

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Kasdi Merbah-Ouargla**

**Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière**

**Département de chimie**



## **Mémoire**

**Préparé pour l'Obtention du diplôme de Master Académique**

**Filière : Chimie Organique, Spécialité : Chimie des Produits Naturels**

**Présenté par :**

**Hadri Safa Et Brek Nour Elhouda**

**Thème :**

**Etude Chimique de Quelques Bio-produits  
Issus du Palmier dattier de la Région de Ouargla**

Soutenu le : 30 / 09 / 2020 devant le jury :

<b>M<sup>r</sup> HADJ MAHAMMED Mahfoud</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université KM Ouargla</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>lle</sup> MESROUK Houria</b>	<b>MCB</b>	<b>ENS - Ouargla</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> BOUZIANE Mebarka</b>	<b>MCA</b>	<b>Université KM Ouargla</b>	<b>Encadreur</b>

**Année universitaire : 2019/2020**

إهداء

إلى اللذين بإحسانهم وعطفهم جعلوا الحياة جميلة  
فكانوا خير معين على طريق العلم  
والداي وإخوتي

إلى من كان لهم طيب الأثر على حياتي  
فأضافوا لها رونقا  
لازلت كلما اشتدت بي أحداثها  
اتخذت منهم خير ناصح ومرشد  
أصدقائي

حضري صفاء

## إهداء

باسم الله الرحمن الرحيم  
(وقل إعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)  
صدق الله العظيم

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك، ولا تطيب اللحظات  
إلا بذكرك..... ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب الجنة إلا برويتك

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين  
سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى صاحب السيرة العطرة، إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم  
أرجو من الله أن يمد في عمرك لتري ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار  
.....أبي الغالي

إلى من وضع الله عز و جل الجنة تحت قدميها، إلى النور الذي يضيء حياتي  
و النبع الذي أرتوي منه حبا و حنانا.....أمي الحبيبة.

إلى روحك الطيبة، رمز الحنان و الاطمئنان.....جدتي الغالية  
إلى الشموع التي تنير حياتي، إلى من آثروني على أنفسهم...لأخواتي  
ياسمين، ليلي، حيزية، مليكة، مفيدة  
إلى صاحب القلب الطيب، صديقي و رفيق دربي .....لروح أخي الطاهرة بلال.  
إلى الكتف الذي أتكى عليه، سندي و مصدر قوتي ..... أخي العزيز عبد الغني.

إلى أخواتي اللواتي لم تلهن أمي .. إلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى  
ينابيع الصدق الصافي إلى من معهم سعدت ، وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة  
والحزينة سرت إلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير.....لصديقاتي  
"صفاء، حليلة، سناء، فاطمة الزهراء و إشراق"

بريك نور الهدى

# Remerciements

Nous remercions, en premier lieu, **Allah** le tout-puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'Il nous a donnée pour terminer ce mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements à **Dr. Bouziane Mebarka**, notre encadreur, pour toute son attention, sa disponibilité et ses conseils durant la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier **Pr. Kriker Abdelouahed** Doyen de la faculté de Sciences Appliquées de l'université d'Ouargla, de nous avoir accueillies dans le laboratoire EVRNZA, pour son aide et ses orientations fructueuses.

Nous remercions vivement **Pr. Hadj Mahammed Mahfoud** et Dr. **Mesrouk Houria**, membres du jury de nous avoir honorés d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons à remercier Mlle **Cherifi ferdous**, doctorante au département de chimie, pour son assistance et son soutien.

Nous remercions également **Babziz Djaber** et **Hammi Bouchra**, nos collègues du département génie civil de la faculté de Sciences Appliquées pour leur hospitalité et l'environnement d'amitié et de collaboration scientifique qu'ils ont présenté durant notre travail au sein du laboratoire EVRNZA.

Nous tenons aussi encore une fois à remercier **Pr. Hadj Mahammed Mahfoud** pour son aide et ses conseils et de nous avoir accueillies dans le laboratoire BMD à l'université d'Ouargla.

Nos remerciements vont aussi à tous **nos enseignants** du département de chimie à la faculté des Mathématiques et des Sciences de la matière de l'université d'Ouargla.

Sans oublier nos collègues des promotions de 2ème année Master Chimie //2019-2020//.

En fin, nous remercions vivement **toutes les personnes** qui ont participé à l'accomplissement de ce travail.

## *Liste des abréviations*

---

<b>MEB :</b>	Microscopie électronique à balayage
<b>NaOH:</b>	Hydroxyde de sodium
<b>TGA:</b>	Thermo Gravimetric Analysis
<b>UV:</b>	Ultra-Violet
<b>LaB6:</b>	Lanthanum hexaboride
<b>SEM:</b>	Scanning Electron Microscopy.
<b>RX :</b>	Rayons X
<b>FT-IR :</b>	La spectrométrie Infrarouge de Fourier

## Liste des figures

---

### PARTIE THEORIQUE

#### CHAPITRE I : ÉTUDE DESCRIPTIVE DU PALMIER DATTIER

- Figure (I.1) :** Datte  
**Figure (I.2) :** Pays de tradition Phoenicicole à travers le monde  
**Figure (I.3) :** Diagramme à la répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya en 2014  
**Figure (I.4) :** Déches des palmiers dattiers  
**Figure (I.5) :** Quelques utilisations traditionnelles des déchets de palmier dattier

#### CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES FIBRES

- Figure (II .1) :** Classification générale des fibres  
**Figure (II .2) :** Classification des fibres végétales  
**Figure (II .3):** (a). La production mondiale annuelle de plantes naturelles  
(b). Prix de certaines fibres naturelles par rapport au palmier dattier  
**Figure (II .4) :** structure générale d'une fibre naturelle  
**Figure (II .5):** Structure de la fibre végétale  
**Figure (II.6) :** Structure de la molécule de lignine  
**Figure (II.7) :** Parties du palmier dattier  
**Figure (II.8):** Observation de la fibre de différentes parties du palmier, par MEB.  
Coupe transversales et longitudinale  
**Figure (II.19):** Principe de Plasma froid  
**Figure (II.10):** Principe du traitement Corona

### PARTIE EXPERIMENTALE

#### CHAPITRE II: APPLICATIONS INDUSTRIELLES PAR DES FIBRES NATURELLES

- Figure (III.1) :** Radars d'aéronefs  
**Figure (III.2):** Composants de Mercedes Benz classe (E )  
**Figure (III.3):** Diaphragme en fibres nano-cellulosiques utilisé dans les écouteurs SONY

## *Liste des photos*

---

### **PARTIE THEORIQUE**

#### **CHAPITRE I : ÉTUDE DESCRIPTIVE DU PALMIER DATTIER**

- Photo (I.1) :** Une palmeraie dans la ville de Touggourt, Ouargla  
**Photo (I.2) :** Différents composants du palmier dattier  
**Photo (I.3) :** Photo d'une palme

### **PARTIE EXPERIMENTALE**

#### **CHAPITRE I : TRAVAIL EXPERIMENTAL REALISE**

- Photo (III.1) :** Préparation de la matière végétale.  
**Photo (III.2) :** Les échantillons d'optimisation  
**Photo (III.3) :** Les échantillons des essais mécaniques  
**Photo (III.4) :** L'application du prétraitement sur les échantillons d'optimisation.  
**Photo (III.5) :** L'application du traitement alcalin sur les échantillons d'optimisation.  
.

## *Liste des schémas*

---

### **PARTIE THEORIQUE**

#### **CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES FIBRES**

- Schéma (II.1):** Structure de Cellobiose  
**Schéma (II.2):** Structure de la cellulose  
**Schéma (II.3) :** Structure des précurseurs de la lignine  
**Schéma (II.4):** Structure de l'hémicellulose  
**Schéma (II.5) :** Structure d'une chaîne d'acide uronique



## *Liste des tableaux*

---

### **PARTIE THEORIQUE**

#### **CHAPITRE I : ÉTUDE BOTANIQUE DU PALMIER DATTIER**

**Tableau (I.1):** Les sept premiers pays arabes en termes de nombre de palmiers

#### **CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES FIBRES**

**Tableau (II.1) :** Les compositions chimiques de quelques types des fibres végétales

**Tableau (II.2) :** Les propriétés physiques et mécaniques des fibres de palmier dattier avec d'autres types d'origines végétales

**Tableau (II .3) :** Travaux antérieures

**Tableau (II.4) :** L'effet de traitement chimique sur la surface de la fibre

**Tableau (II .5) :** Avantages et inconvénients des fibres végétales

# Sommaire

N°	Titre	Page
	Dédicaces.	I
	Remerciements.	III
	Liste des abréviations.	V
	Liste des figures.	VI
	Liste des photos.	VII
	Liste des schémas.	VII
	Liste des tableaux.	VII
	Sommaire.	XII
	Introduction Générale.	1

## *Partie théorique*

### **Chapitre I: *Étude botanique du palmier dattier***

<b>I.1</b>	Introduction	<b>3</b>
<b>I.2</b>	Origine	<b>3</b>
<b>I.3</b>	Position systématique	<b>4</b>
<b>I.4</b>	Description morphologique du palmier dattier	<b>4</b>
	<b>I.4.1</b> La Palme	<b>5</b>
	<b>I.4.2</b> Les Dattes	<b>6</b>
	<b>I.4.3</b> Le Régime de dattes	<b>6</b>
	<b>I.4.4</b> Le Tronc (le stipe)	<b>7</b>
	<b>I.4.5</b> Le Fibrillum	<b>7</b>
	<b>I.4.6</b> Les pétioles (Kornafs)	<b>7</b>
<b>I.5</b>	Répartition géographique du palmier dattier	<b>8</b>
	<b>I.5.1</b> Dans le monde	<b>8</b>
	<b>I.5.2</b> En Algérie	<b>8</b>
<b>I.6</b>	Les sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations traditionnelles	<b>10</b>

### **Chapitre II : *Synthèse bibliographique sur les fibres***

<b>II.1</b>	Introduction	<b>11</b>
<b>II.2</b>	Types de fibres	<b>11</b>
<b>II.3</b>	Les fibres naturelles	<b>12</b>
<b>II.4</b>	Les fibres végétales	<b>12</b>
<b>II.4.1</b>	Définition d'une fibre végétale	<b>12</b>
<b>II.4.2</b>	Historique des fibres végétales	<b>13</b>
<b>II.4.3</b>	Production mondiale en fibres végétales	<b>14</b>
<b>II.4.4</b>	Morphologie de la fibre végétale	<b>14</b>
<b>II.4.5</b>	Structure des fibres végétales	<b>15</b>
<b>II.4.6</b>	Compositions chimiques des fibres végétales	<b>16</b>
<b>II.4.6.1</b>	La cellulose	<b>17</b>
<b>II.4.6.2</b>	La lignine	<b>18</b>
<b>II.4.6.3</b>	L'hémicelluloses	<b>19</b>
<b>II.4.6.4</b>	Les pectines	<b>20</b>
<b>II.4.6.5</b>	Les cires	<b>20</b>
<b>II.4.7</b>	Les propriétés des fibres naturelles	<b>21</b>
<b>II.5</b>	Les fibres des palmiers dattiers	<b>21</b>
<b>II.5.1</b>	La morphologie de surface des fibres du palmier dattier	<b>22</b>
<b>II.6</b>	Extraction des fibres végétales	<b>23</b>
<b>II.6.1</b>	Extraction biologique	<b>23</b>
<b>II.6.1.1</b>	Rouissage à terre	<b>23</b>
<b>II.6.1.2</b>	Rouissage à l'eau	<b>23</b>
<b>II.6.1.3</b>	Rouissage enzymatique	<b>23</b>
<b>II.6.2</b>	Extraction mécanique	<b>23</b>
<b>II.6.2.1</b>	La méthode manuelle	<b>24</b>
<b>II.6.2.2</b>	Méthode par laminage ou pressage	<b>24</b>
<b>II.6.3</b>	Extraction physique	<b>24</b>
<b>II.6.3.1</b>	Traitement par Plasma	<b>24</b>
<b>II.6.3.2</b>	Traitement Corona	<b>25</b>
<b>II.6.4</b>	Extraction chimique	<b>26</b>
<b>II.6.5</b>	Les effets du traitement chimique sur la surface de la fibre	<b>27</b>
	(Travaux antérieurs)	

<b>II.7</b>	Analyse des fibres	<b>28</b>
<b>II.7.1</b>	Analyse morphologique	<b>28</b>
<b>II.7.2</b>	Analyse de composition par FT-IR	<b>29</b>
<b>II.7.3</b>	Analyse par diffraction des rayons X (XRD)	<b>29</b>
<b>II.7.4</b>	Analyse thermogravimétrique (TGA)	<b>29</b>
<b>II.8</b>	Avantages et inconvénients des fibres végétales	<b>30</b>

## *Partie expérimental*

### **Chapitre I : *Matériel végétal et extraction***

<b>I.1</b>	Introduction	<b>31</b>
<b>I.2</b>	Matériel végétal	<b>31</b>
<b>I.2.1</b>	Collecte du Matériel végétal	<b>31</b>
<b>I.2.2</b>	Préparation du Matériel végétal	<b>31</b>
<b>I.2.3</b>	Préparation des échantillons	<b>32</b>
<b>I.3</b>	Optimisation des conditions d'extraction des fibres	<b>33</b>
<b>I.4</b>	Extraction des fibres	<b>34</b>
<b>I.5</b>	Protocole expérimental	<b>36</b>

### **Chapitre II: *Applications industrielles des fibres végétales***

<b>II.1</b>	Introduction	<b>38</b>
<b>II.2</b>	Les fibres végétales dans les matériaux composites	<b>38</b>
<b>II.3</b>	Applications dans le secteur d'automobile	<b>41</b>
<b>II.4</b>	Applications dans le secteur de constructions	<b>42</b>
<b>II.5</b>	Applications dans le secteur d'électronique	<b>43</b>
	Conclusion Générale.	<b>45</b>
	Références Bibliographiques.	<b>46</b>
	Annexes.	

# Introduction Générale

---

# Introduction Générale

---

Le palmier dattier est considéré comme l'un des sources de fibres naturelles les plus disponibles, il présente une structure fibreuse avec quatre types de fibres: fibres de feuilles dans le pédoncule, fibres de baste dans la tige, fibres de bois dans le tronc et fibres de surface autour du tronc.

Les fibres végétales sont la ressource renouvelable la plus abondante au monde. Ces matériaux peuvent être obtenus à partir de la biomasse naturellement disponible ou des déchets de l'agriculture, elles présentent des avantages intéressants et favorables pour des applications technologiques et industrielles dans divers domaines comme par exemple l'électronique, la construction, l'industrie automobile..., qui exigent des matériaux légers à haute performance, des possibilités de recyclage, le minimum d'impact sur l'environnement, et une réduction du coût de la matière.

Ce travail a visé lors de sa proposition deux buts:

*À long terme :*

- ✚ Le recyclage de sous-produits issus du palmier dattier.
- ✚ La valorisation du palmier dattier, en tant qu'une des plus importantes ressources naturelles de la biomasse en Algérie.

*À court terme :*

- ✚ L'extraction chimique des fibres lignocellulosiques à partir des sous-produits du palmier dattier.
- ✚ L'étude des caractéristiques : physico-chimiques, morphologiques et mécaniques des fibres extraites.

Mais, comme le travail expérimental de ce mémoire a été interrompu en raison de la situation générale de notre pays et du monde entiers à cause de la pandémie Covid-19, nous avons essayé de nous familiariser avec le thème théoriquement, ce qui va nous permettre d'acquérir le plus de connaissances souhaitées à partir des expérimentations.

Donc pour mener à terme ce projet, nous avons structuré ce travail en deux parties dont chacune comprend deux chapitres:

➤ Dans la partie théorique :

\* Le premier chapitre comprend un aperçu botanique descriptif du palmier dattier.

\* Le deuxième chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les fibres naturelles précisément les fibres végétales.

➤ Dans la partie expérimentale :

\* Le premier chapitre est consacré au travail expérimental réalisé sur terrain et au laboratoire avant la pandémie.

\* Dans le deuxième chapitre, considéré un substitut au chapitre d'analyse et de résultats, nous avons résumé des applications parmi les plus importantes des fibres dans différents domaines industriels et technologiques.

Enfin le mémoire est achevé par une conclusion générale et les références bibliographiques qui ont servi à la finalisation de ce travail.

# Partie Théorique

---



# Chapitre I

---

## Étude Botanique du palmier dattier

### I. 1. Introduction :

Le palmier dattier sous le nom scientifique *Phoenix dactylifera* est considéré depuis des millénaires comme la plante reine la plus appréciée et cultivé par les populations des terres sèches. Aussi connu pour ses bienfaits et ses fruits (les dattes).

Le palmier dattier est en outre le symbole de la résistance par sa structure et ses caractéristiques uniques. Il est considéré comme une espèce thermophile. Sa végétation s'arrête à partir de 10°C. L'intensité maximale de végétation est atteinte à des températures de 30-40°C. La période de maturation des fruits correspond aux mois les plus chauds de l'année [1,2] .



**Photo (I.1) : Photo d'une palmeraie dans la ville de Touggourt, Ouargla**

### I. 2. Origine :

Le palmier dattier a été dénommé « *Phoenix dactylifera* » par Linné en 1734. Se proviendrait de *Phoenix*, nom du dattier chez les Grecs de l'antiquité qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens. Une autre hypothèse veut que les Grecs aient appelé *Phœnix* l'oiseau renaissant de ses cendres et qu'il ait été attribué au dattier en raison de sa capacité à survivre après avoir été partiellement brûlé.

Le terme *dactylifera* fait référence au doigt (*dactylus* en latin), en raison de la forme des fruits et à *fero* (qui porte) en latin. [3]

### I.3. Position systématique :

Le palmier dattier est une monocotylédone, dioïque, il existe des palmiers mâles qui sont «*DOKKARS*» et des palmiers femelles qui sont «*NAKHIL* » et c'est sûr la plante femelle qui développe les fruits, quand un plant mâle est capable de polliniser entre 40 et 50 plantes femelles. Le genre *Phoenix* comporte douze espèces et l'espèce *dactylifera L.* se distingue des autres espèces du même genre par un tronc long et grêle et par des feuilles glauques. [2,4]

Selon[5] le palmier dattier est classifié comme suit :

Embranchement .....	Phanérogames.
Sous-embranchement.....	Angiospermes.
Classe.....	Monocotylédones.
Groupe.....	Phoenocoides.
Famille.....	Palmae
Sous-famille.....	Coryphoideae
Genre.....	<i>Phoenix</i>
Espèce.....	<i>Phoenix dactylifera L.</i>

### I.4. Description morphologique du palmier dattier :

La croissance et l'évolution naturelle d'une palmier dattier passent par quatre étapes successives qui sont définies par les termes palmes jeunes, palmes adultes, palmes mûres et palmes sèches [6].

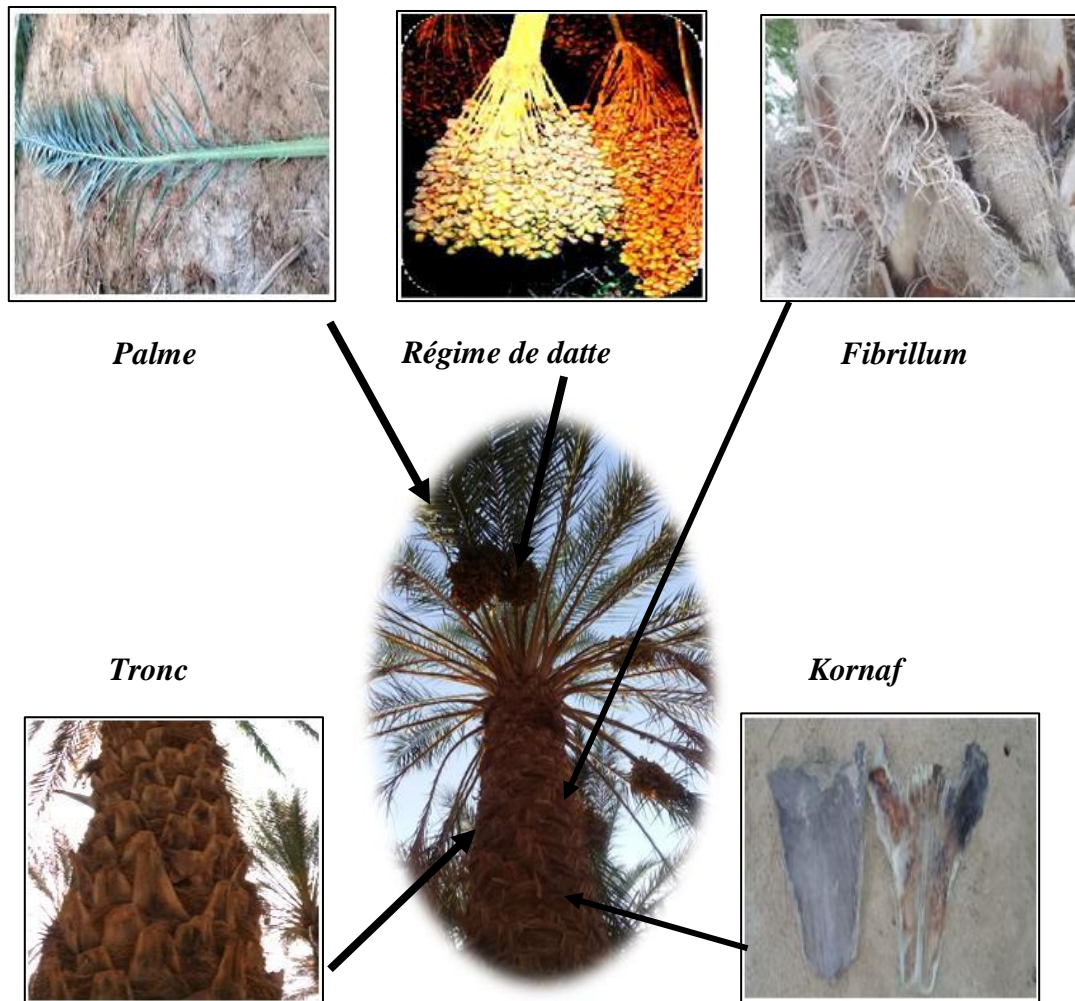
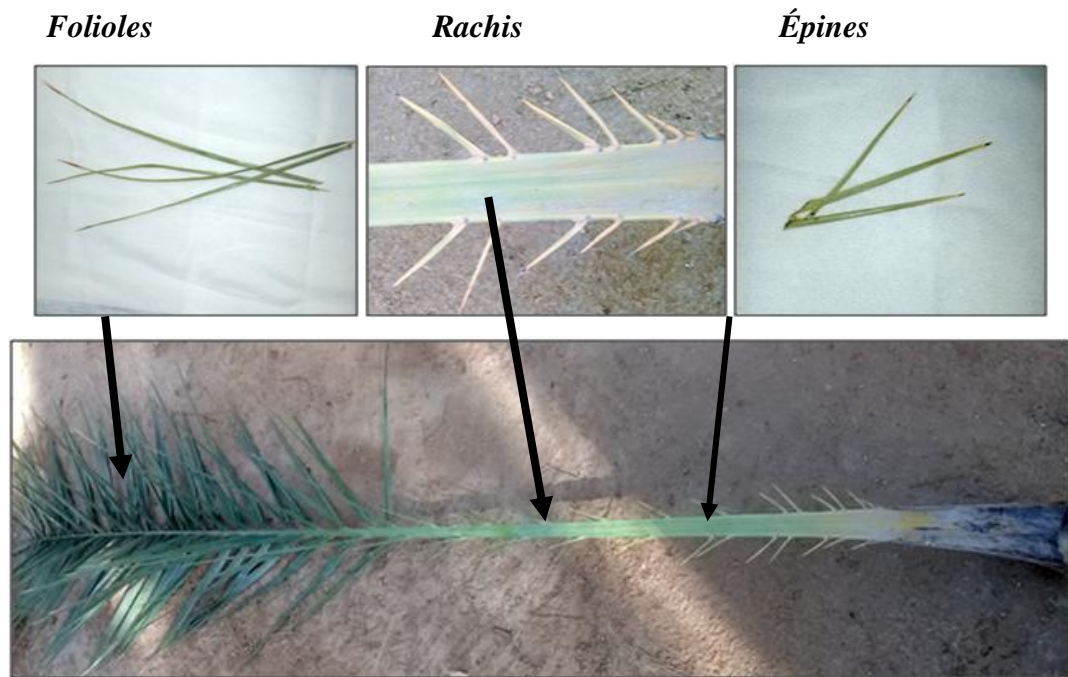


Photo (I.2) : Différents composants du palmier dattier

### I.4.1. La palme :

La palme ou en arabe (*Djerid*) est une feuille pennée dont les folioles sont régulièrement disposées en position oblique le long du rachis (*Gand*) qui s'étend jusqu'au pétiole (*Kornaf*) le nom local de la base pétiole des palmes.

La longueur d'une palme peut varier de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres. Suivant cette longueur, la palme peut être divisée en quatre parties : partie pétiole, partie épineuse, partie intermédiaire et partie foliotée. Il convient de noter que L'ensemble des palmes au sommet du stipe est appelé *Couronne* ; elle peut faire de 6 à 10 mètres d'envergure [6,7].



**Photo (I.3) : Les parties d'une palme**

### **I.4.2. Les Dattes**

Ce sont les fruits, elles sont des baies de forme ovale de 3 cm de long, comme le montre la **Figure I.4**. La chaire très sucrée entoure la graine. Récoltée en automne, leur couleur varie du rouge lumineux au jaune lumineux selon les variétés ; elles seront ensuite séchées au soleil. Un palmier dattier peut produire de 10 jusqu'à 100 kg par an[6].



**Figure (I.1) : Photo des Dattes**

### **I.4.3. Le Régime de dattes :**

Un régime de dattes (ou spécule) est la partie qui supporte les fruits du palmier dattier. On parle aussi de régime pour les bananes. Il est accroché au palmier dattier par la hampe, qui est d'ailleurs tellement résistante qu'elle doit être sciée pour être décrochée. Il peut contenir plus de 1000 fruits, Le palmier dattier devra être âgé d'au minimum 7 ans avant de produire des dattes.[6]

### I.4.4. Le Tronc (le stipe) :

Il s'appelle plus justement « *stipe* », c'est la partie cylindrique du palmier dattier c'est-à-dire d'un même diamètre de bas en haut, sauf à la base, où l'on trouve les racines respiratoires. Mais le stipe ne sera d'un diamètre vraiment constant que si la croissance de l'arbre a été régulière depuis son plus jeune âge.

Le tronc pousse au fur et à mesure de la croissance du bourgeon terminal « *Le phyllophore* » qui est le responsable de la croissance en hauteur du palmier dattier et du développement des feuilles [4].

### I.4.5. Fibrillium :

Le *Fibrillium* est la gaine de fibre qui entoure le stipe entre les bases des palmes. *Fibrillium*, la même appellation est utilisée en Anglais, on l'appelle aussi fibres de surface de palmier dattier et « *Lif* » en arabe. Il est constitué de la superposition de trois treillis, et a formé d'une plaque presque rectangulaire de longueur 300-500 mm et de largeur de 200-300 mm. Le rôle écologique des fibres de surface de palmier dattier est de renforcer le tronc et le protéger contre les chocs extérieurs et la chaleur du désert. Pendant l'entretien annuel des palmiers, chaque palmier dattier peut se débarrasser d'environ 3kg de Fibrillium [4] .

### I.4.6. Pétioles (Kornafs) :

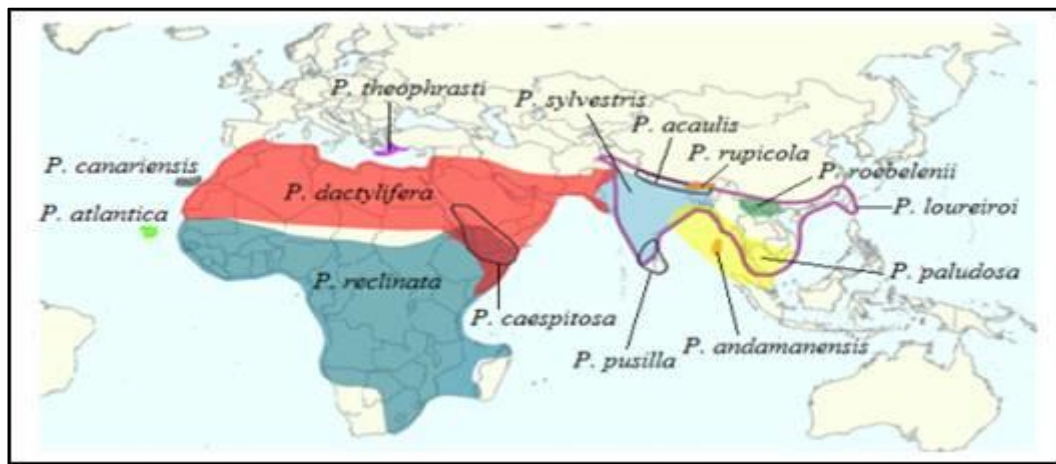
C'est la partie de la palme enfuie dans le *Fibrillium*, il est généralement large, son diamètre longitudinal atteint 30 cm, et sa longueur varie entre 25 et 50 cm selon l'espèce de palmier. Le *Pétiole* contribue avec le *Fibrillium* dans le renforcement et la protection du tronc contre l'endommagement causé par les animaux, les chocs extérieurs, et contre le climat difficile [4] .

## **I.5. Répartition géographique du palmier dattier :**

### **I.5.1. Dans le monde :**

La culture du palmier dattier est concentrée dans les régions arides au Sud de la Méditerranée et dans la frange méridionale du Proche Orient depuis le sud-est de l'Iran jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest, entre les altitudes 15° et 35° Nord. L'Espagne reste le seul pays d'Europe à produire des dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord.

L'aire de culture historique, traditionnelle, du dattier est celle pour laquelle la *Phoenici* culture y est millénaire. Il s'agit du Moyen et du Proche-Orient, de l'Afrique du Nord et d'une partie du Nord-ouest de l'Inde et du Pakistan (**Figure I.2**). [8]



**Figure (I.2) : Pays de tradition Phoenicoles (en rouge) à travers le monde [3]**

Le palmier dattier se trouve aussi en Afrique subsaharienne notamment dans les pays sahéliens. Il a également été introduit au Mexique, en Argentine et en Australie où il est cultivé à plus faible échelle. [8]

### **I.5. 2. En Algérie :**

En Algérie, le palmier dattier est cultivé dans les oasis au sud du pays en particulier au nord du Sahara, sa culture occupe une superficie de 167. 000 ha (Ministère de l'Agriculture et du développement Rural, 2015) avec 18,6 millions de palmiers et plus de 800 variétés, dont les plus importantes sont : *Deglet Nour*, *Ghars* et *Mech Degla* .

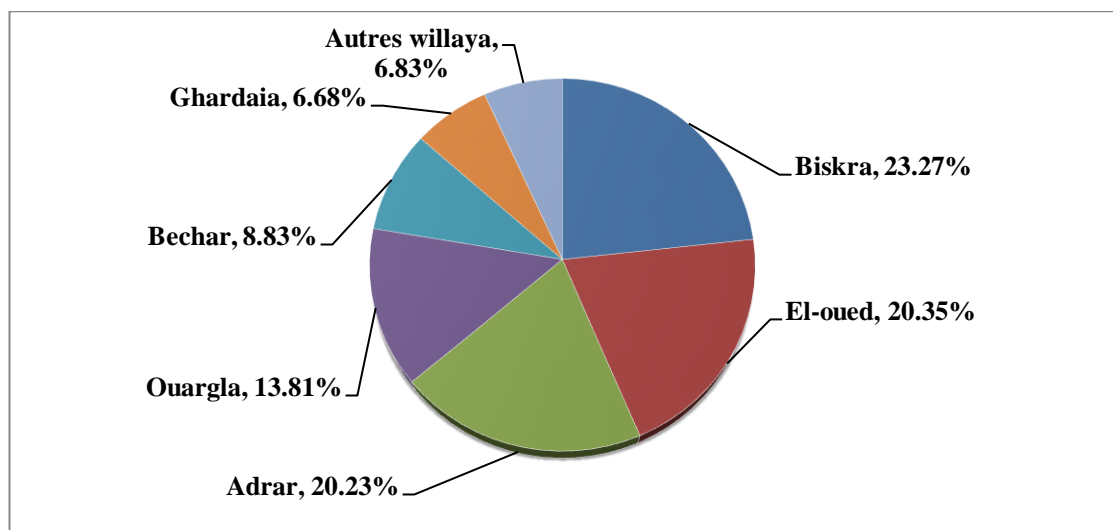
L'Algérie se classe après les Émirats Arabes Unis, l'Arabie saoudite et l'Irak mais avant l'Égypte, la Tunisie et le Maroc, cela la classe à la quatrième position de monde arabe en

2016. Alors que les principales régions phoenicoles à l'échelle internationale sont localisées dans les wilayas de: Adrar, Biskra, El Oued, et Ouargla. [9, 10,11]

**Tableau (I.1): les sept premiers pays arabes en termes de nombre de palmiers [11]**

Classement	Pays	Nombre de palmier (millions)
1	Émirats Arabes Unis	40
2	Arabie saoudite	28,5
3	Irak	21
4	Algérie	18
5	Égypte	15,5
6	Tunisie	5,5
7	Maroc	4,5

La wilaya de Biskra est la première région d'Algérie en matière de nombre de palmiers dattiers avec 4,3 millions de palmiers, représentant 23.27% du patrimoine national. Vient d'Adrar qui représente environ 20% , suivi par la wilaya d'Ouargla qui représente 13.81% [7].



**Figure(I.3): Diagramme de la répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya (2014) [6]**



### **I.6. Les sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations :**

Chaque année, une fois les fruits des palmiers dattier récoltés de grandes quantités de (Rachis, Feuilles, Spadice, Grappe, Palmes sèches, Rebut de dattes, et Lif) du palmier s'accumulent sur les terres agricoles sous forme de déchets abandonnés. [7]



A

B

**Figure (I.4) : Déchets des palmiers dattiers : A) palmes sèches, B) stipes**

Outre la production de dattes, aliment de haute valeur nutritive, ces déchets sont exploités par la population saharienne comme une large gamme de sous-produits, qui va de l'artisanat de vannerie au bois de construction en passant par les aliments de bétail, à savoir [10] :

- Le vinaigre, l'alcool et les levures, par fermentation microbologique des dattes communes.
- Farine de dattes utilisées dans la panification.
- Jus de dattes, par extraction, utilisé comme sucrerie.
- Tronc d'arbre, utilisé dans l'ébénisterie traditionnelle, bois de chauffage et charpentes de bâtiments.
- Palmes sèches, utilisées comme clôtures, brises vent, dans la confection de couffins, de chapeau, etc., ils peuvent même servir en industrie de papier.
- Les régimes de dattes, comme balais traditionnels, et comme combustibles.
- Le lif pour la confection des semelles de sandales.
- Le lagmi, boisson très recherchée par la population locale, représentant la sève qui s'écoule du stipe



**Figure (I.5) : Quelques utilisations traditionnelles des déchets de palmier dattier : a) couffins artisanaux, b) toit de maison c) chapeaux**

---

## **Chapitre II**

---

# **Les fibres dans la littérature**

## II.1. Introduction :

La fibre est un terme utilisé pour les matériaux qui se présentent sous la forme de cordes ou de longues chaînes de très petites diamètre allant de ( $3\mu\text{m}$  -  $10\mu\text{m}$ ) et sont utilisés pour renforcer les matériaux hybrides tels que les composés polymères. [12]

## II .2. Les Types des fibres :

Les fibres sont principalement divisées en fibres naturelles, qui sont obtenues à partir de sources renouvelables, biodégradables et à faible coût, et en fibres synthétiques qui dépendent de sources non biodégradables et polluantes (**Figure II.1**).

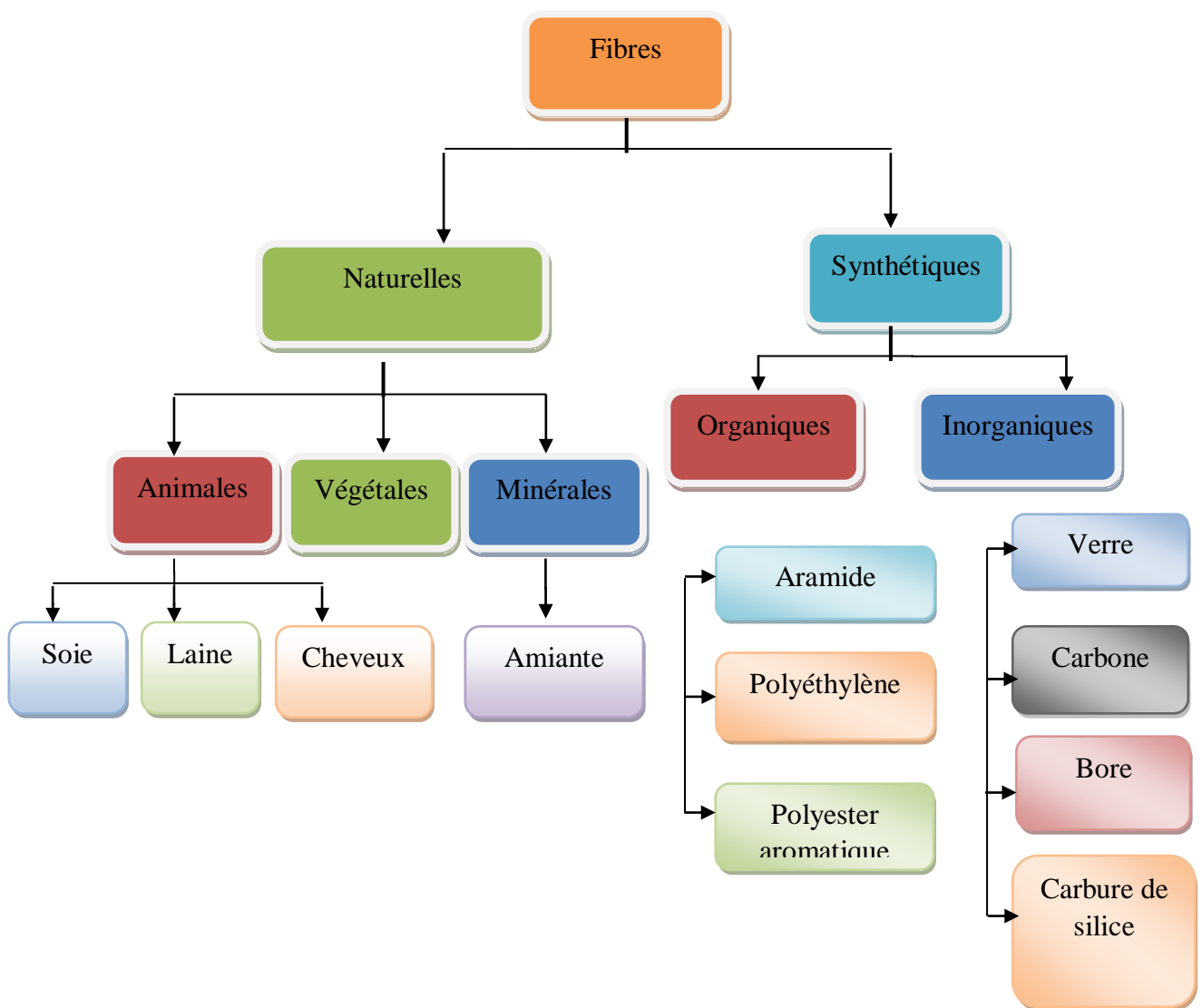


Figure (II .1) : Classification générale des fibres [13]

### **II .3. Les fibres naturelles :**

La fibre naturelle est la ressource renouvelable la plus abondante au monde. Ce matériau peut être obtenu à partir de la biomasse naturellement disponible ou des déchets des produits forestiers, de l'agriculture et des plantations. Elle est également connue sous le nom de fibre de ligno-cellulose car ses principaux composants sont la cellulose ( $\alpha$ -cellulose) et / ou la lignine, et l'hémicellulose. [14]

Au cours de la dernière décennie, les demandes et les besoins croissants et continus de minimiser l'utilisation de fibres synthétiques dans les composites polymères dérivés des produits pétroliers poussent les académiciens à s'intéresser à l'introduction de fibres naturelles dans les entreprises d'ingénierie moderne, où les fibres naturelles offrent des alternatives prometteuses aux fibres synthétiques coûteuses ayant un impact nocif sur l'environnement.

L'utilisation efficace des fibres naturelles dérivées de ressources renouvelables offre des avantages environnementaux en ce qui concerne l'utilisation de la matière première et l'élimination finale. Actuellement, les fibres naturelles en tant que biocharges gagnent beaucoup en attractivité à cause de ses avantages considérables tels que le faible coût, la faible densité, la disponibilité, non cancérigènes et dégradables par rapport au synthétiques. [13,15]

### **II.4. Les fibres végétales :**

#### **II.4.1. Définition d'une fibre végétale :**

Les fibres végétales ou les fibres lignocellulosiques ce sont des fibres naturelles issues de la biomasse végétale .On les trouve dans la plupart des végétaux, les tiges des plantes sont les principales ressources de ces fibres, aussi les feuilles, les fruits, les graines et l'écorce de certaines plantes comme le lin, le jute, le palmier dattier et le coton sont utilisés comme sources de fibres végétales. Elles sont plus ou moins pures et lignifiées suivant l'espèce et la maturité de la plante [16].

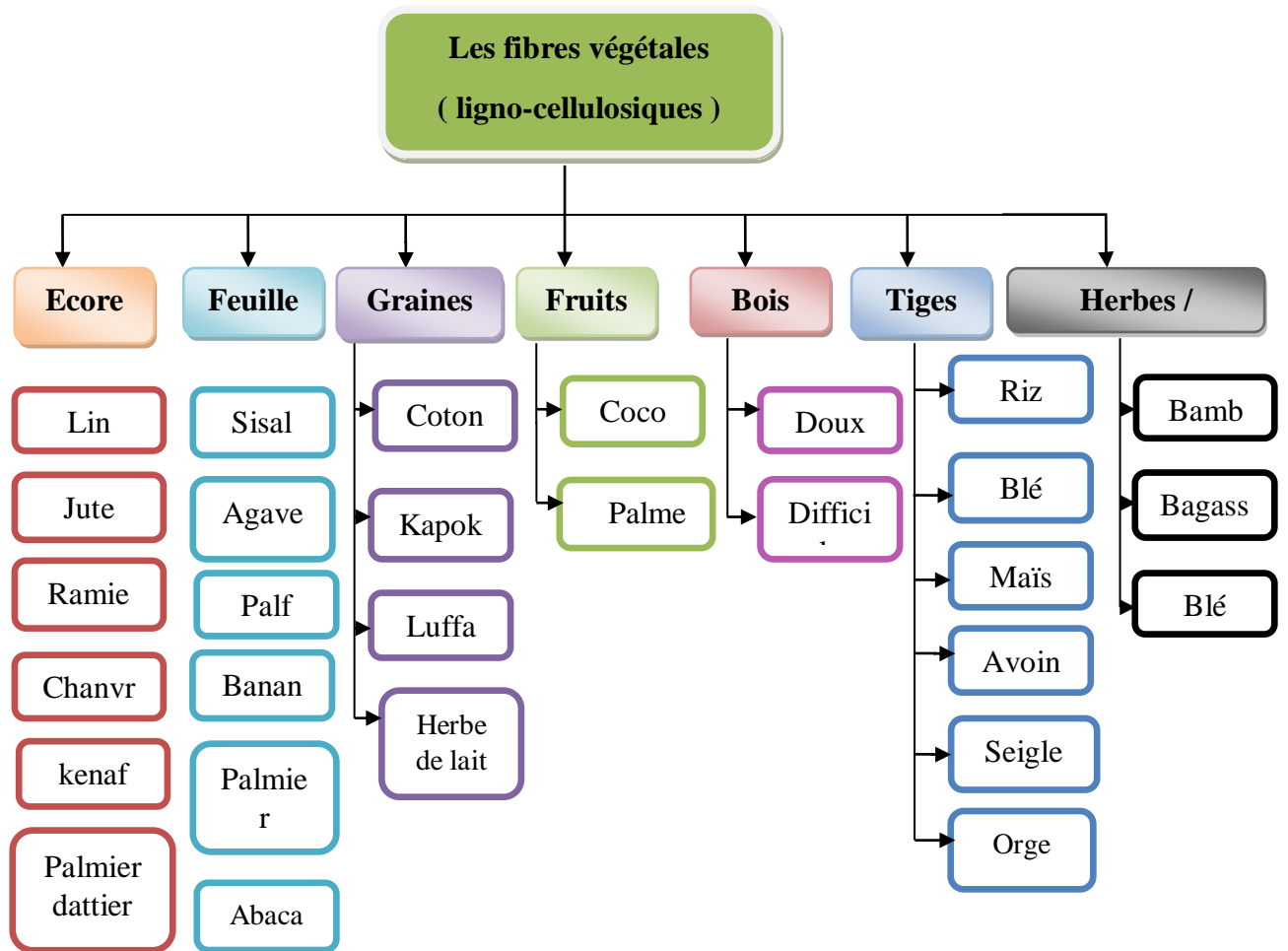


Figure (II .2) : Classification des sources des fibres végétales [13]

#### II .4.2. L'histoire des fibres végétales :

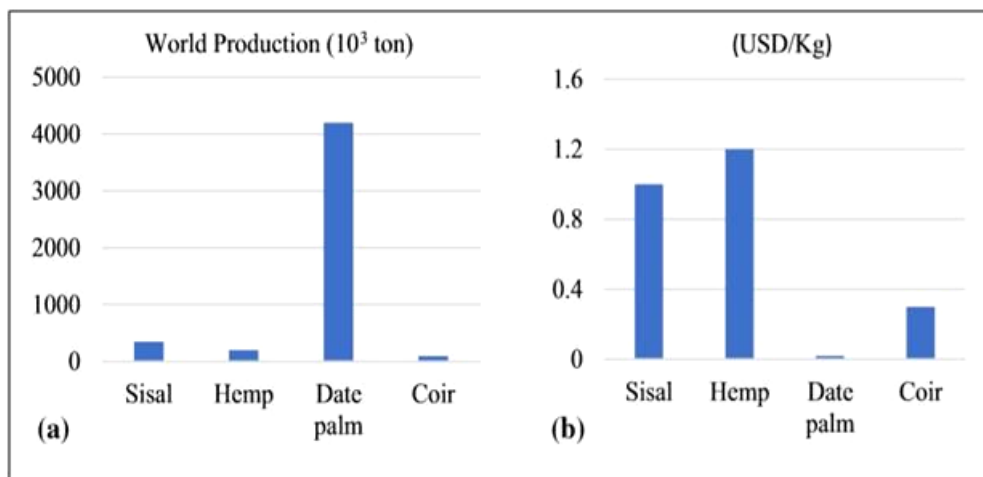
Les fibres végétales et les fibres synthétiques ont toujours cohabité, chacune pour des qualités propres. Au 20<sup>ème</sup> siècle les fibres synthétiques ont réellement été mises au point, les Allemands ont lancé le chlorure de polyvinyle en 1934 et les Américains le nylon une année plus tard. Par la flambée des cours de l'or noir, les fibres synthétiques ont commencé à être remplacées petit à petit par les fibres végétales, d'autant plus que ces derniers temps d'autres enjeux sont pris en considération, à savoir la préservation de l'environnement et les contraintes de recyclage.

Les fibres végétales sont aujourd'hui très utilisées, que cela soit par la filière textile, automobile et même le bâtiment La cellulose représente à elle seule plus de 50% de la biomasse, c'est une ressource naturelle abondante et renouvelable. [16, 17]

### II .4.3. Production mondiale des fibres végétales :

La production mondiale de fibres végétales est en hausse permanente, Il s'agit d'augmenter la demande sur elle. Elle était utilisée par le passé dans les textiles et les industries traditionnelles en général. Alors qu'aujourd'hui les biotechnologies ont introduit les fibres végétales dans divers domaines, les fibres végétales représentent même 50% des exportations pour certains pays en développement. [18]

La production mondiale de ressources de fibres naturelles et leurs coûts jouent un rôle important dans le processus de sélection des matériaux, où le palmier dattier est l'une des ressources naturelles les plus disponibles. De plus, il est très bon marché par rapport aux autres ressources naturelles. [12]



**Figure (II .3): (a). La production mondiale annuelle de fibres naturelles (b). Prix de certaines fibres naturelles par rapport au palmier dattier [12]**

### II .4.4. Morphologie de la fibre végétale :

En première approche, une fibre végétale est assimilable à un matériau composite renforcé par des fibrilles de cellulose. La matrice est principalement composée d'hémicelluloses, de pectines et de lignine. [19]

Les fibrilles de cellulose sont orientées en hélice suivant un angle nommé angle microfibrillaire (**Figure II.4**), dont la valeur varie d'une espèce à l'autre. L'orientation des microfibrilles par rapport à l'axe de la cellule joue un grand rôle dans les propriétés mécaniques des parois des fibres, plus que l'angle des microfibrilles augmente, le module d'Young décroît, tandis que l'extensibilité des parois augmente [20].

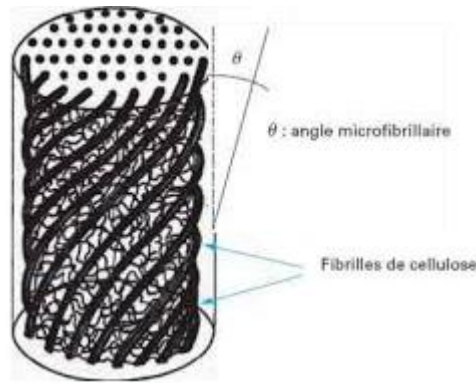


Figure (II .4) : Structure générale d'une fibre naturelle [21]

### II .4.5. Structure des fibres végétales :

Les fibres végétales, quelle que soit leur origine ont toutes la même structure de base

(Figure II .5). Cette structure est multicouche et se compose de:

- Une couche intercellulaire ou lamelle mitoyenne composée de substances pectiques auxquelles de la lignine peut être ajoutée, elle permet de lier les cellules les unes aux autres.
- Une paroi primaire : très mince elle est souvent confondue avec la couche intercellulaire. Elle contient une grande quantité de lignines.
- Une paroi secondaire : composée de trois couches de microfibrilles (S1, S2, S3), Où la couche S2 constitue la partie la plus volumineuse de la paroi.
- Chaque couche est donc essentiellement un matériau composite dans lequel les microfibrilles de cellulose rigide sont noyées dans une douce matrice composée principalement de la lignine et des hémicelluloses, et peuvent être trouvées la pectine, l'huile et les cires comme autres constituants. [22,23]

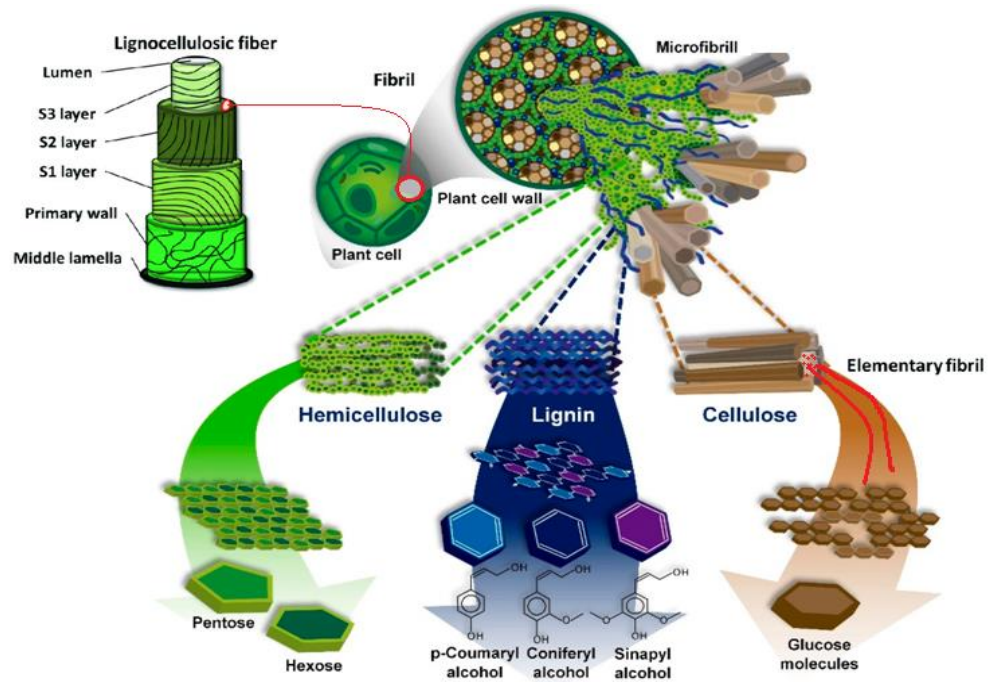


Figure (II .5): Structure de la fibre végétale [24]

### II .4.6. Compositions chimiques des fibres végétales :

Les fibres végétales sont des fibres lignocellulosiques composées de la cellulose, l'hémicellulose, la lignine, la pectine, les cires et des substances solubles dans l'eau.

Les proportions de ces différents constituants dépendent énormément de l'espèce, de l'âge et des organes de la plante. [14]

Tableau (II.1): Compositions chimiques de quelques types des fibres végétales

[25,26]

Fiber	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignine (%)	Graisses (%)
<b>Bagasse</b>	55.2	16.8	25.3	/
<b>Bambou</b>	26-43	30	21-31	/
<b>Lin</b>	71	18.6-20.6	2.2	1.5
<b>Kénaf</b>	72	20.3	9	/
<b>Jute</b>	61-71	14-20	12-13	0.5
<b>Chanvre</b>	68	15	10	0.8
<b>Ramie</b>	68.6–76.2	13–16	0.6-0.7	0.3
<b>Sisal</b>	65	12	9.9	2
<b>Palmier dattier</b>	32 -35.8	24.4 -28.1	26 .7 -28.1	7



### II .4.6.1. La cellulose :

La cellulose est un polysaccharide de formule  $(C_6H_{10}O_5)_n$  semi-cristalline constituée d'unités de *D*-glucopyranose liées entre elles par des liaisons  $\beta$ - (1-4) -glucosidiques. Il est considéré comme la matière organique la plus présente sur la planète avec plus de 50% de la biomasse. Comme structure, la cellulose est une macromolécule dont le motif de répétition est la cellobiose, il constituait de deux monomères *D*-glucoses liés par une liaison glycosidique  $\beta$ - (1-4) (Schéma II.1).

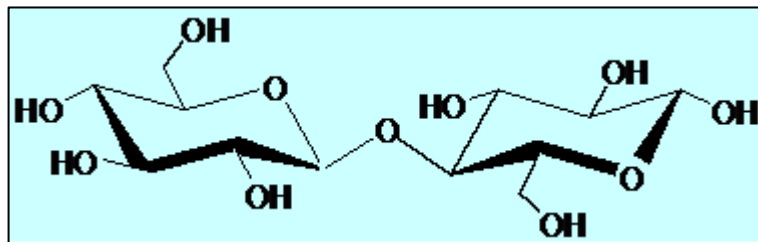


Schéma (II.1): Structure de Cellobiose.

La cellulose aussi est un homopolymère linéaire. Des interactions faibles de types liaisons hydrogènes sont présentes entre les atomes d'une même chaîne mais également entre les chaînes voisines, formant des microfibrilles de cellulose. Ces interactions faibles vont aussi pouvoir former des structures cristallines (deux types de structures : monoclinique et triclinique). [27,28]

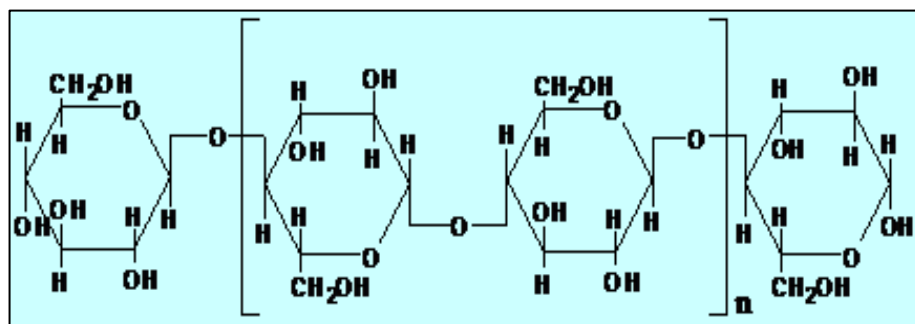
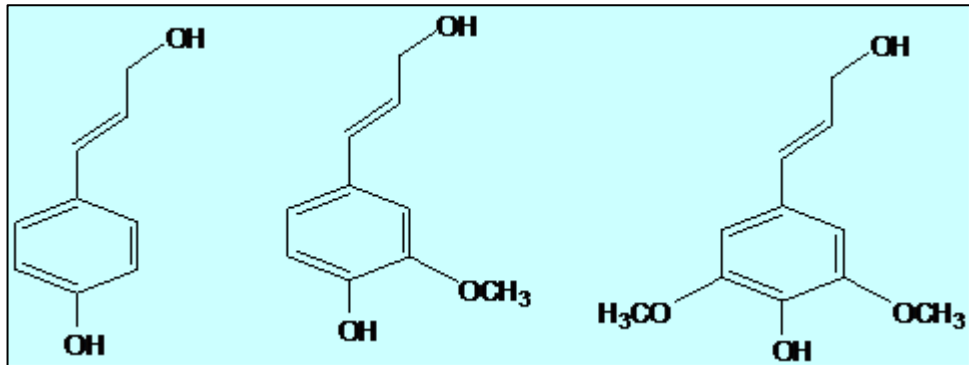


Schéma (II.2): Structure de la cellulose.

### II .4.7.2. La lignine :

C'est un polymère tridimensionnel provenant de la polymérisation radicalaire de trois alcools (alcool coniférylique; alcool sinapylique; alcool coumarylique).(Schéma II.3)



alcool p-coumarylique

alcool coniférylique

alcool sinapylique

**Schéma (II.3) : Structure des précurseurs de la lignine.**

La lignine forme avec la cellulose et l'hémicellulose la grande majorité de la biomasse, elle est deuxième après la cellulose en termes d'abondance. Ses principales fonctions sont d'apporter de la rigidité, une imperméabilité à l'eau et une grande résistance à la décomposition (barrière de protection biologique).

En plus, la lignine serait une sorte de stockage des déchets du végétal, en effet, nous retrouvons dans la lignine des composés phénoliques toxiques (sous forme libre) que le végétal a trouvé un moyen de les neutraliser et les stocker sous cette forme.

Toutes les plantes vasculaires, ligneuses et herbacées, fabriquent de la lignine.

Cette production est estimée d'à peu près 1 milliard de tonnes fabriquée par la nature chaque année. [21]

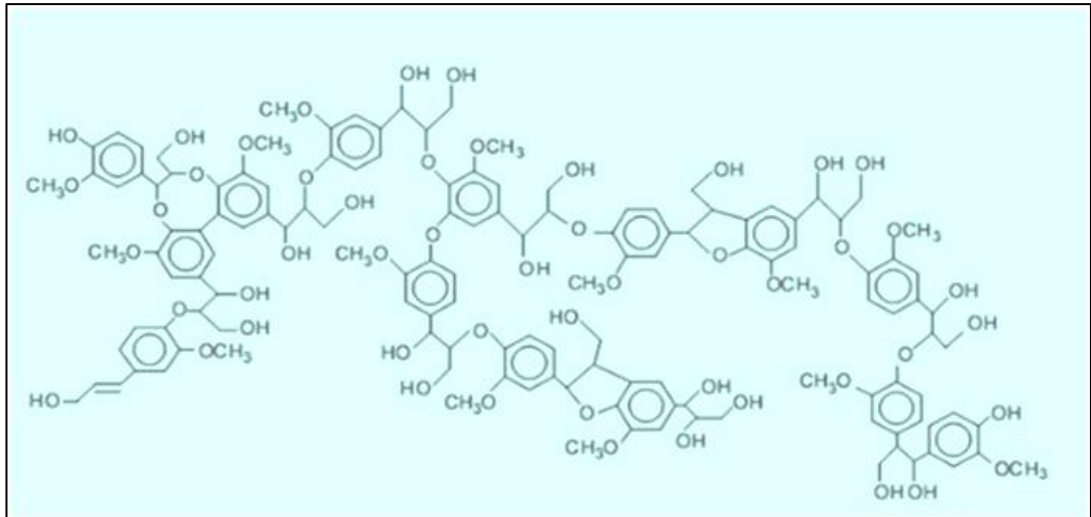


Figure (II.6) : Structure de la molécule de lignine [24]

### II .4.7.3. Les hémicelluloses :

Les hémicelluloses sont des polysaccharides amorphes et ils représentent le 3<sup>ème</sup> composant principal juste après la cellulose et la lignine, avec une proportion en poids d'à peu près 25% de la biomasse. Elles constituent une famille très diversifiée de molécules, qui ont en commun avec la cellulose la liaison glycosidique  $\beta(1,4)$ . [21]

L'hémicellulose est fortement liée aux fibrilles de cellulose par des liaisons hydrogènes. Les polymères hémicellulosiques sont ramifiés, entièrement amorphes et ont un poids moléculaire nettement inférieur à celui de la cellulose. En raison de sa structure ouverte contenant de nombreux groupes hydroxyle et acétyle, l'hémicellulose est partiellement soluble dans l'eau et hygroscopique. [28]

Il est composé de différents types de saccharides cyclés tels que la *Xylose*, le *Mannose* et le *Glucose*, entre autres il forme une structure aléatoire très ramifiée. [29]

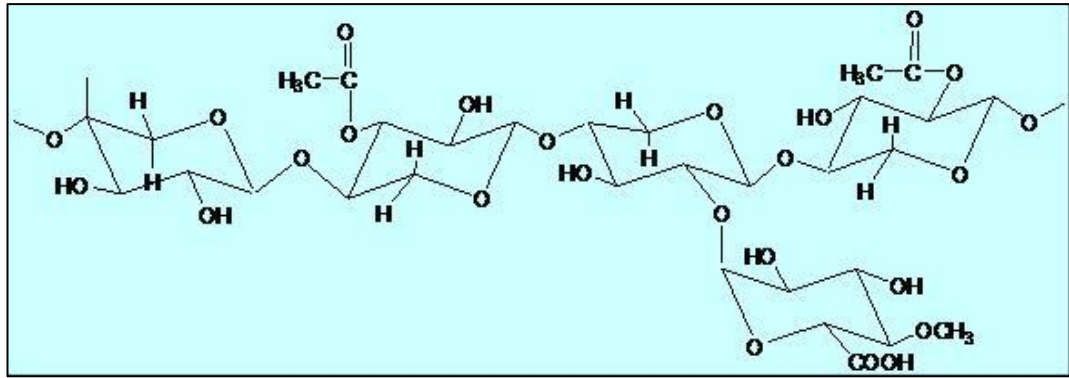


Schéma II.4 : Structure de l'hémicellulose.

#### II .4.7. 4. Les pectines :

La pectine est un polymère acide, composée d'une chaîne d'acide uronique (l'acide uronique est obtenu par oxydation du dernier carbone de sucre). Elle fournit la flexibilité à la plante. [26]

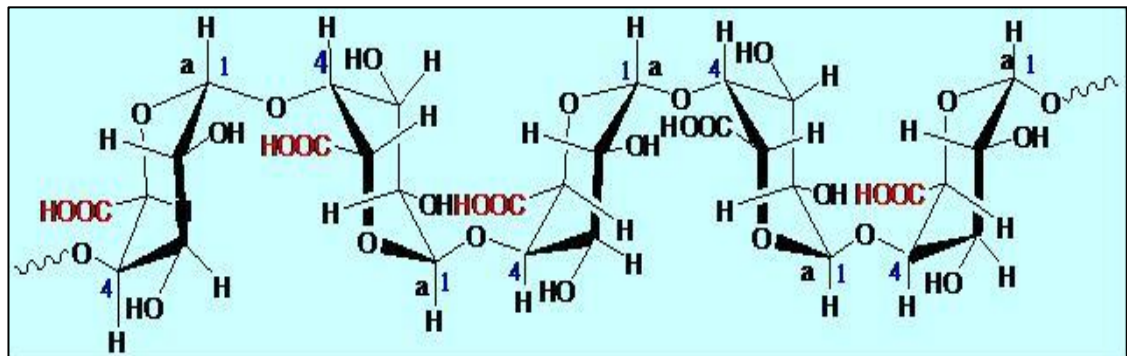


Schéma (II.4) : Structure d'une chaîne d'acide uronique.

#### II .4.7. 5. Les cires :

Les cires sont des constituants des fibres naturelles, qui peuvent être extraits avec des solutions organiques. Ces matériaux se composent de différents types d'alcools insolubles dans l'eau et de plusieurs acides tels que l'acide palmitique, l'acide oléagineux et l'acide stéarique. [15]

### II .4.7. Les propriétés mécaniques et physiques des fibres végétales :

Généralement, les propriétés globales des fibres naturelles de nature végétales sont déterminées par des propriétés physiques spécifiques, à savoir la densité, angle microfibre des fibres, la conductivité thermique, diamètre et autres mécaniques tel que le module d'Young, l'allongement des fibres et la force de traction. Ces propriétés changent en fonction de l'écotype, la maturité et l'emplacement de la plante, ainsi que du processus d'extraction des fibres. [23,30]

**Tableau(II.2) : Des Propriétés physique et mécaniques des fibres de palmier dattier avec d'autres types de fibres végétales [21,23]**

Source de fibre / Propriétés	Jute	Lin	Sisal	Coco	P. dattier
Diamètre (µm)	25 – 200	10 – 40	50 – 200	100 – 450	100 –1000
Force de traction (MPa)	393–773	600–2000	468–640	131–175	58 – 203
Module de Young	13–22.5	12–58	9 .4 –22	4–6	2–7.5
allongement à la rupture (%)	1.16 – 1 .5	1– 4	3– 7	15– 40	5–10
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.53	1.33–1.5	1.15–1.46	0.9–1.2
Longueur (mm)	9-70	4-77	900	20–150	20–250

### II .5. Les fibres des palmiers dattiers :

Le palmier dattier est considéré comme l'un des sources de fibres naturelles les plus disponibles et peu coûteux par rapport aux autres sources de celles-ci.

Par ailleurs, ces fibres présentait des propriétés physiques, mécaniques et thermiques, variant selon la partie du palmier lui-même d'où ils ont été pris.

De nature, les fibres du palmier dattier sont lignocellulosiques comme la plupart des fibres végétales, elles peuvent être obtenues à partir de quatre parties du palmier dattier, à savoir le Fibrillum, le Régime de datte, le Rachis et les folioles

(Figure II.7). [12]



Figure (II.7) : Sources des fibres dans le palmier dattier [12]  
a) Régime de datte ;b) Les folioles ;C) Les Rachis d) Fibrillium

### II .5.1. La morphologie de surface des fibres du palmier dattier

En général, les fibres de palmier ont une forme cylindrique de grand diamètre, se composent des faisceaux vasculaires avec une rugueuse surface. La structure de la paroi cellulaire de la fibre de palmier est similaire à celle du bois, cette description a été répétée presque dans tous les rapports qui concernent les fibres de palmier dattier. [20]

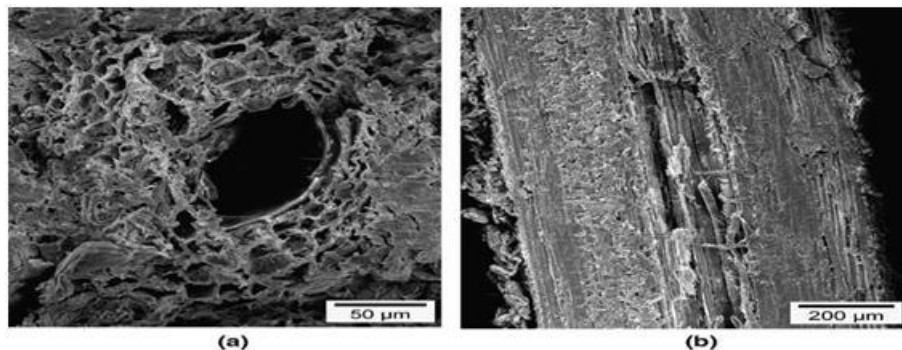
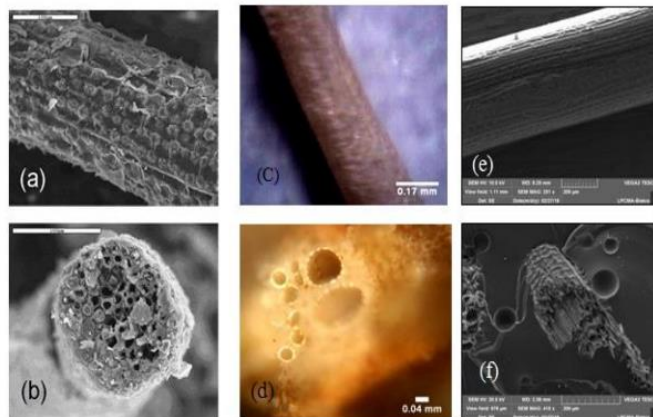


Figure (II.8): Observation de la fibre de différentes parties du palmier, par MEB.  
Coupe transversales et longitudinale [31, 32]

## **II .6. Extractions des fibres végétales :**

Il existe quatre principaux types de procédés pour extraire les fibres végétales, le procédé biologique, mécanique, physique et le procédé chimique. Le choix du procédé adéquat dépend du type et l'âge de la plante ainsi que de l'organe d'extraction. Dans certains cas le couplage de plusieurs procédés est requis. [18]

### **II .6.1.Extraction biologique :**

Le rouissage naturel est une opération connue depuis des siècles, Il se base sur l'activité des microorganismes, ce qui implique une durée d'extraction plus longue que les autres procédés. Plusieurs types de ce procédé sont utilisés, certains seront cités par la suite.

#### **II .6.1.1 . Le rouissage à terre :**

Le rouissage consiste à laisser les parties de la plante pour en extraire les fibres sur terre après la récolte, elles sont exposées aux différents facteurs climatiques (soleil, pluie et vent) afin de favoriser le développement des microorganismes capables de séparer les éléments non cellulosiques de la partie fibreuse de la plante en éliminant les liaisons qui les lient les uns avec les autres, ce processus peut durer de 6 à 8 semaines selon les conditions météorologiques, suivi d'un lavage à l'eau qui permet de bien séparer les fibres les unes des autres. [18,21]

#### **II .6.1.2. Le rouissage à l'eau :**

Ce processus repose sur l'immersion de diverses parties de la plante dans l'eau pendant plusieurs jours, après elles sont conservées dans un sac en plastique noir pendant 30 à 45 jours jusqu'à ce que les champignons et les bactéries soient stimulés sur toutes les parties. Les fibres obtenues sont soumises à plusieurs lavages à l'eau distillée puis sont séchées. [32]

#### **II .6.1.3.Rouissage enzymatique :**

Grâce au développement des sciences enzymologiques, les fibres sont extraites, par cette méthode, directement à l'aide d'un mélange d'enzymes. Le procédé vise à remplacer le rouissage classique (à l'eau et à la terre) pour éviter la pollution de l'eau et réduire le temps de traitement. C'est un procédé peu polluant et très reproductible. [18]

### **II .6.2.Extraction mécanique :**

Ce procédé peut être effectué manuellement ou à l'aide d'une machine.

#### **II .6.2.1. La méthode manuelle :**

Généralement les fibres sont séparées par l'utilisation d'un couteau, et d'un peigne après d'être battus [33].

### II .6.2.2. Méthode par laminage ou pressage :

Par l'écrasement sous presse ou par laminage ou encore par combinaison des deux traitements, les fibres sont détachées les unes des autres. Ceci doit être répété plusieurs fois de suite jusqu'à ce que les fibres soient le plus possible séparées [34].

### II .6.3.Extraction physique :

Contrairement aux méthodes chimiques, les méthodes physiques ne causent pas de modifications chimiques, mais induisent un changement des propriétés structurales et même sur la surface de la fibre cellulosique. [35]

Les plus largement utilisées de ces méthodes sont les traitements par *Plasma froid* et *Corona*.

#### II .6.3.1. Plasma froid :

Le plasma est un gaz dans un état métastable, les molécules ou les atomes qui le constituent sont soit excités, soit ionisés. Naturellement, nous pouvons observer cela dans un phénomène d'un orage avec l'apparition des éclairs.

La technique de plasmas froids consiste à placer un matériau dans une enceinte vide. Une décharge de gaz ionisé (qui peut être :  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $O_2$  ) est appliquée et entretenue à l'aide d'un générateur de haute fréquence, à l'intérieur de l'enceinte. Un agrégat d'ions, de radicaux, d'électrons et de photons se créent, c'est la naissance du plasma. Ces entités actives interagissent avec les surfaces mises en jeu. Il en résulte, à la surface, la formation de groupements chimiques fonctionnels dépendant de la nature de la phase gazeuse utilisée. On parle alors d'activation ou de fonctionnalisation de surface. [36]

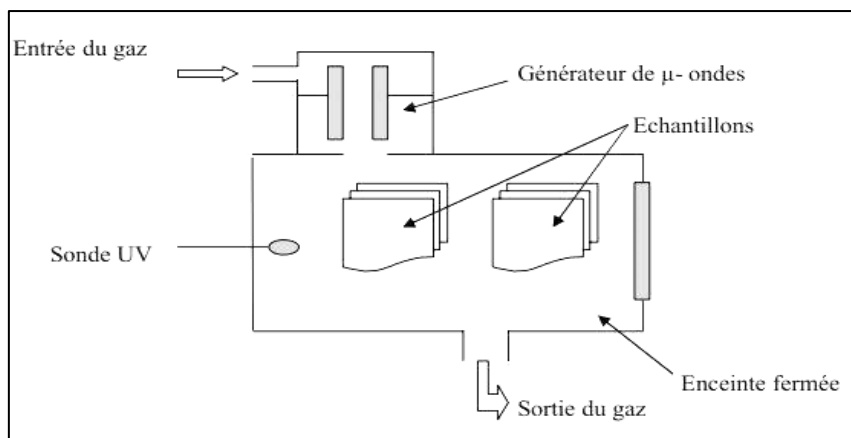


Figure (II.9) : Principe du plasma froid généré par micro-ondes [37]



### II .6.3.2. Le traitement corona

Il est défini comme une décharge lumineuse et sonore générée par l'application d'une haute tension entre deux électrodes séparées par une faible distance. Il est caractérisé par une émission de lumière violette qui peut être vue dans un environnement sombre.

En fonction de la nature du gaz, nombreuses réactions qui produisent des espèces oxydantes dans la zone de décharge et toutes ces espèces sont potentiellement disponibles pour des réactions physiques ou chimiques.

Le support à traiter est positionné entre les électrodes et ses particules en surface sont activées par les espèces présentes dans la cellule du traitement. [36,37]

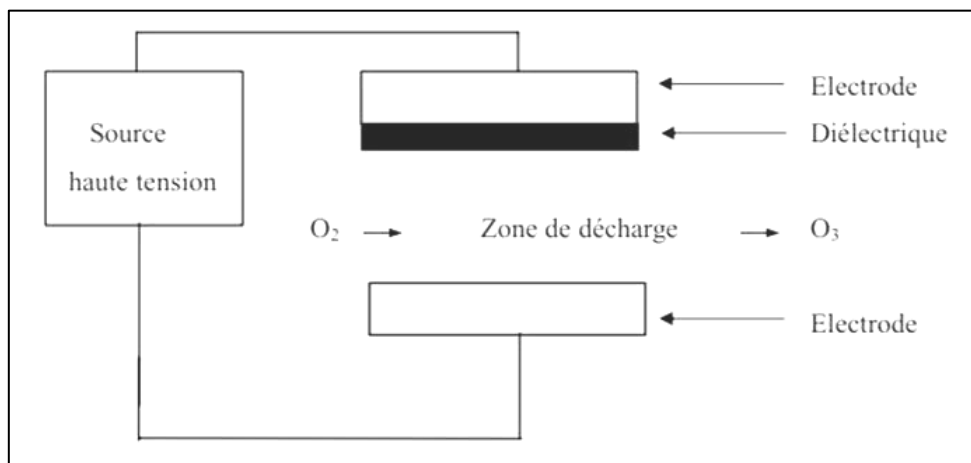


Figure (II.10) : Principe du traitement Corona [37]

### II .6.5. Extraction chimique :

L'extraction chimique de fibres implique l'utilisation d'acides et d'enzymes. Chaque méthode a un effet différent sur la surface et la qualité des fibres extraites. Pour le traitement acide, il entraîne la formation de groupes réactifs et provoque la fibrillation des fibres, apportant ainsi un degré plus élevé de cristallinité des fibrilles.

Tandis que le processus enzymatique de l'extraction des fibres, il cause une dégradation du composant ligno-cellulosique dans les fibres par des enzymes résultant de gonflement accru des fibres et abaisse le degré de polymérisation, donc les fibres extraites à l'aide d'enzymes sont plus souples et plus douces.

Dernièrement la méthode alcaline, c'est la méthode la plus courante et la plus souvent utilisée dans la bibliographie, ou l'alcali utilisé dans l'extraction des fibres dissout le matériau ligno-

cellulosique entre les fibres et sépare les liens structurels entre la lignine et la cellulose, ce qui entraîne une augmentation de surface ainsi qu'un degré de polymérisation et abaisse la résistance à la rupture des fibres. [12,22]

Au niveau de la pratique, la majorité des travaux de recherche sur les fibres végétales consultés ont utilisé la méthode mécanique ou le traitement alcalin comme une méthode la plus efficace. À titre d'exemple on cite quelques travaux qui sont en relation étroite avec notre étude.

Les concentrations de NaOH les plus fréquentes utilisées selon [12] étaient 1 % de NaOH à 100 °C pendant 1 h et 5 % de NaOH à 90 °C pendant 3 h.

Le premier effort qui a donné le résultat le plus élevé de propriétés mécaniques des fibres mentionnés dans l'étude d'*Alwar et al. (2009)* [38], qui comportait essentiellement un traitement chimique pour déterminer les propriétés mécaniques des fibres de surface qui entourent le tronc de palmier dattier, en utilisant des différentes concentrations de NaOH soit : 0,5%, 1%, 1,5%, 2,5% et 5% pendant 1 h à 100°C.

Cette méthode de séparation au moyen de NaOH a été adaptée par nombreux chercheurs comme c'est regroupé dans le **Tableau II.3**.

**Tableau (II.3) : Conditions de séparation des fibres par la méthode de NaOH**

Source des fibres / Conditions	NaOH (%)	Température (°C)	Durée (h)	Références
Fibres de surface	0.5, 1, 1.5, 2.5, 5	100	1	[38]
Les folioles du Palme	0.5, 1, 2, 5	100	2	[39]
	1	80	1	[40]
Régime de dattes	2, 5	Ambiante (23°C)	2, 4, 6, 24	[41]
	0.5, 1, 2, 3	Ambiante (23°C)	12, 24, 48, 72, 96	[42]

Pourtant, d'autres chercheurs ont adopté un autre milieu alcalin pour l'extraction des fibres, telle que *Taha et al. (2006)* [43], qu'il avait réalisé un procédé de traitement chimique a été effectuer, ils ont traité les fibres de régime de dattes par des mélanges de toluène/méthanol/acétone (tma),  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , et  $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$  séparément à différentes concentrations et durées de traitement.

Alors que *Kriker et al. (2008)* [44] ont utilisé le  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . En outre, il y a de nombreuses tentatives utilisant des produits chimiques acides pour le traitement comme la solution de  $\text{HCl}$  dont ont fait montre à l'étude d'*Alawar et al. (2009)* [38].

### **II.6.6.L'effet de traitement chimique sur la surface de fibre**

L'objectif fondamental de processus d'extraction des fibres est d'obtenir des fibres aux propriétés favorables, aux quelle la bonne morphologie de surface de fibres participe sensiblement.

Les études susmentionnées ont révélé plusieurs conclusions concernant l'effet de l'extraction alcalin sur la structure des fibres extraites basé sur l'analyse de FT-IR, ils sont résumés dans les points suivants :

- ✓ Le traitement au  $\text{NaOH}$  a causé une absorption dans la bande du groupe  $\text{C}=\text{O}$ , ce qui a été supposé être dû à l'élimination de l'hémicellulose. [38 ,39]
- ✓ le traitement chimique réduit l'effet et le nombre de liens  $\text{OH}$  [42].
- ✓ Les traitements alcalins des fibres ont entraîné une augmentation de l' $\text{O}-\text{H}$  qui a été présumée être due à la rupture de la liaison hydrogène dans les groupes hydroxyles cellulosiques.
- ✓ Le traitement alcalin retirait les acides gras et toutes les traces d'huile de la surface des fibres.
- ✓ Le traitement alcalin n'avait aucun effet significatif sur l'élimination de la lignine, alors qu'il avait un effet significatif sur l'élimination de l'hémicellulose, ce qui souligne la nécessité de traitement ultérieur des fibres. [41]

### **II .7. Analyse des fibres:**

L'usage de matériaux naturels à base de matrice de lignine et de fibres de cellulose (biodégradables ou pas) telles que les fibres végétales peuvent procurer des avantages notoires par rapport aux fibres industrielles utilisées dans les matériaux composites tels que les fibres de verre ou les fibres de carbone.

Cependant, leurs applications exigent, après leur extraction, la réalisation d'analyses chimiques, morphologiques, thermogravimétriques....etc.

Certaines références bibliographiques spécialisées ont été étudiées afin de mettre en évidence les principales méthodes analytiques nécessaires.

#### **II .7.1. Analyse morphologique :**

Pour comprendre le comportement et les propriétés des matériaux, il faut être capable d'observer et de quantifier la microstructure en utilisant des techniques très pointues telles que le scan par le Microscope Electronique à Balayage « MEB » ou « SEM » en anglais qui permet d'observer des détails de taille nanométrique.

La technique est basée sur le principe d'interactions électrons-matière, lorsqu'un électron du faisceau atteint la surface de l'échantillon, il interagit avec les électrons des atomes rencontrés. En résultent des électrons secondaires de plus faible énergie, des électrons rétrodiffusés, une émission de RX, etc. Le nombre de particules réémises varie en fonction de la topographie, de la composition et de la texture de la surface observée. C'est l'analyse de ces particules par différents détecteurs qui permet de reconstituer une image de la surface. Le principe de base de la microscopie électronique à balayage est qu'un faisceau très fin d'électrons, monocinétique, balaie la surface d'un échantillon où se produisent des interactions détectées par un capteur qui contrôle la brillance d'un oscilloscope cathodique dont le balayage est synchronisé avec celui du faisceau d'électrons. Les électrons sont produits par effet thermoélectronique à partir d'un filament de tungstène ou de (LaB6) porté à haute température. Afin que les électrons soient canalisés. [45]

### **II .7.2. Analyse de composition par FT-IR**

La **FT-IR** est une technique qui permet de connaître la nature chimique d'un produit. Elle est basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par l'échantillon à analyser. Cet échantillon peut être à l'état gazeux, solide ou liquide. Elle permet via l'absorption des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, de déterminer la présence de certaines fonctions chimiques présentes dans la matière.

Dans ce domaine, la FT-IR a été utilisée pour déterminer l'efficacité du processus d'extraction pour éliminer la lignine et la teneur en hémicellulose en observant les pics de leurs groupes fonctionnels. [46]

### **II .7.3. Analyse par diffraction des rayons X (XRD)**

C'est une technique de base dans la caractérisation des matériaux, elle est non destructive. Elle est utilisée pour l'analyse qualitative et quantitative d'échantillons, elle permet la détermination des phases micro et polycristallines des matériaux.

Cette technique est basée sur les interactions de la structure cristalline d'un échantillon avec des radiations de courte longueur d'onde. Lorsqu'un faisceau de photons X interagit avec un échantillon cristallin, une partie du rayonnement est diffractée (de longueur d'onde du rayonnement incident  $\lambda$ ) selon des angles définis  $\theta$  dont les valeurs sont directement reliées aux distances  $d$  entre les plans réticulaires par la loi de **Bragg** [47,48]:

$$\sin \theta = k \lambda / 2d$$

\*Où  $k$  est l'ordre de diffraction (nombre entier)

### **II .7 .4. Analyse thermogravimétrique (TGA) :**

La technique TGA est un procédé pour mesurer les plus petites variations de poids d'un matériau en fonction de la température. Elle est utilisée pour déterminer la température de dégradation. Elle peut également être utilisée pour mesurer la teneur en humidité et le niveau de dégazage.

En effet, quand un échantillon est chauffé, il commencera normalement à perdre de la masse à basse température ce qui correspond généralement à l'évaporation soit de l'humidité ou à un faible poids moléculaire, tandis qu'à des températures plus élevées, les pertes de poids plus importantes sont dues à la dégradation finale du produit.

La perte de masse entraîne une légère remontée du bras de balance coté échantillon. Un capteur IR mesure la différence d'intensité. [25]

## II .9. Avantages et inconvénients de l'utilisation des fibres végétales :

**Tableau (II.5) :** *Avantages et inconvénients des fibres végétales [15]*

<b>Privilèges</b>	<b>Contraintes</b>
Faible coût	Absorption d'eau
Biodegradabilité	Fibres anisotropes
Neutre pour l'émission de CO <sub>2</sub>	Faible stabilité dimensionnelle
Pas de résidus après incinération	Renfort discontinu
Ressource renouvelable	Faible tenue thermique (200 à 230 °C max)
Propriétés mécaniques spécifiques importantes (résistance et rigidité)	Variation de qualité en fonction du lieu de croissance, des conditions météorologiques
Non abrasif pour les outillages	/
Pas d'irritation cutanée lors de la manipulation des fibres	/

# **Partie expérimentale**

---

---

# Chapitre I

---

## Travail expérimental réalisé



### I.1.Introduction :

Ce présent travail a été réalisé au sein de laboratoire d'exploitation et de valorisation des ressources naturelles dans les régions arides (EVRNZA) à la faculté des sciences appliquée et au laboratoire BMD de faculté des Mathématiques et des Sciences de la matière de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla. L'objectif de ce travail est d'effectuer :

- ❖ L'optimisation des conditions d'extraction des fibres végétales.
- ❖ L'extraction chimique des fibres lignocellulosiques issues du palmier dattier.

### I.2. Matériel végétal :

#### I.2.1. Collecte du matériel végétal :

Au cours de cette étude, nous avons utilisé des bras de grappe et de palme des palmiers dattier de deux variétés de palmiers dattiers *Ghars* et *Takermoost*. Ces derniers ont été collecté après la saison de récolte des dattes qui a eu lieu le 15/12 /2019 a au sein de l'université Kasdi Merbah-Ouargla.

#### I.2.2. Préparation du matériel végétal :

Avant de commencer l'extraction des fibres, un travail préliminaire s'impose afin de mieux préparer les parties à étudier aux différentes étapes d'extraction, cette préparation va faciliter et augmenter l'efficacité des prochaines opérations d'extraction.

La première opération consiste à laisser les déchets en plein air après la collecte. Ensuite, et à l'aide d'une lame tranchante, les palmes et les régimes du même dattier ont été raccourcies en morceaux d'environ 50 cm de long après la séparation des folioles et des épines de palme et les pédicelles de grappes (**Photo I.1**).



Photo (I.1) : Préparation du matériel végétal.

### I.2.3. Préparation des échantillons :

Dans un premier temps, trois types d'échantillons ont été préparés à savoir :

- Des échantillons pour l'optimisation et pour les observations sous microscope de la microstructure des différents constituants. Ce sont des pièces de 5 cm de long de bras de grappe et de palme des palmiers dattier. Les deux variétés de palmiers dattiers sélectionnés sont *Ghars* et *Takermost*.



A/ Les échantillons de bras de palme



B/ Les échantillons de bras de grappe

Photo (I.2) : Les échantillons d'optimisation

- Des échantillons pour la détermination de la composition chimique.
- Des échantillons pour les essais mécaniques. Ce sont des morceaux de 50 cm de long de bras de grappe et de palme des palmiers dattier de deux variétés sélection.



*A/ Les échantillons de bras de grappe*



*B/ Les échantillons de bras de palme*

**Photo (I.3) : Les échantillons des essais mécaniques**

### **I.4. Optimisation des conditions d'extraction des fibres:**

Deux paramètres ont été choisis pour déterminer les conditions optimales qui seront appliquées pour atteindre les fibres végétales.

#### **+ Recherche de la concentration optimale de NaOH :**

Afin de déterminer la concentration optimale de NaOH pour réaliser une bonne dissociation des fibres, une gamme de concentrations a été testée de 5% à 17.5%.

#### **+ Recherche du temps de traitement optimal:**

L'expérience est réalisée pour la détermination du meilleur temps de réaction de la solution alcaline. Pour cela, différentes périodes ont été choisies: 3h, 6h, 12h et 24h.

Il est à noter que les expériences de l'optimisation sont appliquées sur 24 échantillons issus des 2 types de matériel végétal «bras de grappe et de palme » où chaque traitement a été reproduit 3 fois.

- Le choix des conditions optimales de l'extraction dépendait de l'efficacité du traitement alcalin, qui se traduit visuellement par le degré de la dissociation des fibres.

### I.4.Extraction des fibres :

La procédure appliquée pour l'obtention des fibres à partir des Régime et des palmes préalablement préparés s'est basée sur le principe d'association de trois étapes de traitements chimiques :



A- Le prétraitement a été effectué afin de faciliter l'extraction de la fibre. Cette étape consiste à plonger les bras de grappes et les palmes du palmier dattier dans l'eau pour éliminer la poussière et quelque pourcentage du gras.



**Photo (I.4) : L'application du prétraitement sur les échantillons d'optimisation.**

B- La deuxième étape a été faite dans le but d'éliminer le contenu hémicellulosique et quelque pourcentage de lignine. On a considéré le procédé de dissociation alcaline par l'utilisation de la soude (NaOH) dont les conditions optimales de (Concentration et durée de temps) à la température ambiante, ont été déterminés par l'étape d'optimisation .

Ce traitement (NaOH) des fibres du palmier dattier favorise l'ionisation du groupe hydroxyle en alcoolate selon l'équation suivante:



## **Chapitre I : Travail expérimental réalisé**

---

Après, les fibres sont lavées à plusieurs reprises par l'eau filtrée, puis lavées une seconde fois avec de l'eau distillée pour neutraliser les traces de NaOH restantes sur la surface des fibres. Pour s'assurer, on refait le rinçage et on mesure chaque fois le pH de la solution jusqu'à avoir un  $\text{pH} = 7$ .

C- Enfin, l'extraction est achevée par un traitement de blanchiment.



**Photo (I.5) : l'application du traitement alcalin sur les échantillons d'optimisation.**

## I.5. Protocol expérimental

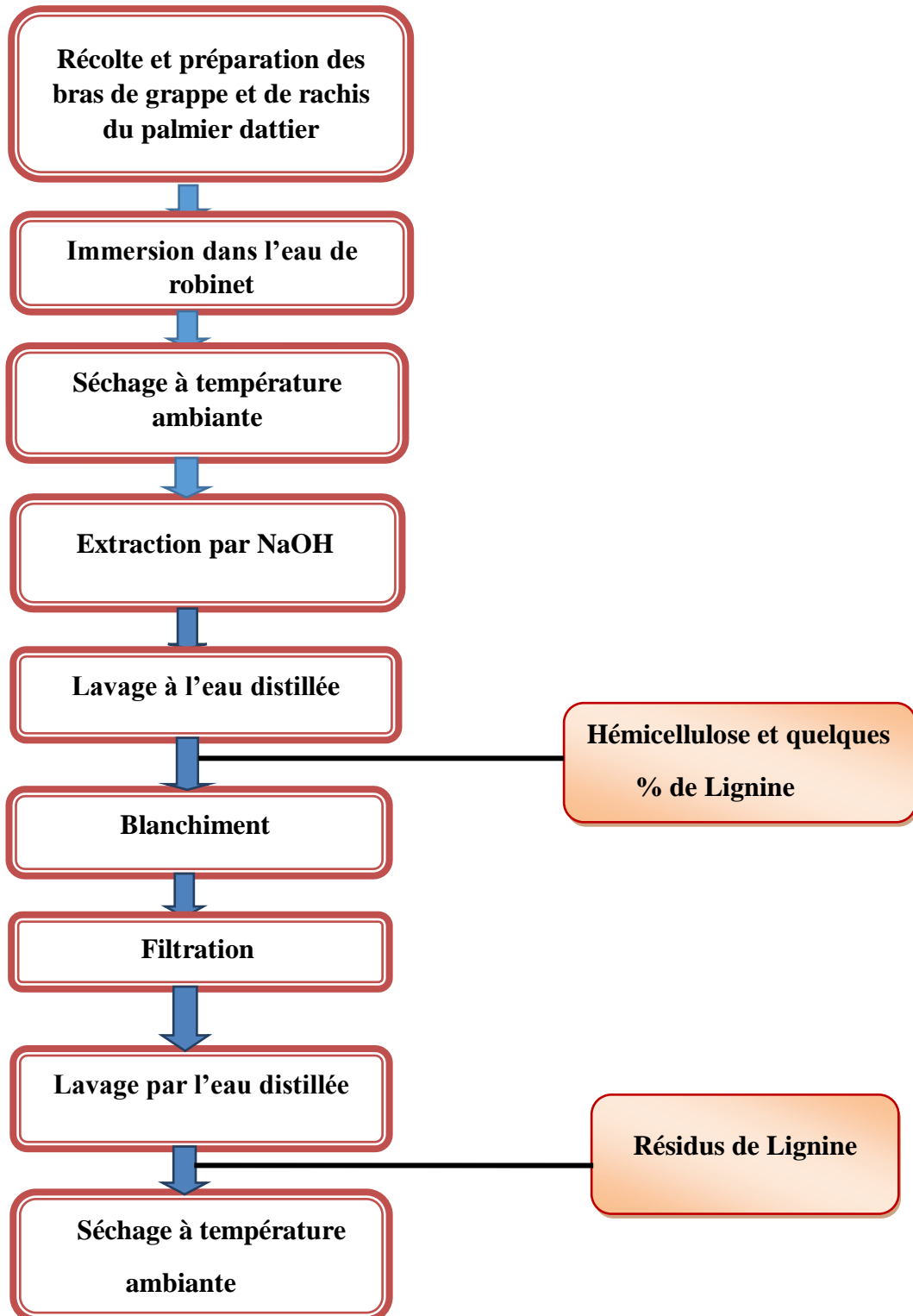


Figure (I.2) : Organigramme représentant les étapes d'extraction

# **Chapitre II**

---

## **Applications technologiques des fibres naturelles**

### **II.1. Introduction**

Aujourd'hui, le monde industriel a marqué un grand usage des « matériaux naturels » pour un large éventail d'applications techniques, à cause de la sensibilisation aux dommages des empreintes de carbone et l'utilisation de déchets solides non dégradés naturellement. [49,50]

Les fibres naturelles, précisément végétales représentent une nouvelle génération des matériaux naturels qui sont peu utilisées dans presque tous les secteurs de l'industrie moderne comme additifs ou matières initiales, telle que : l'auto-motive, l'électronique, la construction, l'emballage, les produits ménagers et du meuble...etc. [51,52]

### **II.2. Les fibres naturelles dans les matériaux composites**

La présence des fibres dans les matériaux composites utilisés dans les secteurs industriels tels que (l'automotive et la construction), principalement est basé sur l'idée de la présence de ces fibres comme matériaux de renforcement à la structure du composite industrielle.

On obtient alors un matériau qui respecte le principe suivant : « le tout est meilleur que ses parties » car les matériaux composites permettent d'atteindre des niveaux de performance supérieurs à ceux des constituants pris séparément. [53]

Dans la bibliographie, de nombreux travaux de recherche étudient la combinaison des différents types de matrix: polymères, métaux ou céramiques, avec un matériau de renforcement « fibres naturelles » pour obtenir des matériaux aux propriétés mécaniques supérieurs, adaptés à l'emploi industriel. Certaines sont mentionnées dans ce qui suit :

### **II.3. Applications dans le secteur automobile :**

F. Serna et al. (2014) [48] indique que les fuselages des avions ont été fabriqués en 1941 à partir de « Gordon-Aérolite »: un stratifié composite unidirectionnel fils de lin imbibés de résine phénolique et durcis sous pression, utilisés comme fuselages dans les avions. Aussi le polymère renforcé de coton, utilisé par les militaires pour les radars d'avions.





**Figure (II.1) :** photo d'un Radar d'aéronef

Au cours de l'année 1991, Daimler-Benz a remplacé les fibres de verre par des fibres naturelles dans les composants automobiles et Mercedes-Benz a produit ses véhicules de la classe (E) avec des portes en jute en 1996. [54]



**Figure (II.4) :** Composants de Mercedes Benz classe (E). [55]

Davoodi et al. (2010) [56] ont utilisé un composite hybride époxy renforcé de kénaf / fibre de verre comme composants structurels dans les poutres de pare-chocs de voiture qui améliorent les propriétés mécaniques du dit composant. Le module et la résistance à la traction du composite hybride ont été trouvés plus que le matériau typique de la poutre de pare-chocs de voiture et cela a ouvert la voie à son utilisation comme composants structurels dans certaines poutres de pare-chocs de voiture.

Alves et al. (2010) [57] ont utilisé des fibres de jute en remplacement des fibres de verre dans le capot frontal d'un véhicule pour vérifier différents aspects tels que l'environnement, le social, la technique et l'économie. Sauf aspect technique, les fibres de jute offrent de meilleures performances que les fibres de verre dans cette application structurelle.

Kim et al. (2011) [58] renforçaient l'acide polylactique (PLA) et le PBS (biopolymères) avec de la farine d'ananas et de manioc pour vérifier les émissions totales de composés organiques

volatils et il a été comparé à des polymères synthétiques comme le PP et le PE. Une réduction significative des émissions d'odeurs a été trouvée pour l'ananas, le manioc / PLA, les composites à base de PBS et cette propriété est très utile dans les composants intérieurs automobiles.

### **II.4. Applications dans le secteur de construction**

L'utilisation des fibres naturelles dans le secteur de construction peut être limitée et classée en deux produits principaux en ce qui concerne leur application sur le marché du bâtiment [59]:

- Premièrement : les bio-composites structuraux, qui comprennent le pont et la structure du toit.
- Deuxièmement, les bio-composites non structuraux, qui comprennent les fenêtres, la construction extérieure, les panneaux composites et le cadre de porte.

Swamy et al. (2004) [60] ont étudié l'utilisation de la fibre d'arec comme renforcement dans les composites polymères et ont été trouvés comme un bon matériau acoustique pour les applications structurelles. Les composites polymères renforcés de fibre de jute sont utilisés dans des applications structurelles telles que plafond, panneaux de fenêtre, cloisons de sol et de mur, bâtiments mobiles ou préfabriqués et panneaux pour cloisons.

Maheswari et al. (2013) [61] ont suggéré que les composites borassus / polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être utilisés comme bon matériau d'emballage et dans diverses applications structurelles secondaires. En outre, certains chercheurs ont étudié les composites jute / PP pour la faisabilité de la structure et de la fabrication de la construction en panneaux isolés, utilisés comme peau dans les panneaux.

Dans une autre étude réalisée par Abdel-Rahman et al. [62] sur les rachis de palmier pour examiner la possibilité d'utiliser leurs fibres comme matériau de renforcement dans une matrix cimentaire. Ces fibres ont été utilisées sans aucun traitement chimique, mais dans un milieu relativement humide après les diagnostics anatomique et mécanique. Enfin l'étude a conclu que la maîtrise de taux d'humidité est très nécessaire lors de l'utilisation de tels matériaux, à cause de sa propriété d'hygroscopique qui le rend sensible à l'humidité et à la température, il peut donc modifier ses dimensions et ses propriétés mécaniques.

### **II.5.Applications dans le secteur d'électronique :**

Les membranes sont l'une des larges applications pratiques des fibres naturelles qui se sont récemment développées dans l'industrie de l'acoustique, plus précisément les fibres nanocellulosiques. Ces fibres se distinguent d'une vitesse acoustique élevée à tel point qu'une membrane de fibres nanocellulosiques peut avoir une vitesse acoustique équivalente à celle d'une membrane de titane ou d'aluminium. [63]

Ces films sont obtenus par séchage de fibres nanocellulosiques puis pressage de 20  $\mu\text{m}$  d'épaisseur dans un gabarit du film. *Jonas et Farah* [62] ont déclaré que SONY l'avait déjà utilisé dans le diaphragme du casque.



**Figure (II.7) : Diaphragme en fibres nano-cellulosiques utilisé dans les écouteurs SONY. [64]**

D'une autre part, les fibres nano-cellulosiques ont prouvé leur leadership dans le domaine des écrans numériques. De nos jours, des efforts ont été faits pour trouver une technique d'affichage dynamique, par exemple dans le papier électronique et les fibres nanocellulosiques sont en tête de la liste des matériaux proposée pour incarner cette technique en raison de leurs dimensions stables et de leur structure. [65]

# **Conclusion générale**

---

---

# Conclusion Générale

---

De nos jours, le développement de matériaux performants à base de ressources naturelles est une des importantes préoccupations mondiales. Parmi les ressources visées se présente les sous-produits d'origines végétales. Cet intérêt est justifié par la disponibilité, les caractéristiques spécifiques et le faible cout économique.

Malgré son déficience en bois (comme dans les forêts), le Sahara Algérien et en particulier, la région d'Ouargla possède des ressources qui ne sont pas suffisamment exploitées parmi les quelles se présente le palmier dattier comme une source disponible et riche en fibres lignocellulosiques.

Dans ce contexte s'inscrit ce travail, son objectif principal est de valoriser et d'exploiter les déchets agricoles des palmeraies des Oasis, notamment leurs palmiers dattiers. En effet, les régimes de datte et rachis des deux variétés Ghares et Takarmost ont été choisis pour la réalisation de cette étude.

Le traitement chimique par des solutions alcalines de NaOH plus ou moins concentrées a été la méthode d'extraction utilisée.

Les étapes pratiques réalisées avant la pandémie permettent d'inclure quelques conclusions basées sur les observations et les résultats préliminaires enregistrées, entre autres nous citons:

- ✚ L'utilisation du matériel végétal sec améliore le processus d'extraction par rapport au matériel humide.
- ✚ Les meilleures conditions d'extraction étaient : [C] = (17.5 %), Durée = (6h)
- ✚ La coloration brune de la solution, après le traitement des fibres par NaOH revient probablement de l'hémicellulose.
- ✚ La couleur brune foncé dans les échantillons des rachis par rapport aux échantillons des régimes, indique que la quantité d'hémicellulose dans les fibres du bras est élevée comparé aux fibres des régimes.
- ✚ La présence de la lignine a été détectée par l'aspect de la solution de NaOH.

# Références bibliographiques

---

---

## Références bibliographiques

---

- [1] D. Belaid, *La culture du palmier dattier en Algérie*, e-book, 2015, pp.21.
- [2] S.B.Alaoui, *Référentiel pour la conduite technique du palmier dattier (Phoenix DactyliferaL.)*, e-Book, 2005.
- [3] M. Gros-Balthazard., C. Newton., S. Ivorra, MargaretaTengberg., J.-C. Pintaud., J.-F. Terral, *Origines et domestication du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.). État de l'art et perspectives d'étude*, Rev. D'ethnoécologie, 2013, pp.15.
- [4] G. Peyron, *Cultiver le palmier-dattier*, e-book, Editions Quae, 2000, pp.13.
- [5] Djoudi., M. Hecini., D. Scida., D. Youcef., et B. Guerira., *Caractérisation physique et mécanique du bois et des fibres issus d'une palme mûre de palmier dattier*, Matériaux & Techniques , 2018, pp. 403.
- [6] A. Nourani., A. Kadri., Z. Benguiga .,M. MehenniI., A. Salem., K. Ferhat.,  
*Réalisation d'un pollinisateur du palmier dattier*, Rev. Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 2017, pp.319.
- [7] T . Djoudi, *Elaboration et caractérisation de composites bio-sourcés à base de fibres de palmier dattier*, Thèse de Doctorat, Université Mohamed Khider - Biskra, pp.161.
- [8] O. Zango, *Agro biodiversité et élaboration d'un modèle architectural du palmier dattier au Sahel : cas du Niger*, Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, 2016, pp.203.
- [9] T. Guettaf Temam., S. Derfouf., B. Guerira., M. Hadid , *Caractérisation structurale et mécanique du bois de la grappe du palmier dattier*, 2017, pp.115-120.
- [10] A. Chehma., HF. Longo, *Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail*, Rev. Energ. Ren.: Production et Valorisation – Biomasse, 2001, pp.59-64.
- [11] S.E. Benziouche, *L'agriculture biologique, un outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban en Algérie*, Article in Cahiers Agricultures, 2017, pp.8.
- [12] L. A. Elseify., M. Midani., L. A. Shihata., H. El-Mously, *Review on cellulosic fibers extracted from date palms (Phoenix dactylifera L.) and their applications*, Cellulose, 2019, pp.24.
- [13] W. Ghori ., N. Saba., M. Jawaid ., M. Asim ., *A review on date palm (phoenix dactylifera) fibers and its polymer composites*, 2018, pp.18

- [14] F. Sarifah., S.Draman., R. Daik ., N. Mohd ., *Eco-friendly extraction and characterization of cellulose from lignocellulosic fiber*, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, pp. 9591-9595.
- [15] Do.Thi Vi Vi, *Matériaux composites fibres naturelles /polymère biodégradables ou non*, Thèse de Doctorat, Université de Grenoble et Université des sciences de Hochiminh Ville, 2011, pp.190.
- [16] Aurélie Vissac., *Matières en fibres*, Mémoire du Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement (DSA-Architecture de Terre), Ecole Nationale Supérieure D'architecture de Grenoble, 2014, pp.136.
- [17] H. Brahmi., A. Hamouine., *Étude expérimentale de la liaison d'adhérence entre les fibres végétales du palmier dattier et la matrice ciment (L'effet du traitement physique et chimique)*, Revue des composites et des matériaux avancés, 2016, pp.135-146
- [18] D. Ed. Aizi , *Extraction, caractérisation morphologique, physico-chimique et mécanique des fibres caulinaires de Retama monosperma L.Boiss*, Thèse de Doctorat, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2016, pp.149
- [19] A. Le Duigou., *Etude des mécanismes d'adhérence entre une fibre de lin et le Plan- Influence d'un traitement faiblement impactant à l'eau*, Comptes Rendus des JNC 17 - Poitiers, 2011, pp.9.
- [20] F. Laurans., A. Déjardin., J. Pilate., *Physiologie de la formation des parois de fibres de bois*, Revue des composites et des matériaux avancés, 2006, pp.27-39.
- [21] M. Dallel, *Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (StipaTenacissima L.): caractérisation physico-chimique de la fibre au fil*, Thèse de Doctorat, Université de Haute Alsace, 2012, pp.154.
- [22] Hervé Mayamba Nlandu, *Extraction et prétraitement de fibres naturelles de lin par une approche enzymatique combinée au CO<sub>2</sub> supercritique*, Thèse de Doctorat, Université de Québec/Canada, 2019, pp.187.
- [23] F. M. AL-Oqla ., O. Y. Alothman., M. Jawaid., S. M. Sapuan., M. H. Es-Saheb., *Processing and Properties of Date Palm Fibers and Its Composites* , 2014, pp.25.
- [24] J. U. Hernández-Beltrán., I.O. Hernández-De Lira., M.M. Cruz-Santos., A.Saucedo-Luevanos., F.Hernández-Terán ., Nagamani Balagurusamy, *Insight into Pretreatment Methods of Lignocellulosic Biomass to Increase Biogas Yield: Current State, Challenges, and Opportunities*.Review , Appl. Sci, 2019,pp. 29.
- [25] P.John ., AG .Kummer., Riedstr., *Adhésif époxyde - Guide d'application – 4.0 -Analyse thermogravimétrique (TGA)*, Suisse, pp.6.
- [26] S.Amroune, *Caractérisations mécaniques et étude de l'endommagement des matériaux composites renforcés par des fibres de palmier*,Thèse de Doctorat, Université du 8 Mai 1945 Guelma, 2016, pp.181.
- [27] C.Gourier, *Contribution à l'étude de matériaux biocomposites à matrice thermoplastique polyamide-11 et renforcés par des fibres de lin* , Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Sud, 2017, pp.323.
- [28] Xue Li. Lope G., Tabil. Satyanarayan Panigrahi., *Chemical Treatments of Natural Fiber for Use in Natural Fiber-Reinforced Composites: A Review*, Journal of Polymers and the Environment, 2007, pp. 25–33.



- [29] I.Juan ., Mora'n.veraA., Alvarez. P.Viviana ., Cyras., Analia Va'zquez., *Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers*, 2007, pp.149–159.
- [30] Ramengmawii Siakeng., M. Jawaid., H. Ariffin., S. M. Sapuan., M. Asim., N. Saba, *Natural Fiber Reinforced Polylactic Acid Composites: A Review*, *Polymer Composites* , 2018 , pp.18.
- [31] A. Kriker.,G. Debicki.,A. Bali., M.M. Khenfer ., M. Chabannet., *Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate*, *Cement and amp; Concrete Composites*,2005, pp. 554–564.
- [32] T. Djoudi., M. Hecini ., Y.Djebbloun ., H. Djemai.,*Caractérisation Physico-mécanique des Matériaux Bio-Composites Epoxy/Fibres de Palmier Dattier (Material and amp; Processes)*, 2018, pp. 4.
- [33] K. Murali Mohan Rao., K. Mohana Rao ., *Extraction and tensile properties of natural fibers: Vakka, date and bamboo Composite Structures* , 2007, pp.288–295.
- [34] R.Tokoro ., Minh Vu D.,K Okubo .,T. Tanaka ., T. Fujii ., T. Fujiura ., *How to improve mechanical properties of polylactic acid with bamboo fibers*, *J.Mater Sci.* 2008, pp. 775-787.
- [35] S. mukhopadhyay., R. Fangueiro., *Physical Modification of Natural Fibers and Thermoplastic Films for Composites – A Review*, *Article in Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 2009, pp.29.
- [36] M.Ragoubi, *Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne*, Thèse de doctorat, Université de Henri Poincaré - Nancy 1, 2010, pp.201.
- [37] J. Le Roux, *Modification des fibres cellulosiques amélioration des propriétés des pat bisulfites*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 2003, pp.195.
- [38] A.Alawar., AM. Hamed., K. Al-Kaabi, *Characterization of treated date palm tree fiber as composite reinforcement*, *Compos Part B*,2009, pp.601–606.
- [39] MA. Al Maadeed ., R. Kahraman ., P. Noorunnisa Khanam ., Al-Maadeed S., *Characterization of untreated and treated male and female date palm leaves*, *Mater Des*, pp.526–531.
- [40] Zadeh KM., Inuwa IM., Arjmandi R ., *Effects of date palm leaf fiber on the thermal and tensile properties of recycled ternary polyolefin blend composites* , *Fibers Polym* ,2017,pp.1330–1335.
- [41] Taha I., Steuernagel L., Ziegmann G., *Optimization of the alkali treatment process of date palm*, *Compos Interfaces*,2007, pp.669–684
- [42] Amroune S., Bezazi A., Belaadi A ., *Tensile mechanical properties and surface chemical sensitivity of technical fibres from date palm fruit branches (Phoenix dactylifera L.)*, *Compos Part A* , 2015 , pp.98–106.
- [43] Taha I., Steuernagel L., Ziegmann G., *Chemical modification of date palm mesh fibres for reinforcement of polymeric materials, Part I: examination of different cleaning methods*, *Polym Polym Compos* , 2006, pp.767.

- [44] Kriker A., Bali A., Debicki G., *Durability of date palm fibres and their use as reinforcement in hot dry climates*, Cem Concr Compos, 2008, pp.639–648.
- [45] E. Mortier, S. Jager, D. Gerdolle, A. Dahoun., *La microscopie électronique à balayage environnementale : application à l'observation des tissus dentaires minéralisés*, Article publié par EDP Sciences, 2011, pp.221-229
- [46] Barbara H. Stuart., *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications, Analytical Techniques in the Sciences (AnTs)*, Wiley, 2004, pp.242
- [47] A. Sbiai, *Matériaux composites a matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres*, Thèse de Doctorat, Matériaux Polymères Ecole doctorale Matériaux de Lyon, 2011, pp.250.
- [48] F. Serna., J. Lagneau., J-M. Carpentier., *La diffraction des rayons X : une technique puissante pour résoudre certains problèmes industriels et technologiques*, 2014, pp.12.
- [49] A. Jabbar., *Sustainable Jute-Based Composite Materials, SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*, 2017, pp. 5-41.
- [50] M.R.Sanjay., G. R. Arpitha., L. Laxmana Naik., K. Gopalakrishna., B.Yogesha., *Applications of Natural Fibers and Its Composites : An Overview*, Natural Resources, 2016, pp. 108-114.
- [51] D Saravana Bavan, GC Mohan Kumarn, *Potential use of natural fiber compositematerials in India*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2010, pp.3600–3613.
- [52] Mei-po Ho, Hao Wang, Joong-Hee Lee, Chun-kit Ho, Kin-tak Lau, Jinsong Leng, David Hui, *Critical factors on manufacturing processes of natural fibre composites*, 2011, pp.3549–3562.
- [53] E. Chabert, *Matériaux composites à matrices vitrière et polymère supramoléculaire*, Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 2015.
- [54] K. Hill., B. Swiecki., J. Cregger., *The Bio-Based Materials Automotive Value Chain*.e-book, Center for Automotive Research, 2012.
- [55] AK. Mohanty., M. Misra., Lawrence T. Drzal., *Natural Fibers, Biopolymers, Biocomposites*, e-book, edition CRC Press, 2005.
- [56] Davoodi, M. M., S. M. Sapuan., D. Ahmad, A. Ali., A. Khalina., M. Jonoobi., *Mechanical Properties of Hybrid Kenaf/Glass Reinforced Epoxy Composite for Passenger Car Bumper Beam*, Materials & Design, 2010, pp.4927–4932.
- [57] Alves, C., A. J. Silva., L. G. Reis, M. Freitas., L. B. Rodrigues., D. E. Alves., *Ecodesign of Automotive Components Making Use of Natural Jute Fiber Composites*, Journal of Cleaner Production, 2010, pp.313–327.
- [58] Kim, K.-W., B.-H. Lee., S. Kim., H.-J. Kim., J.-H. Yun., S.-E. Yoo., J. R. Sohn., *Réduction des émissions de COV des bio-composites biodégradables remplis de farine naturelle pour l'intérieur des automobiles*, Journal of Hazardous Materials, 2011, pp.37–43.
- [59] L.Mohammed., M. N. M. Ansari., Grace Pua., M. Jawaid, M. Saiful Islam, *A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite and Its Applications*.Review Article, International Journal of Polymer Science, 2015, pp.15.

- [60] Swamy, R. P., G. C. Mohan Kumar., Y. Vrushabhendrapa., V. Joseph., *Study of Areca-Reinforced Phenol Formaldehyde Composites*, Journal of Reinforced Plastics and Composites,2014,pp.1373–1382.
- [61] Maheswari, C. U., K. Obi Reddy., E. Muzenda., M. Shukla ., A. Varada Rajulu., *Une étude comparative des composites de polyéthylène haute densité modifiés et non modifiés en fibre de borassus*, Journal international d'analyse et de caractérisation des polymères ,2013, pp.439–450.
- [62] H. H. Abdel-Rahman., R. Al-Juruf., F. Ahmadt., I.Alam , *Physical, mechanical and durability characteristics of date palm frond stalks as reinforcement in structural concrete*, The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete ,1988, pp.175-181.
- [63] M. Iguchi., S. Yamanaka., A. Budhiono., *Bacterial cellulose-amasterpiece of nature's arts*, Journal of Materials Science, 2000,pp. 261–270
- [64] R. Jonas., L. F. Farah., *Production and application of microbial cellulose*, Polymer Degradation and Stability, 1998 , pp. 101–106.
- [65] J. Shah ., R. M. Brown Jr., *Towards electronic paper displays made from microbial cellulose* .Mini-Review, Applied Microbiology and Biotechnology, 2005, pp. 352–35

# **Annexes**

---



**Figure 1: Préparation du matériel végétal.**



**Figure2: L'application sur les échantillons de 50 cm de long.**



**Figure 2: filtrations et neutralisation des fibres traitées**

## Résumé

La recherche de matières premières alternatives issues de sources naturelles est une préoccupation majeure des industriels, en raison des bénéfices économiques, environnementaux et sanitaires qu'elles apportent. Ceci peut être réalisé en recyclant les sous-produits des cultures extensives qui sont disponibles en abondance pendant et après les saisons de récolte. Nous avons constaté que chaque année les palmiers dattiers de nos oasis produisent d'énormes quantités de frondes séchées abandonnés dans les terres agricoles. La valorisation de ces sous-produits, soit directement, soit en utilisant leur contenu chimique au lieu de les brûler, permettrait de convertir les déchets végétaux en une véritable richesse utilisable de manière efficace et écologique.

Dans ce contexte, cette étude a été proposée. Après la récolte des dattes, nous avons collecté le matériel végétal représenté par les frondes et Arjouns de deux variétés de palmier dattier très connues dans le sud de l'Algérie, à savoir: Ghars et Takermost. Suite aux processus de préparation, nous avons extrait les fibres celluloseuses des régimes de datte et des rachis des palmiers dattiers en utilisant la méthode alcaline. Mais, en raison de l'interruption des travaux expérimentaux dans les laboratoires à cause de la pandémie du Covid-19, le travail a été orienté vers une étude théorique plus large sur les fibres végétales, les méthodes d'extraction et leur effet sur les fibres extraites. Ainsi que leurs applications technologiques.

**Mots Clés :** *Phoenix dactylifera* L., Cellulose, Fibres naturelles, Application des fibres

## ملخص

يعتبر البحث عن مواد أولية بديلة ذات مصادر طبيعية، والتي غالباً ما تكون نباتية، أمراً بالغ الأهمية في مجال الصناعة و ذلك لما يحققه من فوائد على الصعيد البيئي والصحي والاقتصادي. وقد يتحقق ذلك من خلال استخدام مخلفات الزراعات الواسعة المتوفرة بكثرة خلال وبعد مواسم الحصاد و إعادة تدويرها. لاحظنا أن نخيل التمر في واحاتنا ينتج عنه كل عام كميات هائلة من السعف الجاف على شكل نفايات مطروحة في الطبيعة. لكنّ تّثمين هذه النفايات سواء بطريقة مباشرة أو من خلال استغلال محتوياتها الكيميائية بدلاً من حرقها من شأنه أن يساعد في تحويل النفايات النباتية إلى ثروة حقيقية يمكن استخدامها بكفاءة وبطريقة صديقة للبيئة.

في هذا السياق تم اقتراح هذه الدراسة. خلال خطواتها الأولى قمنا بجمع المادة النباتية المتمثلة في جريد وعرجون صنفين من النخيل يشتهر بهما الجنوب الجزائري ألا وهما: نخيل الغرس و نخيل تاكرموست. وبعد عمليات التحضير قمنا باستخلاص ألياف السيليلوز باستعمال الطريقة القلوية. لكن نظراً لتوقف العمل التطبيقي في المخابر إثر جائحة كورونا تم توجيه العمل إلى دراسة نظرية أوسع حول الألياف النباتية، الطرق المستعملة في الاستخلاص و تأثيرها على الألياف المستخلصة، و أيضاً تطبيقات الألياف في المجال التكنولوجي.

**كلمات مفتاحية:** سيليلوز، ألياف طبيعية، تطبيقات الألياف *Phoenix dactylifera* L.

## Abstract

The search for alternative raw materials from natural sources is a major concern for industrialist, because of economic, environmental and health benefits they bring. This can be achieved by recycling the by-products of extensive crops that are available in abundance during and after harvest seasons.

It was noticed that every year the date palms of our oasis produce enormous quantities of dried fronds rejected in nature as waste. The recovery of this by-products, either directly or by using its chemical content instead of burning them, would help convert vegetal waste into real wealth that can be used in an efficient and ecological manner.

In this context this study has been proposed. After dates harvest, we collected the vegetal material represented by the leave and Arjoun of two varieties of date palm well-known in the south of Algeria, namely: Ghars and Takermost. Following the preparation processes, we extracted the cellulose fibers from spadix stems and midribs of the vegetal material using alkaline method. But, due to the interruption of experimental work in laboratories because of Covid-19 pandemic, we suggested directing the work towards a larger theoretical study on plant fibers, extraction methods and their effect on the fibers extracted, as well as their technological applications.

**Keywords:** *Phoenix dactylifera* L., Cellulose, Natural fibers, Fibers application.