de feuilles photo-synthétiques [32].



**Photo II.7 : Les folioles**

### II.2.2.8 Spathe

Dans les premiers stades, les fleurs sont enfermées par une couverture/enveloppe dure connue sous le nom de spathe (photo II.8) qui se divise lorsque les fleurs arrivent à maturité exposant l'inflorescence complète à des fins de pollinisation [18] [31].

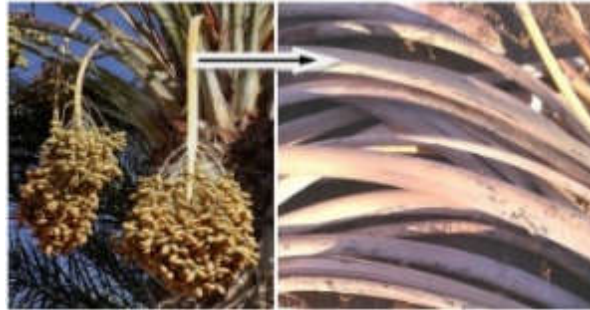
La spathe protège les fleurs délicates de la chaleur intense jusqu'à ce qu'elles soient mûres et prêtes à fonctionner. La spathe au début est verdâtre, devenant brun quand le fractionnement longitudinal est proche. Les inflorescences masculines sont plus courtes et plus longs que les femelles. Chaque spikelet porte un grand nombre de minuscules fleurs jusqu'à 8 000 à 10 000 chez les femmes et plus dans l'inflorescence masculine. Le nombre annuel de spathes nés par un palmier varie de aucun à environ 25 chez les femelles et même plus chez les hommes, mais la moyenne est une douzaine pour les femmes et plus pour les hommes. L'inflorescence masculine est encombrée à la fin du rachis, tandis que les branches de l'inflorescence de la grappe femelle sont moins encombrées à la fin du rachis. Lors de l'ouverture, les fleurs féminines montrent une couleur plus jaune tandis que les hommes présentent une poussière de couleur blanche, produite par tremblement [31].



**Photo II.8 : La spathe**

### II.2.2.9 Grappe

Se compose d'une tige fixée à l'extrémité par des spikelets auxquelles les dattes étaient attachées. Avec les épillets coupés dans l'ensemble peut servir de balai simple [18].



**Photo II.9 : Grappes [13]**

### II.2.2.10 Les Pédicelles

Les Pédicelles sont "Pedicels" en Anglais et "Chamarikh" en Arabe. Ils sont un ensemble des pédicules provenant du même régime, ils sont constitués de deux parties ; une partie supérieure lisse et droite et une partie inférieure sinueuse sur laquelle les dattes sont alignées. Chaque grappe donne de 20 à 150 pédicelles mesurant de 10 à 100 cm [30].



**Photo II.10 : Les pédicelles**

## II.3 Utilisation des déchets de palmier dattier

Les sous-produits du palmier dattier sont nombreux et peuvent être utilisés dans diverses applications comme l'artisanat, la construction ou la production d'énergie [26].

### II.3.1 Utilisation traditionnel

#### II.3.1.1 Le tronc

Le tronc ou la tige devient disponible lors d'une mort naturelle ou accidentelle de palmier ou par un retrait forcé. Le tronc est utilisé comme des poteaux, des poutres, des chevrons, des linteaux, des piliers, des jetées et des ponts légers. Pour cela, ils peuvent être utilisés entiers ou divisés en deux ou demi. Les demi-troncs creusés sont utilisés comme

conduits pour l'eau, ou à des longueurs plus courtes pour les mangeurs et les creux. Le tronc peut transformer aux portes, volets et escaliers des maisons, ainsi qu'en bois de chauffage [18].

### II.3.1.2 Les feuilles

#### a) La feuille dans son ensemble

Les feuilles entières sont utilisées dans les clôtures en les fixant dans le sol et en les tenant avec deux ou trois couches de corde faites par feuillets, ou dans le cloisonnement dans les maisons offrant une intimité mais en gardant une certaine ventilation. Les feuilles sont également utilisées comme toiture pour donner de l'ombre.

Au passé, les feuilles ont été utilisées dans la construction de la maison de boue, où elles posent sur les poutres du plafond (faites du tronc) dans un lit épais sur lequel une couche de boue est versée pour former le premier plancher ou le toit [18].

#### b) Pétiole

Les pétioles ont été utilisés pour aligner les maisons de boue et les parois des puits ouverts. Ils sont également utilisés par les pêcheurs pour flotter leurs filets. Comme les autres parties fibreuses de palmier, les pétioles sont particulièrement adaptés comme carburant. [28].

#### c) Le rachis

L'utilisation la plus répandue de rachis est la fabrication de caisses, mais aussi de meubles. Par exemple; les simples caisses à fruits, les cages des oiseaux et des poulaillers, les cages jumelles à double pont, parfois avec des portes coulissantes. Le rachis est également exploité dans la fabrication des caisses des produits domestiques comme les planches à transporter, les porte-bouteilles et les meubles, en particulier les chaises et les lits[18].

#### d) Les folioles où feuillets

Les feuillets sont principalement utilisés dans les tresses qui sont cousues ensemble dans un large éventail de paniers et sacs, mais aussi des tapis et des articles plus petits comme les fans et les chapeaux. On peut aussi fabriquer des paniers ou des sacs plus étroits et plus robustes.

À côté du panier de date, le panier de transport est un instrument le plus commun à la fois pour des utilisations privées et professionnelles. Outre les produits tissés, des brochures sont également utilisées pour fabriquer un cordon utilisé, par exemple, pour attacher des



faisceaux de matériel de pépinière ou d'autres travaux de fixation temporaire dans l'horticulture. [28].

### II.3.2 Utilisation actuelle

En général, ce qui est vrai pour le bois est également vrai pour d'autres matériaux lignocellulosiques bien qu'ils puissent différer en composition chimique et morphologie matricielle, en effet, les fibres naturelles sont disponibles sous différentes formes et produisent différentes propriétés lorsqu'elles sont ajoutées aux thermoplastiques. Contrairement aux fibres naturelles ces dernières années, l'utilisation de la farine de bois, la charge dérivée du bois la plus courante pour les thermoplastiques, dans la fabrication de composites bois-plastique a été d'un grand intérêt à de nombreux chercheurs [24].

### II.4 Conclusion

Les résidus de palmiers dattiers sont l'une des sources intéressantes des fibres naturelles car elles sont renouvelables et abondamment disponibles [28].

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. Le palmier dattier assure une protection nécessaire à des cultures 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 [27].

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" [19].

La gestion des déchets est un système permettait un équilibre entre les déchets produits et la satisfaction des besoins de des habitants qui a permis à ce système de survivre pendant de siècles [20].

# Partie pratique

# **Chapitre III**

---

---

## **Chapitre III : Matérielles et Méthodes**

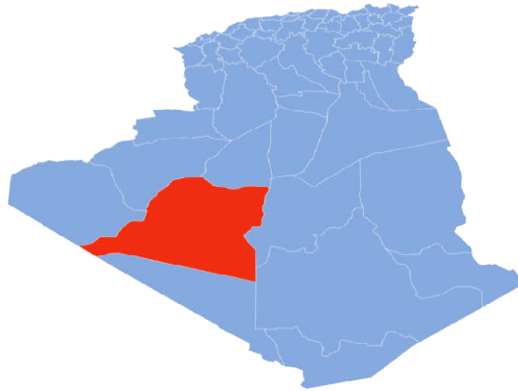
---

---

### III.1 Introduction

Les déchets de palmiers dattiers et les bouses des animaux (moutons et chameaux) sont considérés parmi les déchets les plus disponibles dans notre région (willaya d'Adrar, ville algérienne), et les moins utilisés ou exploités.

La willaya d'Adrar est une willaya à prédominance agricole avec des ressources naturelles abondantes qui lui ont permis de devenir un pionnier dans ce domaine, notamment un sol fertile et une eau abondante, ainsi qu'un climat propice à la croissance d'un grand nombre de cultures [33]. Nous ne pouvons pas parler de la willaya d'Adrar sans parler des oasis, les palmiers dans cette zone n'étaient pas seulement une ressource économique neutre, ou une partie de la carte naturelle, ou juste des espaces verts qui donnent une dimension esthétique à l'état [34].



**Figure III.1 : Situation géographique**

Dans ce chapitre du travail, nous mentionnerons comment valoriser ces déchets à travers des les transférer aux produits biodégradés. Le processus de biodégradation de ces déchets a été contrôlé par l'étude de l'ensemble des paramètres physico-chimiques classique tels que ; la température, le pH, la conductivité électrique, la teneur en matière organique, et la teneur en azote.

### III.2 L'origine des substrats

Les déchets de palmier dattier et les bouses de mouton et de chameau, sont les trois résidus utilisés dans ce travail.

- **Les déchets de palmier dattier (DPD)** : ont été collectés à partir de jardins situés dans la commune d'Adrar.



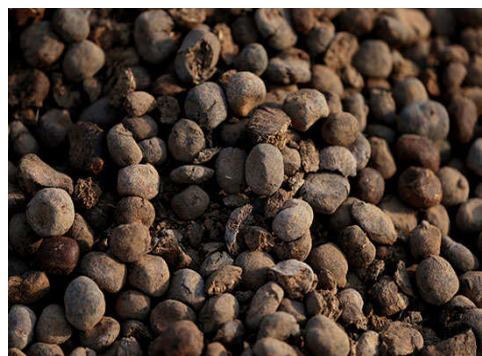
**Photo III.1 : Déchets de palmier dattier (DPD)**

- **Les bouses de mouton (BM)** : ont été collectés du ksar d'Azua, commune de Zawiya Kunta, willaya d'Adrar.



**Photo III.2 : Bouses de mouton (BM)**

- **Les bouses de chameau (BC)** : ont été collecté de la commune de Sali, willaya d'Adrar.



**Photo III.3 : Bouses de chameau (BC)**

### **III.3 Lieu de travail (Site d'expérimentation)**

L'étude s'est déroulée sur une période de quarante cinq jours à laboratoire de l'environnement, de l'énergie et des systèmes d'information de l'Université Ahmed Draya, Adrar.

Laboratoire de l'environnement, de l'énergie et des systèmes d'information a été choisi comme un site expérimental pour protéger l'expérience de l'effet de vent et pour assurer une température optimale.

#### III.4 Les étapes de préparation des échantillons (les mélanges)

1. Collecte les déchets du palmier dattier et les bouses de mouton et de chameau
2. On fait le broyage aux déchets de palmier dattier à l'aide d'un broyeur.



**Photo III.4 : Broyeur**

3. On placé dans un récipient contient une quantité considérable d'eau les déchets broyés de déchets de palmier dattier (Trempage), pendant une semaine.



**Photo III.5 : La phase de trempage**

4. On mélange les déchets humides de palmier dattier avec les bouses de mouton et de chameau selon les rapports suivants :
  - Mélange 1 (DPD-BM) : composé de 3Kg de déchets de palmier dattier (DPD) + 3Kg des bouses de mouton (BM).
  - Mélange 2 (DPD-BC) : composé de 3Kg de déchets de palmier dattier (DPD) + 3Kg des bouses de chameau (BC).
5. Nous mettons chaque mélange dans un panier (andain).

### III.5 L'andain

L'andain de travail se représente dans un panier en plastique, de 56 cm de hauteur, 30 cm de diamètre en bas et 46 cm de diamètre en haut. Le panier est perforé de tous les côtés (aéré) sauf la base inférieure et doublé par un filet en plastique pour garder la température et l'humidité du milieu et pour éviter les fuites de substrat à l'extérieur.



**Photo III.6 : L'andain (composteur)**

### III.6 Irrigation et aération

Durant la période de compostage, au début de chaque semaine, on mélange manuellement le contenu de deux paniers. On prélève de chaque panier une petite quantité à l'analyse (échantillon d'analyse). Ensuite, nous pulvérisons le contenu avec l'eau pour assurer l'humidité.

### III.7 Méthode d'analyse des paramètres physiques et chimiques

Dans notre étude, nous avons suivi la biotransformation des déchets de palmier dattier au compost sous l'effet des bouses des animaux. Les jours des prélèvements des échantillons d'analyses sont : 1<sup>ère</sup>, 4<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 19<sup>ème</sup>, 24<sup>ème</sup>, 32<sup>ème</sup>, et 43<sup>ème</sup> jours.

#### III.7.1 Température

Les températures de deux mélanges ont été mesurées quotidiennement sur 3 niveaux de surface (le haut, le milieu, et le bas de mélange) à l'aide d'un thermomètre.



**Photo III.7 : Thermomètre**

### III.7.2 Le pH

La mesure de pH se fait directement par lecture sur un pH-mètre à électrode combinée avec le PL-700 [35].

#### Mode opératoire

- Peser dans un bécher de 100 mL, une masse de 3 g de mélange.
- Mélanger 3 g de mélange avec 30 mL d'eau distillée à température ambiante.
- Homogénéiser le mélange par l'agitation magnétique pendant 30 minutes.
- Laisser le contenu au repos 3 minutes.
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans le contenu.
- Lire la valeur de pH après stabilisation de lecture.



Photo III.8 : Le pH-mètre

### III.7.3 La conductivité électrique

De la même solution de pH nous avons mesuré la CE. Elle est déterminée par la conductimètre avec le PL-700 et est exprimée en ( $\mu$ S).

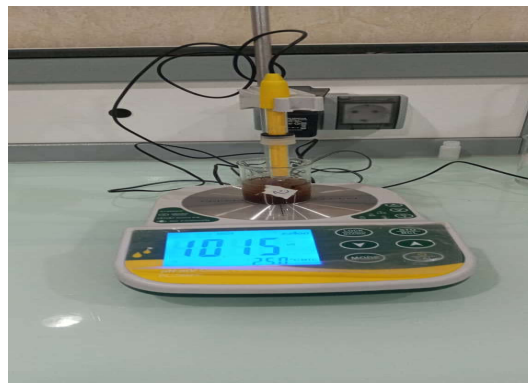


Photo III.9: La conductimètre

### III.7.4 Teneur en humidité (H%)

Le taux d'humidité est déterminé à partir de la mesure du taux de la matière sèche d'une masse donnée mise à l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant. L'ensemble est pesé avant et



après l'étuvage. L'humidité, notée H, est exprimée en % et donnée par la relation suivante :  
[39]

$$MS(\%) = \frac{[M_0 - M_1] \times 100}{M_0} \dots \dots \dots (I)$$

$$H(\%) = 100 - MS(\%) \dots \dots \dots (II)$$

Avec :

- $M_0$  : la masse de l'échantillon brute (g)
- $M_1$  : la masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g)
- MS(%) : pourcentage de la matière sèche contenu dans l'échantillon
- H(%) : pourcentage d'humidité contenu dans l'échantillon

### Mode opératoire

- Peser dans un cristalliseur une masse de mélange.
- On pose le cristalliseur avec l'échantillon dans une étuve à 105°C, nous pesons l'ensemble (cristalliseur + échantillon) chaque demi-heures jusqu'à l'obtention sur un poids constant (environ 10 heures).
- A poids constant, nous calculons l'humidité à travers les relations citées précédemment I et II.



Photo III.10 : Teneur en humidité

### III.7.5 Teneur en matière organique et teneur en carbone organique

La teneur en matière organique totale (MOT) est déterminée en calcinant une masse de chaque mélange dans un four à 500°C pendant 6 heures. La teneur en matière organique totale (MOT) est exprimée en (%) et donnée à partir de la relation suivante :

$$MO(\%) = \frac{[M_s - M_c]}{M_s} \times 100 \dots \dots \dots (III)$$

Avec :

- MO (%) : pourcentage de la matière organique dans l'échantillon sec,
- Ms : masse de l'échantillon après passage à l'étuve à 105°C,
- Mc : masse de l'échantillon après calcination.

A partir du pourcentage de la matière organique totale (MOT %), le pourcentage du carbone organique totale (COT %) est déterminé en appliquant la relation suivante :

$$\text{COT}(\%) = \frac{\text{MO}(\%)}{1.724} \dots \dots \dots \text{(IV)}$$

### Mode opératoire

- Peser dans les creusets une masse des mélanges préalablement séché à 105 °C,
- On pose l'ensemble (creusets + échantillon) dans un four à moufle à 500°C environ 6 heures.
- Après 6 heures, Nous prenons le nouveau poids de l'échantillon puis calculons COT à travers les relations **III** et **IV**



Photo III.11 : Teneur en matière organique

### III.7.6 Teneur en nitrogène Kjeldahl total (NKT)

#### 4. La 1<sup>ère</sup> étape est la minéralisation

En début, l'azote total des mélanges se représente sous forme azote ammoniacal et azote organique. Dans cette étape (l'étape de minéralisation), l'azote organique de la matière organique se transforme au sel d'ammonium à l'aide d'un catalyseur (du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium) et de l'acide sulfurique concentré à haute température environ de 400 °C.

**5. La 2<sup>ème</sup> étape est la distillation de l'ammonium par l'ajout de soude**

Dans cette étape l'ammonium se convertit à l'ammoniac volatile, qu'il entraîne par la vapeur d'eau pendant la distillation. La vapeur d'ammoniac est condensée au contact d'un réfrigérant.

**6. La 3<sup>ème</sup> étape est le dosage**

Dans cette étape, l'ammoniac est recueilli dans une solution d'acide borique ( $H_3BO_3$ ) (L'acide borique est un acide faible qui ne réagit pas avec l'ammoniac, il sert simplement de piège à ammoniac). Il doit être en excès par rapport à l'ammoniac. L'ammoniac est neutralisé au fur et à mesure par une solution étalonnée d'acide fort en présence d'un indicateur coloré [39].

**Mode opératoire**

- Dans un matras on ajout 0,5 g de chaque mélange préalablement séché à 105°C et broyé.
- Additionner 15 mL de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ , 36N) au matras avec 1 comprimé de catalyseur (chaque comprimé se compose de 3,5 g de sulfate de potassium et 0,1 g de sulfate de cuivre).
- Placer les matras dans un minéralisateur à 180°C pendant 15 minutes puis à 400°C jusqu'à l'obtention d'un minéralisât limpide (au moins 90 minutes). Les solutions laissent refroidir environ 1 heure.
- Après refroidissement, les matras de minéralisât se transporte à l'appareil de VELP Automatic Kjeldahl Analyzer UDK 159 (cette appareil est relié avec 3 réservoirs, le premier contient d'eau distillé, le deuxième contient la solution de l'acide borique, et le troisième contient la solution d'hydroxyde de sodium NaOH). Selon la méthode de compostage choisie ou établie, les résultats ont été enregistrés sur l'archive de l'appareil.



**Photo III.12 : Teneur en nitrogène Kjeldahl total (NKT)**

### III.7.7 Rapport carbone/azote (C/N)

L'évolution du rapport C/N est un indicateur très important pour suivre la biodégradation de substrat organique pendant le processus de compostage. Le rapport C/N est un paramètre sans unité, qui résulte de la division de la teneur en carbone organique totale par la teneur en azote Kjeldahl totale [35].

# **Chapitre IV**

---

---

## **Résultats et discussions**

---

---

## IV.1 Introduction

Ce chapitre du travail a compris la présentation et la discussion de tous les résultats des paramètres physiques et chimiques obtenus au cours de processus de dégradation des déchets de palmier dattier par les bouses des animaux.

## IV.2 L'évaluation des paramètres physico-chimiques

### IV.2.1 Evaluation de température

La température est un paramètre important puisqu'elle influe directement sur la croissance, la cinétique de réactions, le taux l'humidité, et la diffusion de l'oxygène des micro-organismes présents dans le milieu et leur type [36].

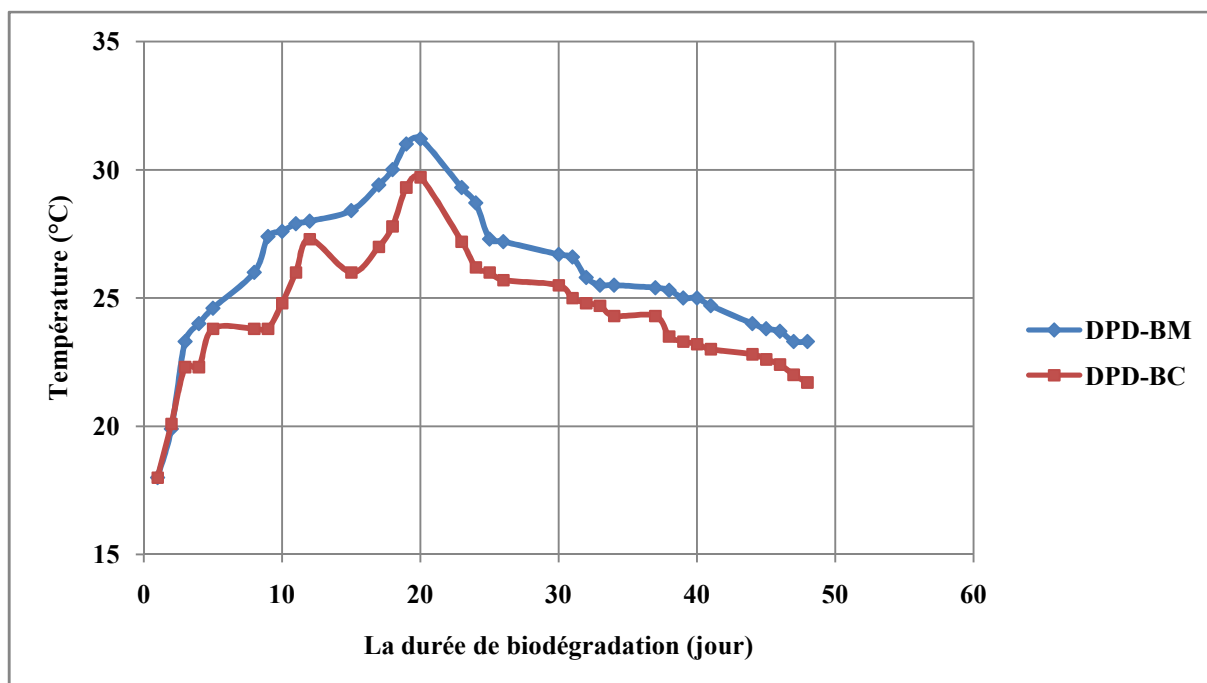
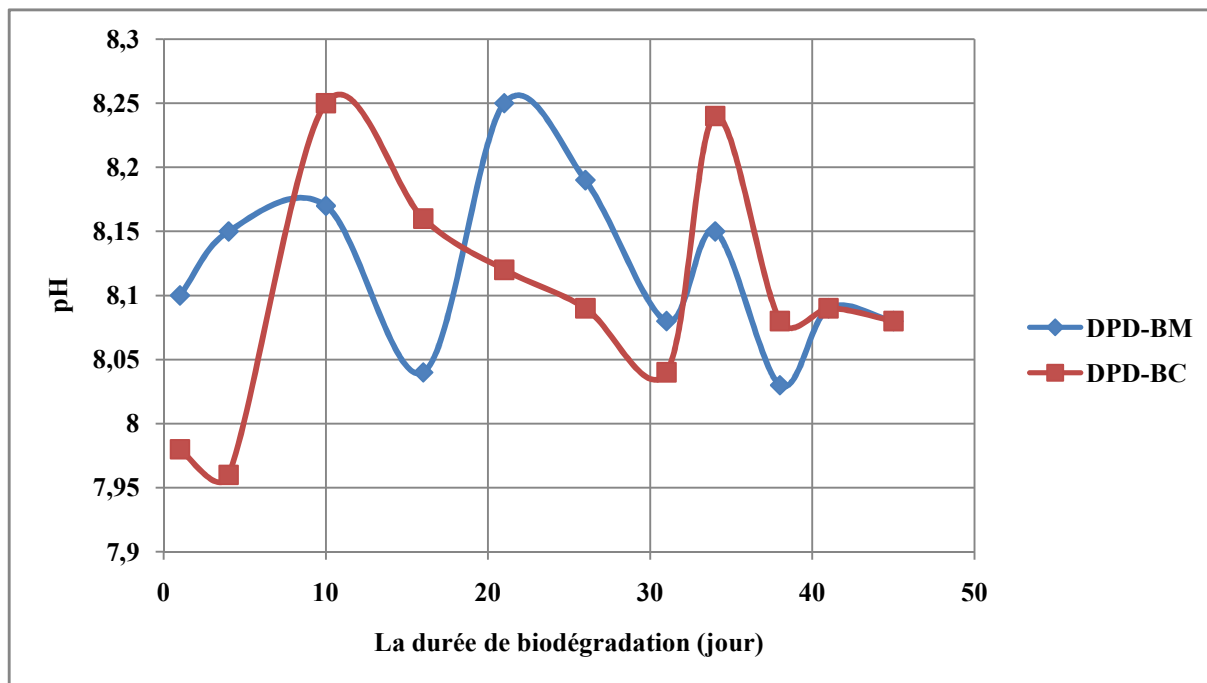


Figure IV.1 : Evolution de la température des mélanges

La figure IV.1 représente l'évolution des températures du milieu durant le processus de biodégradation. La figure a montré que la température de nos mélanges a augmenté graduellement à partir de 1<sup>ère</sup> jour pour arriver à sa valeur maximale en 20<sup>ième</sup> jour, où elle a atteint à 31,2 °C pour DPD-BM et 29,7 °C pour DPD-BC. Cette augmentation de température est peut expliquer par la présence d'une matière organique facilement dégradable. De 20<sup>ième</sup> à 30<sup>ième</sup> jour la température a diminué rapidement pour se stabiliser dans la température ambiante jusqu'à la fin.

### IV.2.2 Evaluation de pH

La **figure IV.2** représente la variation des pH des mélanges en fonction des jours de biotransformation des ces mélanges.



**Figure IV.2 : Evolution de pH des mélanges**

La **figure IV.2** a montré que les valeurs de pH ont été basiques au long des jours de biodégradation des mélanges, où les valeurs de pH ont oscillé de 8,04 à 8,25 pour DPD-BM et de 7,95 à 8,25 pour DPD-BC. Cette variation peut être expliquée par la libération des bases dans le milieu [35].

### IV.2.3 Évolution de conductivité électrique (CE)

La figure ci-dessous (**Fig. IV.3**) représente la variation des conductivités électriques des mélanges en fonction des jours de biodégradation. La conductivité électrique est un paramètre lié par la salinité du milieu.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les valeurs de DPD-BM ont augmenté dans les trois jours premiers puis ont diminué pour se augmenter de nouveau dans le 34<sup>ème</sup> jour, tandis que les valeurs de DPD-BC ont resté presque constantes autour de la valeur 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  puis elles ont augmenté dans les jours 34 et 41 pour arriver à sa valeur maximale 1355  $\mu\text{S}/\text{cm}$  jour. L'interprétation de ces résultats revient principalement à l'augmentation des concentrations des certaines ions solubles dans l'eau et à la réduction des certains groupes basiques, en plus à la conversion des certaines molécules de carbone organique contenu dans

les déchets en dioxyde de carbone, ammoniac  $\text{NH}_3$  et composés carbonés  $\text{H}_2\text{S}$  à de faibles taux.

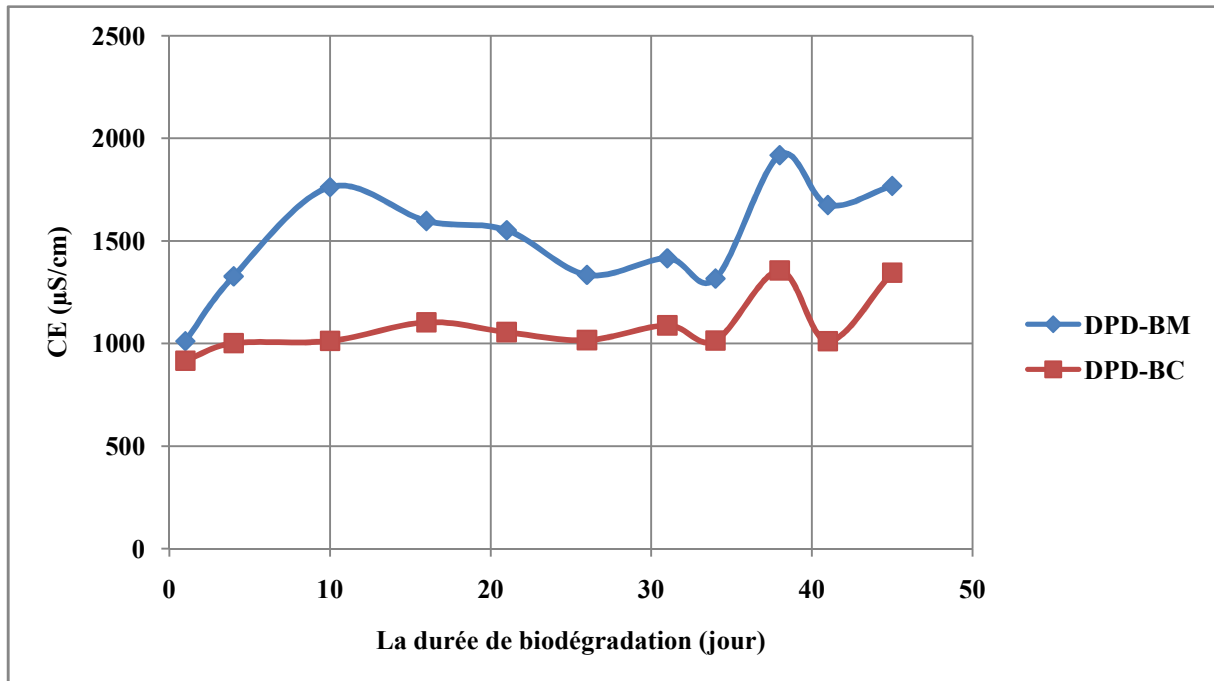


Figure IV.3: Evolution de CE des mélanges

#### IV.2.4 La teneur en humidité

La figure ci-dessous (**Figure IV.4**) montre l'humidité de dégradation des déchets de palmier dattier en présence des bouses des animaux (moutons et chameaux).

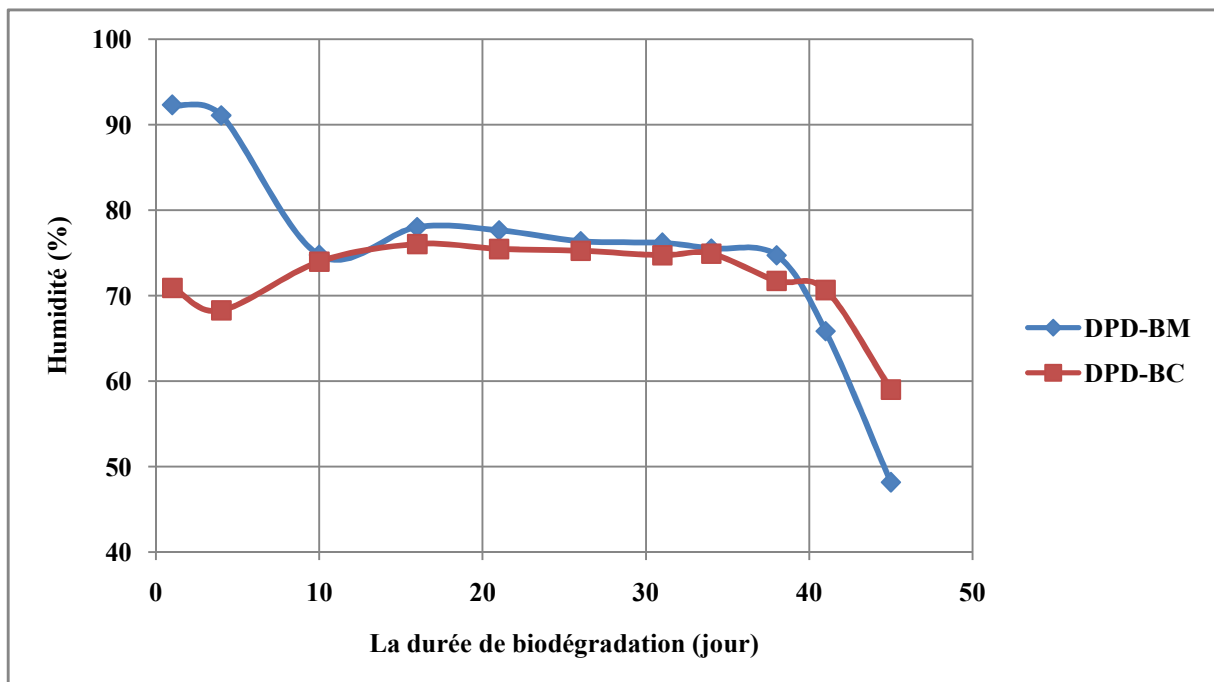


Figure IV.4 : La teneur en humidité des mélanges

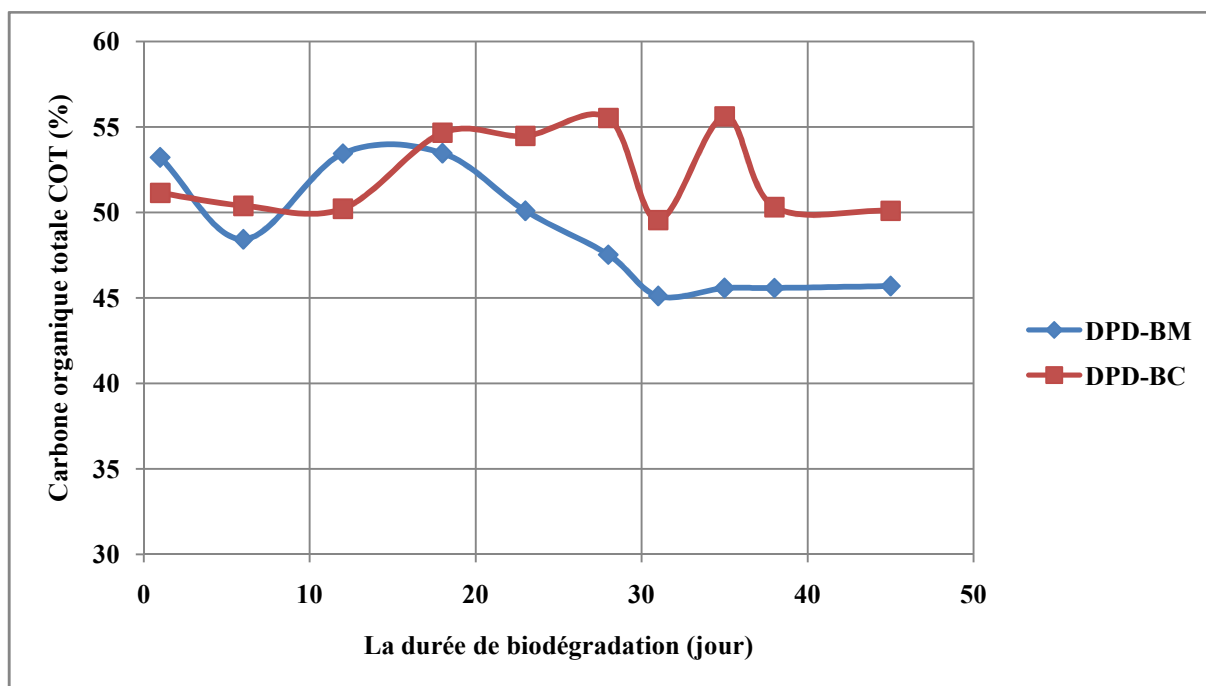


Au cours de processus de biotransformation, le taux d'humidité a varié de 92% à 48 % pour le mélange DPD-BM et de 70 % à 59 % pour le mélange DPD-BC. Le taux d'humidité est un signe important pour assurer l'activité biologique des microorganismes, et par suite suivre le phénomène de dégradation.

#### IV.2.5 Évolution de la teneur en carbone organique total (COT)

La **figure IV.5** montre l'évolution de la teneur en carbone organique total des mélanges. La valeur initiale indiquée au début de processus a été d'environ 53 % pour DPD-BM et 51 % pour DPD-BC. Au cours du processus de biotransformation, la teneur en carbone organique total a diminuée progressivement pour atteindre à la fin de processus au 45 % pour DPD-BM et 50 % DPD-BC, cette diminution est due à la minéralisation de certaines molécules de carbone organique total par les micro-organismes [37].

Dans la fermentation aérobie, les micro-organismes consomment le carbone trente fois plus que d'azote, et le substrat organique perd le carbone qui est rapidement métabolisé et libéré sous forme de dioxyde de carbone [38].



**Figure IV.5 : Evolution de la teneur de carbone organique total (COT) des mélanges**

#### IV.2.6 Évolution de la teneur en azote Kjeldahl total NKT

La **figure IV.6** montre l'évolution de la teneur en azote kjeldahl total en fonction des jours de biodégradation des mélanges. Les teneurs initiales en azote des mélanges ont été

0,43 % pour le DPD-BM et 0,21 % pour DPD-MC. Au cours de biotransformation des déchets des mélanges, nous avons constaté que les teneurs en azote ont diminué dans les dix jours premiers puis elles ont augmenté progressivement jusqu'à la fin pour arriver au 0,59 % pour DPD-BM et 0,26 % pour DPD-MC due à la transformation de certaines molécules organiques à molécules d'azote durant le processus de minéralisation.

Les résultats obtenus nous ont montré que la teneur en azote de DPD-BM a été supérieure à celle de DPD-BC.

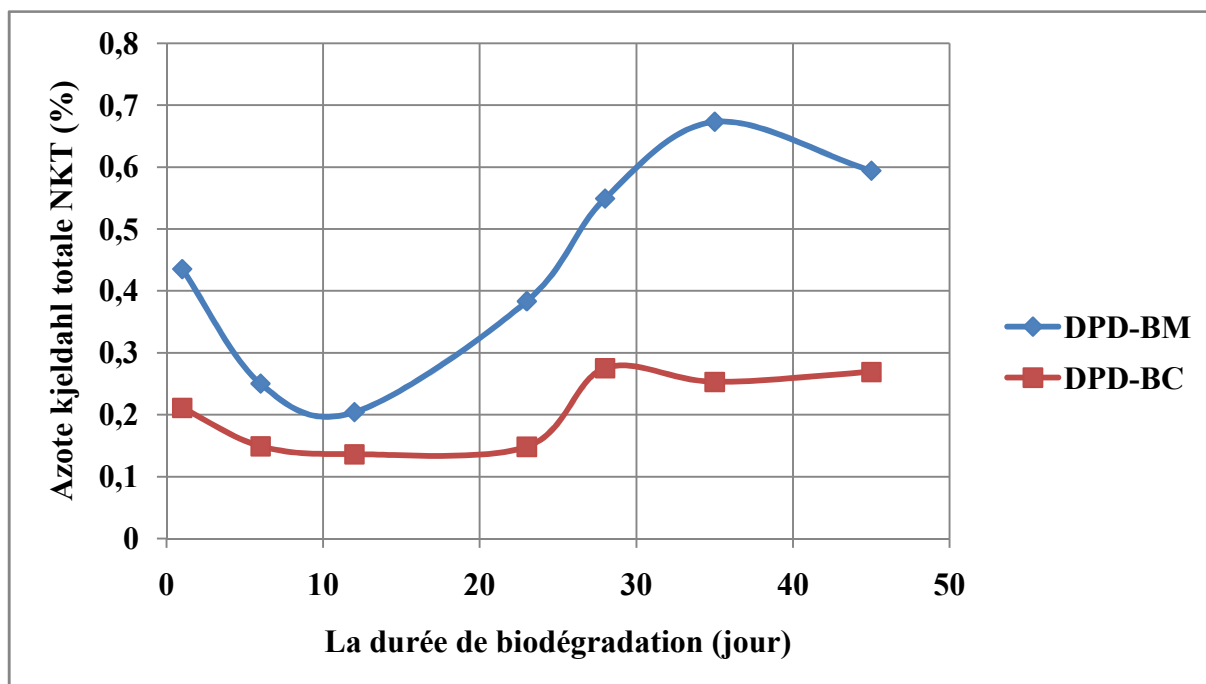


Figure IV.6 : Evolution de la teneur en azote Kjeldahl totale NKT

#### IV.2.7 Rapport C/N

La figure ci-dessous (**figure IV.7**) représente l'évolution des rapports C/N des mélanges au cours de jours de biodégradation des déchets de palmier dattier. Le rapport C/N est facteur important dans l'étude de biotransformation des déchets organiques, car il détermine la nature et la maturité du produit obtenu et il contrôle l'équilibre microbiologique du sol.

Nous avons observé que, les rapports C/N ont augmenté dans le dix jour premiers puis ils ont commencé à diminuer jusqu'à la fin. Les résultats obtenus au cours de notre étude ont montré que les produits obtenus de la biotransformation des déchets de palmier dattier en présence des bouses des animaux (moutons et chameaux) ont été riche en carbone organique.

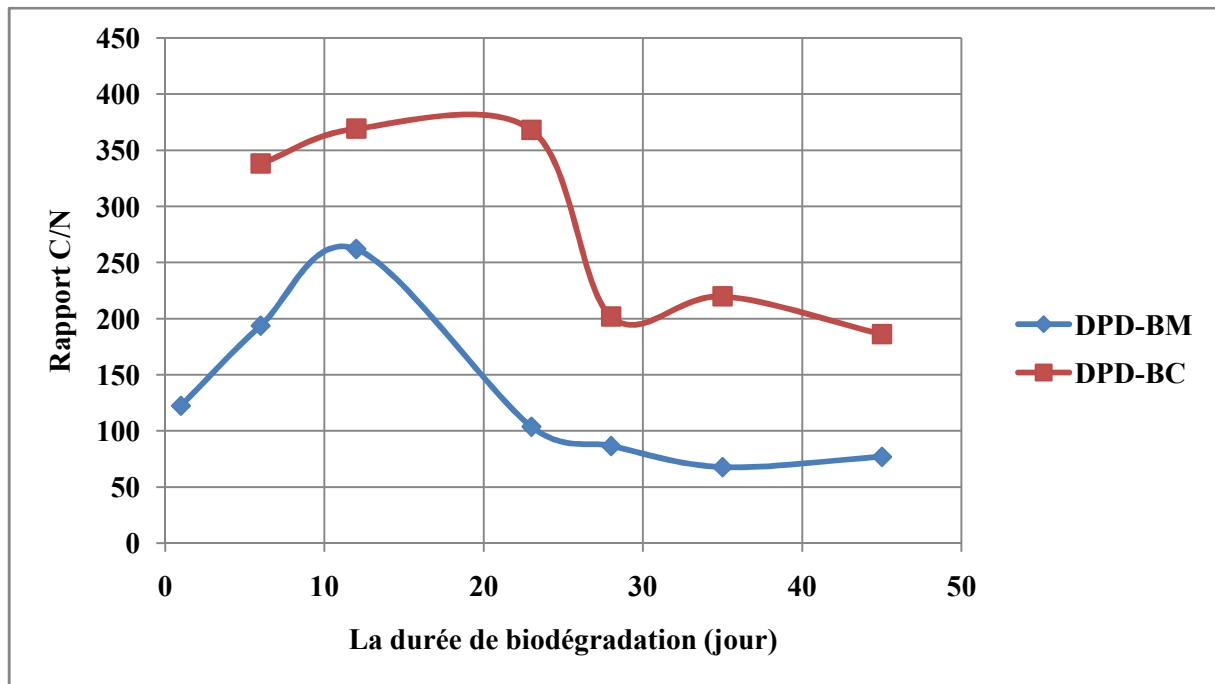


Figure IV.7 Evolution de C/N des mélanges

### IV.3 Etude l'évaluation de tas (la hauteur)

Pendant la durée de biodégradation des déchets des mélanges, nous avons remarqué que l'hauteur de tas de DPD-BM a arrivé à des niveaux plus bas par rapport au tas de DPD-BC. Cela indique que le degré de biodégradation de DPD-BM est plus élevé que DPD-BC.



Figure IV.8 : Évolution de l'hauteur de tas des mélanges

### IV.4 Conclusion

De l'ensemble des résultats obtenus de tous les paramètres étudiés, on peut dire que le produit obtenu à partir d'un mélange de déchets de palmier dattier avec les bouses de mouton (DPD-BM) a donné des meilleurs résultats par rapport au mélange de déchets de palmier dattier avec les bouses de chameau (DPD-BC).

---

---

# Conclusion générale

---

---

## Conclusion générale

---

Ce travail a duré de 45 jours, pour étudier la dégradation des déchets des palmiers dattiers à l'aide de bouses des chameaux et des moutons.

La dégradation des déchets de palmier dattier dans l'environnement est un processus difficile et nécessite beaucoup de temps pour arriver à la phase de maturation, ce qui nous a poussé à réfléchir dans l'addition d'un catalyseur (source d'azote) peut contribuer significativement à réduire la durée de dégradation de ces déchets aux engrais organiques. Par conséquent nous avons préparé deux types des mélanges, dont l'un se compose de déchets de palmiers dattiers avec les bouses de mouton de et le second de déchets de palmier dattiers avec les bouses de chameau, où à partir de l'ensemble des résultats trouvés, le mélange composé des déchets de palmier dattier avec les bouses de mouton a été le meilleur par rapport au mélange des déchets de palmier dattier avec les bouses de chameau.

Enfin, selon les résultats que nous avons obtenus ainsi que les études précédents, nous pouvons dire que la dégradation des déchets organique riche en carbone à l'aide d'une substance riche en azote est un moyen efficace pour recycler les déchets agricoles en engrais organiques.

---

---

# Références

---

---

## Références

---

- [1] J, D, Christophe. *La bouse : historique, importance et écosystème*. Thèse de doctorat. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2016.
- [2] P, Jacques. J, Pierre. *La fertilisation organique des cultures la bases*. Dépôt légal Bibliothèque nationale du Canada, 2005. 52 pages.
- [3] <https://ara.agromassidayu.com>.
- [4] <http://monjardinmamaison.maion-travaux.fr/mon-jardin-ma-maison/conseils-jardinage/fumier-meilleurs-fumiers-potager-269201.html>.
- [5] <https://alkhadraasy.com/2019>.
- [6] J, Girardin. *Des fumiers et autres engrais animaux*. 6<sup>e</sup> édition. LEN POD, 2017.
- [7] <https://faharas.net/organic-fertilizers>.
- [8] <https://www.ecomena.org/vermicomposting-ar/>.
- [9] F, Ben Amara. H, Thamer. *Effet des engrais organique naturels sur le rendement de la pomme de terre, le salanum tuberosum L, la teneur en antioxydants et en protéines des tubercules*. Mémoire de master. Université d'El Oued, 2015.
- [10] <https://dkhlak.com/creative-uses-for-poop/>.
- [11] <https://arabic.com/business/>.
- [12] S, B, Alaoui. *Référentiel pour la Conduite Technique du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.)*, 2015.
- [13] K, Almi. *Développement et caractérisation de matériaux à base du bois de palmier dattier adaptés aux applications de développement durable en Algérie*. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider – Biskra, 2018.
- [14] K, Almi. A, Benchabane. S, Lakel et A. Kriker. *Potential utilization of date palm wood as composite reinforcement*. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 34. 15. (2015): 1231-1240.
- [15] T, Alsaed. B, Yousif et H. Ku. *The potential of using date palm fibres as reinforcement for polymeric composites*. Materials & Design, 43(2013) : 177-184.
- [16] A, Alawar. A, M, Hamed et K, Al-Kaabi. *Characterization of treated date palm tree fiber as composite reinforcement*. Composites Part B: Engineering, 40.7 (2009): 601-606
- [17] B, Agoudjil. B, A, Benchabane. A, Boudenne. L, Ibos et M, Fois. *Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date palm wood*. Energy and buildings, 43. 2 (2011): 491-497.
- [18] W, H, Barreveld. *Date palm products*. FAO, 1993.

## Références

---

- [19] C, Baroin. P, F, Prêt. *Le palmier du Borkou, végétal social total*. Journal des africanistes 63.1 (1993): 5-20.
- [20] M, Ben Salah. Le recyclage des sous-produits des oasis : acquis et perspectives. Communication privée, 2014.
- [21] M, Chandrasekaran. A, H, Bahkali. Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology. Saudi journal of biological sciences, 20. 2 (2013): 105-120.
- [22] I, E, Hadrami. A, E, Hadrami. Breeding date palm." *Breeding plantation tree crops: tropical species*. Springer, New York, NY, 2009. 191-216.
- [23] M, W, Azier. *Etude comparative de trois pieds mâles de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et l'impact de leurs pollens sur quelques caractéristiques physicochimiques des dattes, dans la région d'El Maleh (Biskra)*. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Université de Biskra, 2000.
- [24] S, M, Mirmehdi. F, Zeinaly. F, Dabbagh. Date palm wood flour as filler of linear low-density polyethylene." *Composites Part B: Engineering* 56 (2014): 137-141.
- [25] H, Saad. *Développement de bio-composites à base de fibres végétales et de colles écologiques*. Thèse de doctorat. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2013.
- [26] A, Sbiai. *Matériaux composites à matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier: effet de l'oxydation au tempo sur les fibres*. Thèse de doctorat. Université de Lyon, 2011.
- [27] M, H, Sedra. *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc*. Maroc: INRA Édition (2003).
- [28] M, Tahar. *Contribution au développement des matériaux de construction à base des sous-produits du palmier dattier*. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra, 2018.
- [29] F, H, Ahmed Ali. *Palmier dattier: arbre de la vie entre le passé, le présent et le futur Partie 1*. Ed, Dare el arabia, Kairo, Egypt, 2005.
- [30] G. Peyron. *Cultivar le palmier dattier*. C.I.R.A.D, Montpellier, France, 2000. 110p.
- [31] Z, Abdelouahhab. E, J, Arias-Jimenez. Date palm cultivation." *Food and agriculture organization (FAO)* (1999).
- [32] A, Zaid. P, F, De Wet. "Chapter I botanical and systematic description of date palm." *FAO plant production and protection papers* (1999): 1-28.
- [33] Djaleli. Adrar est disponible sur 364 types des plus belles dates. Récupéré sur djazairess, le 24 november 2014 : <https://www.djazairess.com/eldjournhouria/56425>.



## Références

---

- [34] M, Bougera. Oasis à Adrar. Récupéré sur startimes, le 29 mars 2011 : <http://www.startimes.com/?t=27605072>.
- [35] L, El Fels. *Suivi physico-chimique, microbiologique et écotoxicologique du compostage de boues de STEP mélanges a des déchets de palmier: validation de nouveaux indices de maturité*. Thèse de doctorat. Université de Toulouse, 2014.
- [36] V, Dollé. G, Peyron. Cultiver le palmier-dattier: guide illustré de formation. (2000).
- [37] N, D, Tahraoui. *Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie*. Thèse de doctorat. Université de Limoges, 2013.
- [38] A, Znaïdi. *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 doctorat. Mediterranean Agronomic Institute of Bari, 2002.
- [39] M, Chaïb. A, Ben Ali. *Suivi des paramètres physico-chimiques de compostage des déchets des palmiers dattiers en utilisant les déchets du thé et du café*. Mémoire de Master en Chimie. Université Ahmed Draïa -Adrar-, 2021.
- [40] <https://images.app.goo.gl/pSdrcH2q9agDJpTYA>.
- [41] <https://images.app.goo.gl/GBs63o8amiobts8y8>.
- [42] [Stringfixer.com](https://stringfixer.com) google.com
- [43] <https://faharas.net>.
- [44] <https://images.app.goo.gl/J9UfvGTXqiaBLpcz9>.
- [45] <https://images.app.goo.gl/RZigijKVmQUX1UI6A>.
- [46] Birdbud.com google.com