



Université Mohamed
Khider de Biskra Faculté
des sciences et de la
technologie Génie
mécanique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et
Techniques Filière : Génie
Mécanique Spécialité: Construction
Mécanique

Réf. :

Présenté et soutenu par :

Hamza Nacer

Le : 28\09\2020

Effet des différents méthodes d'extractions de traitements des fibres végétales (palmier dattier) sur les propriétés mécaniques

Jury :

Dr.	Tarek DJOUDI	MCB	Université de Biskra	Président
Dr.	Hocine DJEMAI	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	Youcef DJEBLOUN	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

Dédicace

*A mes parents,
Ma sœur et mes frères,
Mes collègues et mes amis.*

Remerciements

En premier temps, je remercie dieu Allah tout puissant de m'avoir accordé le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Je remercie mon Rapporteur Docteur **Hocine DJEMAI** qui m'a proposé ce sujet et qui m'a bien guidé dans ce travail. Sans oublier mon Co-Rapporteur Docteur: **Tarek DJOUDI** pour son conseil et son grand expérience dans ce domaine.*

Enfin je remercie tous les enseignants du département de génie mécanique de l'université de Mohamed KHIDER de Biskra.

Hamza NACER.

Sommaire

Dédicace	<i>Pag</i> <i>e</i>
Remerciement	i
Sommaire	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	vi
	viii

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralités sur les fibres végétales

I.1. Introduction.....5

I.2. Fibres végétales ou ligno-cellulosiques.....5

 I.2.1 Classification des fibres végétales.....5

 I.2.1.1. Les fibres des feuilles.....5

 I.2.1.2. Les fibres des tiges.....6

 I.2.1.3. Les fibres des bois.....6

 I.2.1.4. Les fibres des surfaces.....6

I.3. Caractéristiques d'une fibre végétale.....7

 I.3.1. Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres végétales.....7

I.4. Structure d'une fibre végétale..... 8

I.5. Composition chimique d'une fibre végétale..... 8

 I.5.1. La cellulose..... 9

 I.5.2. Les hémicelluloses..... 9

 I.5.3. Les pectines..... 10

 I.5.4. La lignine..... 11

Sommaire

I.6 Propriétés et avantages des fibres végétales.....	12
---	----

Chapitre II : Généralité sur les matériaux

végétaux du palmier dattier

II.1 Introduction.....	15
II.2. Répartition géographique du palmier dattier.....	15
II.2.3. La palme	18
II.2.4. Composition chimique de la palme.....	19
II.2.5. Déchet du palmier dattier.....	20
II.2.5.1. Domaines d'utilisation des déchets de palmier dattier.....	20
II.3. Méthodes d'extraction des fibres végétales de palmier dattier.....	22
II.3.1. Extraction mécanique	22
II.3.1.1. Teillage.....	22
II.3.1.2. Déflexion	23
II.3.1.3. Laminage	23
II.3.2. Extraction biologique.....	23
II.3.2.1. Le rouissage à terre	23
II.3.2.2. Le rouissage à l'eau	24
II.3.2.3. Par action microbienne.....	24
II.3.3 Extraction chimique	25
II.4. Caractérisation mécanique	25
II.4.1. Essai de traction	26

Chapitre III: Caractérisations mécaniques

des fibres végétales

III.1 Introduction.....	29
III.2 Matériaux et techniques expérimentales.....	29
III.2.1 Présentation du matériau.....	29
III.2.2 Préparation des éprouvettes.....	30
III.3 Techniques expérimentales.....	31
III.3.1 Essai de traction des fibres de rachis.....	32
III.4. Résultat et discussion	32
Conclusion générale	37
Références.....	39

Résumé

ملخص

Liste des Figures

Chapitre I : Généralités sur les fibres végétales

Figure I.1. Classification des fibres végétales selon l'origine.....	6
Figure I.2 Structure schématique d'une fibre végétale.....	8
Figure I.3. Molécule de la cellulose.....	9
Figure I.4. Structure d'un hémicelluloses.....	10
Figure I.5. Structure d'une chaîne de pectine (acide polygalacturonique).....	10
Figure I.6. Structure des précurseurs de la lignine.....	11

Chapitre II : Généralité sur les matériaux

végétaux du palmier dattier

Figure II.1. Distribution géographique du palmier dattier dans le monde	16
Figure II.2. Répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya en 2014.....	17
Figure II.3. Répartition de palmier dattier en région de Biskra	17
Figure II.4. Proportion de variétés des palmiers dattiers à Biskra	18
Figure II.5. Différentes parties d'un palmier dattier.....	19
Figure II.6. Les parties de la palme mûre	19
Figure II.7. Composition chimique des fibres de palmier (% en poids)	20
Figure II.8. Déchets des palmiers dattiers	21
Figure II.9. Quelques applications des déchets de palmier dattier	22
Figure II.10. Différentes techniques d'extraction des fibres végétales.	25
Figure II.11. Essai de traction des fibres	30

Chapitre III: Caractérisations mécaniques

des fibres végétales

Figure III.1. Résultats de l'essai de traction des fibres.....	30
Figure III.2. Coupes (partie) selon la longueur du rachis.	30
Figure III.3.Processus d'extraction mécanique des fibres (Laminage).....	31
Figure III.4. Résultats de l'essai de traction des fibres.....	32
Figure III.5. Courbes contrainte-déformation des fibres(EMFR) sollicitées par traction.....	33

Chapitre I : Généralités sur les fibres végétales

Tableau I.1 les caractéristiques physico-mécaniques de quelques fibres végétales7

Tableau I.2: Composition chimique de certaines fibres végétales.....11

Tableau I.3 les avantages et les inconvénients des fibres végétales.....12

***Chapitre II : Généralité sur les matériaux
végétaux du palmier dattier***

Tableau II.1.Utilisation de déchet du palmier dattier.....21

***Chapitre III : Caractérisations mécaniques
des fibres végétales***

Tableau III.1. Résultats de l'essai de traction des fibres.....34

Introduction
Générale

Introduction générale

Le développement de matériaux de haute performance à base de ressources naturelles est d'actualité dans le monde entier, même Dans les régions déficientes en forêts, la production d'autres types de fibres a été développée comme les fibres de palmier dattier, de jute ou de lin.

Bien que le recours aux fibres végétales n'est pas nouveau, d'après M. Supran Salit les égyptiens auraient utilisé des composites de fibres naturelles, il y a environ 3000 ans [2].

L'orientation actuelle de l'exploitation et l'utilisation des matériaux naturels disponibles et durables est vivement encouragée dans divers secteurs industriels. Plusieurs raisons expliquent cette incitation puisque ces éco-matériaux présentent des avantages, telles que leurs disponibilités à faible coûts d'une part, ses performances mécaniques et thermiques et son faible poids d'autre part

L'Algérie est classée parmi les principaux pays producteurs de dattes (4è rang mondial avec 14% de la production mondiale) (Ministère du commerce, 2017).

Les dattes constituent le premier produit agricole exporté par le pays. Depuis quelques années, la filière est marquée par un certain dynamisme qui se traduit par un accroissement conséquent de la production. Les dattes algériennes représentent un véritable « gisement » de devises pour le pays (Benzouche, 2008 ; Benzouche et Cheriet, 2012). Les matériaux naturels ne sont pas seulement écologiques, mais aussi biodégradables et recyclables. Ces propriétés sont très importantes actuellement pour éviter les dommages relatifs à l'environnement et à la santé humaine causés par l'utilisation des matériaux synthétiques.

Les fibres naturelles provenant des plantes et des animaux étaient l'un des matériaux les plus couramment utilisés et il n'est pas étonnant de savoir que les composites biodégradables ne sont pas nouveaux pour l'humanité.

Par ailleurs, il existe une source végétale abondante qui n'a pas encore été exploitée et qui peut constituer une alternative au bois traditionnel et aux diverses fibres végétales actuellement utilisées dans la fabrication de matériaux bio-composites. Cette source est liée au palmier dattier, qui au cours de sa croissance et de son évolution naturelle, produit

Introduction générale

chaque année d'énormes quantités de bois fibreux et de fibres sous forme de déchets actuellement abandonnés, dans les palmerais. Ces déchets concernent les sous-produits du palmier dattier (spadice, grappe, palmes sèches, rebuts de dattes, et lif...), dont la collecte ne nécessite pas la replantation des palmiers, contrairement à d'autres fibres végétales telles que le Lin, le chanvre, le sisal, ...Par la création d'une filière dédiée à cette collecte, il suffit de mettre en place un processus cyclique chaque année entre les oasis de palmiers pour broyer ces déchets et les transférer vers une usine d'exploitation.

Les applications des fibres naturelles sont en croissance dans de nombreux secteurs tels que l'automobile, le meuble, l'emballage et les matériaux de construction. Ceci est principalement dû à leurs avantages par rapport aux fibres synthétiques, c'est-à-dire faible coût, faible poids, moins de dommages à l'équipement de traitement, meilleure finition de surface des pièces moulées composite, bonne relative mécanique propriétés, ressources abondantes et renouvelables.

L'idée principale derrière l'introduction des fibres naturelles dans les plastiques était de réduire le coût des matières premières et les problèmes environnementaux, tout en produisant des matériaux avec des propriétés acceptables.

Nous étudierons dans ce travail plusieurs points importants, et pour présenter cette étude, Elle a été divisée en trois chapitres:

Dans le premier chapitre nous allons présenter théoriquement une Généralités sur les fibres végétales et aborder leur structures, leurs caractéristiques ainsi que leur composition chimique, leurs domaines d'application et leur propriétés et avantages.

Le deuxième chapitre comporte une généralité sur les matériaux végétaux du palmier dattier. nous avons distingué la répartition géographique du palmier dattier en global, nationale et en région de Biskra. Et puis, présenter la palme et leur composition chimique, nous avons présenté aussi le déchet du palmier dattier et leur domaines d'utilisation. Ensuite, les méthodes d'extraction des fibres végétales de palmier dattier. Puis, afin de connaître et d'étudier l'observations de la morphologie de la fibre du palmier dattier, nous avons effectuées effectué une caractérisation physico-mécanique sur les fibres extraites de différentes parties de la palme, leurs observations microscopiques, et présenter l'essai de traction .

Le troisième chapitre, c'est le partie expérimentale de ce travail. Nous avons entamée cette partie pour une présentation de matériau et la préparation des éprouvettes de fibres de

Introduction générale

Rachis. De plus, ont été effectuées une synthèse des travaux sur le palmier dattier. D'autre part, cette partie inclut les résultats et discussions.

Enfin, la conclusion générale résume les principaux résultats de l'analyse et les perspectives de cette travail.

Chapitre I :

Généralités sur les fibres végétales

Chapitre I.

Généralité sur les fibres végétales

I.1.Introduction

La matrice est renforcée avec différentes fibres en termes d'origine ou de forme. Le développement des fibres organique a été l'origine d'une grande famille de fibres qui possède des propriétés reliant surtout une grande rigidité axiale à une faible densité [1]. C'est pourquoi les recherches ces dernières années portent sur des solutions alternatives issues directement des végétaux. Des solutions inspirées de la nature tout en la respectant. Bien que le recours aux fibres végétales n'est pas nouveau, d'après M. Supran Salit les égyptiens auraient utilisé des composites de fibres naturelles, fabriqués à partir de paille et d'argile il y a environ 3000 ans [2]. Dans ce chapitre nous allons présenter ces fibres théoriquement et aborder leur structure, leurs caractéristiques ainsi que leur composition chimique et leurs domaines d'application.

Point de vue structurel, les fibres ligno-cellulosiques contiennent des polymères naturels qui leur confèrent des propriétés mécaniques intéressantes. Ces polymères naturels sont la cellulose (α -cellulose), les hémicelluloses, la lignine et les composés extractibles (cires, pectines) auxquels s'ajoute la matière inorganique en très faible quantité [4].

I.2. Fibres végétales ou ligno-cellulosiques

Fibre végétale ou ligno-cellulosique et une expansion cellulaire morte qui est principalement composé par le cellulose d'hémicellulose, le lignine et le pectine. Elle est soit isolé soit regroupée avec d'autres [3]. Chaque fibre unitaire correspond à une cellule élémentaire fibreuse qui est Regroupée avec d'autres pour former un faisceau de fibres ; Le lien interstitiel entre les fibres unitaires étant composé principalement de pectine et d'hémicellulose. Ce sont généralement ces faisceaux de fibres qui sont appelés fibres végétales [1].

I.2.1 Classification des fibres végétales

Les fibres végétales sont classées selon leur origine, elles sont issues de différentes parties de la plante : des feuilles (fibres de sisal, de bananier, de palmier, d'alfa), des graines (fibres de coton, de kapok, etc.), de la tige (kéraf, lin, chanvre, jute, ramie, bambou, etc.), des fruits (fibres de coco, etc.) telles qu'elles sont représentées dans la **Figure I.1**.

I.2.1.1. Les fibres des feuilles

Les fibres sont fabriquées par chevauchement de paquet qui entoure le long des feuilles pour les renforcer ces fibres sont dures et rigides .

I.2.1.2. Les fibres des tiges

Les fibres de tige sont obtenues dans les tiges des plantes dicotylédones. Elles ont pour rôle de donner une bonne rigidité aux tiges de plantes. Les fibres de tige les plus utilisées sont les fibres de lin, de kénaf et de chanvre.

I.2.1.3. Les fibres des bois

Les fibres de bois proviennent du broyage des arbres tels que les bambous.

I.2.1.4. Les fibres des surfaces

Les fibres de surface entourent en général la surface de la tige, de fruits ou de grains. Les fibres de surface des grains constituent le groupe le plus important dans cette famille de fibres. Nous citons entre autre le coton et la noix de coco. Les fibres de coco ont donné de bons résultats pour la résistance à la flexion du ciment de fibre [5].

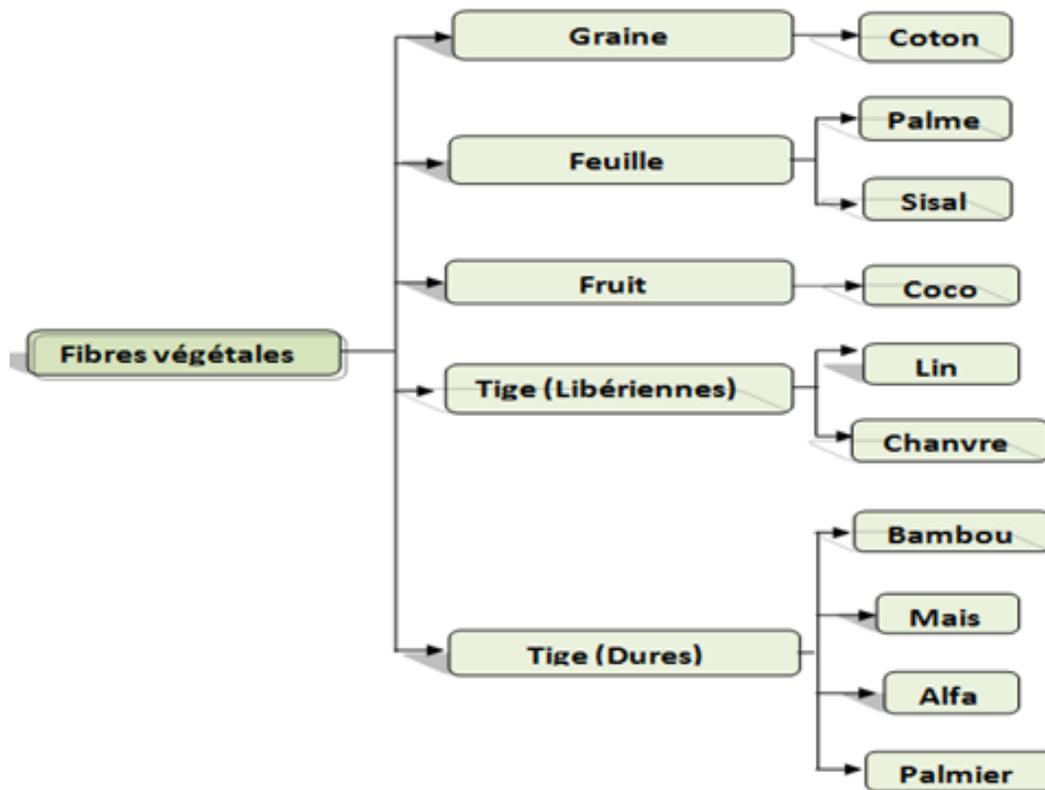


Figure I.1. Classification des fibres végétales selon l'origine.

I.3. Caractéristiques d'une fibre végétale

Une fibre végétale est caractérisée par sa finesse et sa forme allongée par rapport à son diamètre. La plupart des fibres végétales mesurent entre 10 et 150 mm de long pour un diamètre de 10 à 50 micromètres, soit un rapport longueur sur diamètre compris entre 10 et 100 [5]. Leur retour comme matériaux potentiels est dû aux différents avantages qu'elles présentent. Bien entendu, l'effet de ces avantages varie d'une fibre à une autre et dépend de la composition chimique et physique, la structure, le pourcentage de cellulose, l'angle micro fibrillaire, la section et le degré de polymérisation.

I.3.1 Caractéristiques physiques et mécaniques des fibres végétales

Généralement une fibre végétale est caractérisée physiquement par son diamètre, sa densité, son teneur en eau et son pourcentage d'absorption d'eau. Elle est caractérisée mécaniquement par sa résistance à la traction (**contrainte maximale**), son élongation (**déformation**) ou allongement à la rupture et son module d'élasticité (**Module de Young**) [4].

On peut présenter des caractéristiques physiques et mécaniques de certaines fibres végétales dans le **tableau I.1**.

Fibre	Densité	Module de traction	Résistance en traction	Allongement
	(g/cm ³)	(GPa)	(MPa)	(%)
kénaf	1,47	6-8	1580	2,7
Jute	1.45	13-27	350-550	1 ,2-2,5
Chanvre	1,48	29-70	550-900	1,6-3,5
Lin	1,5	28	345-1100	2.7-3.2
Abaca	1,35	20	900	3,5
Sisal	1,45	9-20	400-700	2-14
Coco	1,15	4-6	130-120	15-40
Coton	1,5	5-12	300-800	3-10

Tableau .I.1 les caractéristiques physico-mécaniques de quelques fibres végétales.

I.4. Structure d'une fibre végétale

Les renforts assurent les propriétés mécaniques du matériau composite et un grand nombre de fibres est disponible sur le marché en fonction des coûts de revient recherchés pour la structure réalisée. Les renforts constitués de fibres se présentent sous les formes suivantes : linéique, tissus surfaciques, multidirectionnelle [5].

Les charges à base de cellulose sont des matériaux simples, chimiquement et physiquement. Si l'on ignore l'eau absorbée, les principaux constituants des renforts à base de cellulose se composent de trois types de produit chimiques : environ la moitié de celle-ci est la cellulose et environ un quart de celle-ci est l'hémicelluloses et la lignine. Elles contiennent aussi des extractibles, des protéines et certains composés inorganiques en faibles proportions [6].

Les constituants majoritaires des fibres ligno-cellulosiques déshydratées sont la cellulose, les hémicelluloses et les lignines [Figure I.2].

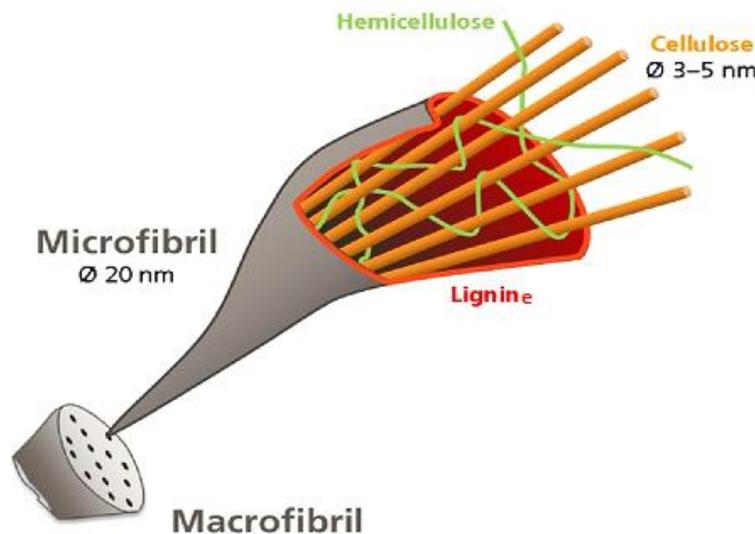


Figure I.2 Structure schématique d'une fibre végétale [7].

I.5. Composition chimique d'une fibre végétale.

La structure microscopique des fibres végétales est complexe. Elles sont constituées par des fibrilles, elles-mêmes formées par des chaînes de cellulose. Les chaînes de cellulose s'associent entre elles de façon parallèle par des liaisons hydrogènes pour former des microfibrilles dont la section (de l'ordre de quelques nm) est variable selon les espèces végétales. Enfin, les fibres se présentent sous la forme d'un composite multicouches dans lequel la lignine

joue le rôle d'une matrice enrobant un élément structurant très rigide qui est la cellulose [8]. La composition chimique de certaines fibres végétales est présentée dans le **Tableau I.2**.

I.5.1. La cellulose

L'existence de la cellulose comme matériau commun dans les parois cellulaires végétales était d'abord découverte par Anselme Payen en 1838 [9]. La cellulose représente la molécule biologique la plus abondante sur terre. D'un point de vue chimique, la cellulose est une macromolécule constituée par une très longue chaîne stéréo-régulière composée de maillons de glucose $C_6H_{12}O_6$ [Figure I.3].

La cellulose possède une structure fibrillaire et partiellement cristalline. Les microfibrilles de cellulose sont constituées de zones cristallines ordonnées et de zones amorphes totalement désordonnées.

Dans la zone cristalline, les chaînes cellulosiques sont disposées parallèlement les unes aux autres, liées par des liaisons hydrogènes intra et intermoléculaires. Toutes les propriétés de la cellulose sont étroitement corrélées à la forte densité des liaisons hydrogènes qui se développent entre les chaînes. Les interactions moléculaires sont fortes et assurent l'essentiel de la cohésion tout en empêchant la pénétration des réactifs. Grâce à sa grande cohésion, la cellulose est insoluble dans la plupart des solvants. La cellulose est de nature très hydrophile [10].

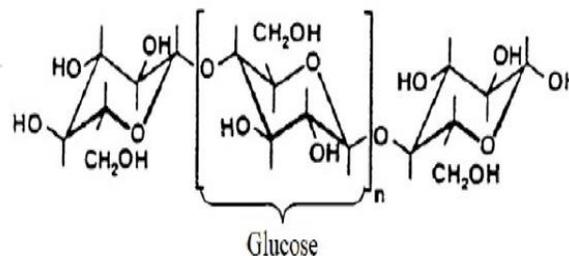


Figure I.3. Molécule de la cellulose [11].

I.5.2. Les hémicelluloses

Dans la plupart des fibres naturelles, la cellulose est mélangée à des hémicelluloses qui sont également des polysaccharides composés d'une combinaison de cycles à 5 et 6 carbones [Figure I.4]. Les hémicelluloses sont des polysaccharides pariétaux non cellulosiques extraits des végétaux. Elles constituent le principal liant dans la structure pariétale des végétaux en

s'associant par liaisons hydrogènes aux micro fibrilles de cellulose et à la cellulose de la paroi cellulaire. La variabilité des motifs monomères constitutifs de la chaîne principale (xylose, arabinose, glucose, mannose, galactose, etc.) permet de distinguer différents types d'hémicellulose. Les hémicelluloses sont des polymères à chaînes courtes, amorphes, et fortement hydrophiles souvent utilisées comme agent épaississant, stabilisant ou émulsifiant [12]. L'hémicellulose est très hydrophile, soluble en milieu alcalin, et facilement hydrolysable dans les acides [10,13].

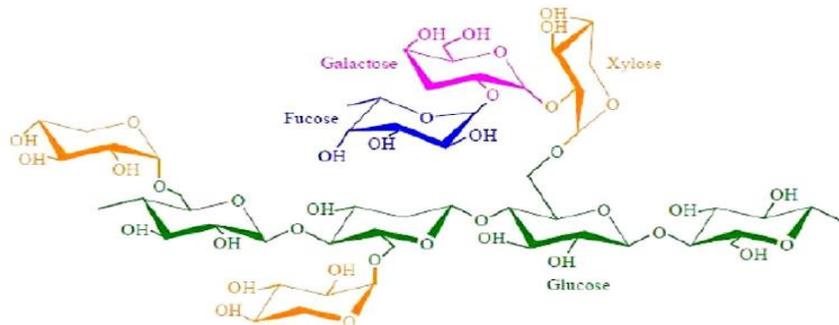


Figure I.4. Structure d'un hémicelluloses [8].

I.5.3. Les pectines

Les pectines regroupent les hétéro-polysaccharides qui se trouvent généralement dans les parois cellulaires primaires des fibres végétales sauf le bois. La structure des pectines dépend de l'espèce végétale et les proportions des différents types varient en fonction de leur position dans les parois cellulaires. Les pectines sont les composés les plus hydrophiles dans les fibres végétales en raison de la présence de groupes acide carboxylique. La Figure I.5 présente un exemple de structure de pectine [9].

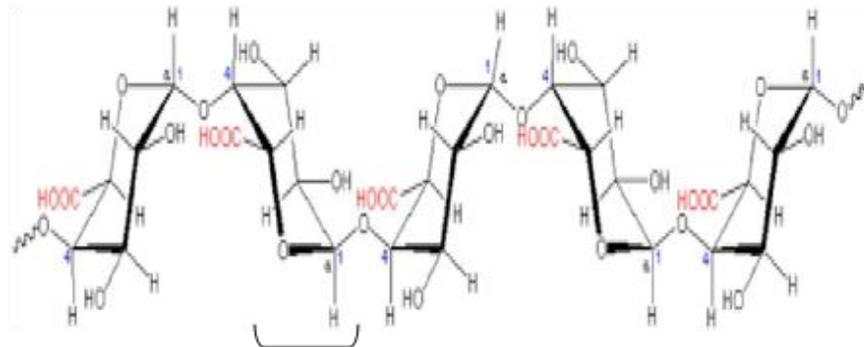


Figure I.5. Structure d'une chaîne de pectine (acide polygalacturonique) [9].

I.5.4. La lignine

La lignine est la seconde substance organique renouvelable la plus présente sur la terre après la cellulose. Elle participe à la rigidité structurale des parois cellulaires et protège les plantes contre l'attaque des organismes pathogènes [9].

La lignine ou « les lignines » sont des polymères tridimensionnels provenant de la polymérisation radicalaire de trois alcools phénylpropénoïques dont la structure, dépendant de l'espèce végétal; est indiquée sur la **Figure I.6**; l'alcool coumarylique, l'alcool coniférylique et l'alcool sinapylique. La lignine est totalement amorphe et hydrophobe. Elle n'est pas hydrolysée par les acides, mais soluble à chaud dans la soude, facilement oxydée et facilement condensable avec du phénol [13].

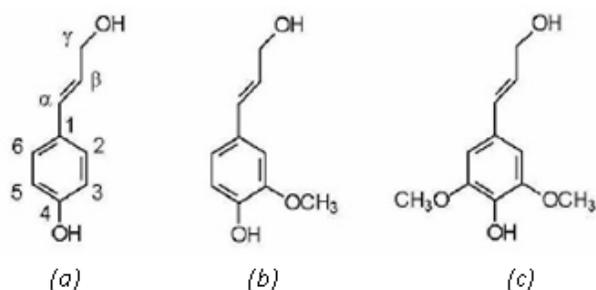


Figure I.6. Structure des précurseurs de la lignine

a) *p*-coumaryl alcohol, b) coniferyl alcohol, c) sinapyl alcohol [13].

Fibres	Celluloses	Hémicelluloses	Lignines	Pectines
	(wt%)	(wt%)	(wt%)	(wt%)
Kénaif	36	21	18	2
Palmier dattier	41-45	6-10	30-40	-
Chanvre	70-78	17.9-22	3.7-5	0.9
Ramie	68.6-76	13.1-15.0	0.6-1	1.9-2
Coton	82.7-90	2-5.7	0.5-1	5.7
Bois	45-50	23	27	-

Tableau I.2. Composition chimique de certaines fibres végétales [9,16].

I.6 Propriétés et avantages des fibres végétales

Les propriétés physico-mécaniques des fibres végétales soient affectées par certaines conditions de croissance, de climat, d'âge et d'origine végétale, elles ont un effet bénéfique sur les propriétés physico-mécaniques du composite. D'une manière générale elles sont de bons renforts pour les matrices à cause de leur résistance relativement grande et leur faible densité [17-18].

Les fibres ligno-cellulosiques renouvelables ont un avantage par rapport les fibres synthétiques car elles forment des boucles au lieu de se rompre au cours de leur transformation et de leur fabrication. De plus, la cellulose contient une section ovale plate qui augmente le transfert de charge en présentant un rapport d'aspect effectivement plus élevé. Cependant, malgré ces nombreux avantages, la fibre végétale a certaines limites à être utilisée et qui sont des inconvénients. Cette tableau présente les avantages et les inconvénients des fibres végétales comme renfort dans les composites. Le **Tableau I.3** présenter les avantages et les inconvénients des fibres végétales.

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Faible coût • Biodégradable(pour l'environnement) • Ressource renouvelable • Propriétés mécaniques • spécifiques importantes (résistance et rigidité) • Demande peu d'énergie pour la production • Non abrasif pour les outillages • Bon isolant thermique et acoustique neutre pour l'émission de CO2 • Pas de résidus après incinération • Pas d'irritation cutanée lors de la manipulation des fibres, 	<ul style="list-style-type: none"> • Absorption d'eau • Biodégradabilité (pour le matériau) • Fibres anisotropes • Pour des applications industrielles, nécessite de gestion d'un stock • Faibles stabilité dimensionnelle • Faible tenue thermique (200 à 300°C max) • Variation de qualité en fonction du lieu de croissance, des conditions météorologiques • Renfort discontinu

Tableau I.3. Avantages Inconvénients des fibres végétales [20].

Chapitre II :
Matériaux végétaux du
palmier dattier

Chapitre II.

Matériaux végétaux du palmier dattier

II.1 Introduction

L'utilisation des matériaux végétaux dans différents secteurs, particulièrement à la fabrication des matériaux composites pour les éléments d'isolation. Plusieurs types de fibres végétales utilisées comme renfort dans les matériaux composites à matrice organique ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs à cause de leurs performances mécaniques et physiques à faible densité en plus de leurs avantages économiques et environnementaux.

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* LIN, c'est une plante fruitière pérenne, le plus ancien dans le monde. Ayant une croissance lente, ses caractéristiques dépendent du milieu, de l'âge et des conditions culturales. L'origine des palmiers dattiers reste indéterminée malgré les grandes recherches dans ce domaine. Les estimations actuelles indiquent que le monde arabe est le plus grand producteur de palmier dattier au monde [21-22].

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) connu depuis l'antiquité, était considéré par les Egyptiens comme un symbole de fertilité, représenté par les Carthaginois sur les pièces de monnaies et les monuments, et utilisé par les Grecs et les Latins comme ornement lors des célébrations triomphales.

En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables.

Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq ans, et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans. [38].

Actuellement la culture du palmier dattier s'étend dans l'hémisphère nord préférentiellement dans les régions arides et semi-arides chaudes. Il est largement cultivé pour ses fruits alimentaires qui sont commercialisés dans le monde entier. Les estimations actuelles indiquent que le monde arabe est le plus grand producteur du palmier dattier au monde.

II.2. Répartition géographique du palmier dattier

La production des dattes dans le monde est variable et a une grande importance économique.

- **Au niveau mondial:** Le nombre des palmiers dattiers est estimé à plus de 100 millions. Sa répartition, présente que l'Asie est en première position avec 60 millions du palmiers dattiers (Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Iran, l'Irak, le Koweït, Oman, Pakistan, Turkménistan et Yémen); tandis que l'Afrique est en deuxième position avec 32,5 millions du palmiers dattiers (Algérie, Egypte, Libye, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Somalie, Soudan, Tchad et Tunisie).[38]. La **figure II.1** présente la distribution géographique du palmier dattier au niveau mondial



Figure II.1. Distribution géographique du palmier dattier dans le monde. [38].

- **Au niveau national:** Il y a environ 18.4 millions de palmier dattier répartis sur une superficie de plus de 160 milles hectares. Bien que ce patrimoine soit reparti aux 17 wilayas; il se concentre principalement dans les wilayas du Sud-est et du Sud-centre d'Algérie [23]. Notre wilaya (wilaya de Biskra) est la première région d'Algérie en termes de nombre de palmiers dattiers avec 4,3 millions de palmiers. La **Figure II.2** montre la répartition des palmiers dattiers en Algérie par wilaya en 2014.

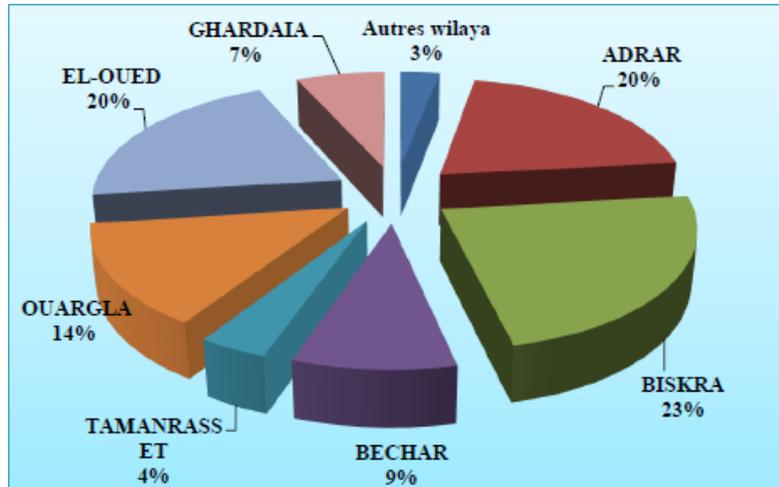
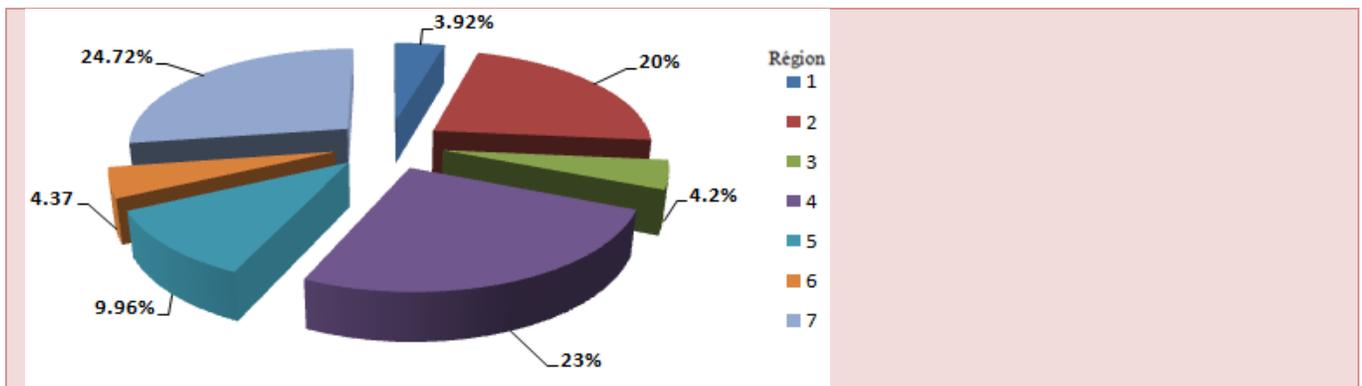


Figure II.2. Répartition des palmiers dattiers de l'Algérie par wilaya en 2014. [23].

- **Au niveau de Biskra:** Les oasis des palmiers de Biskra sont particulièrement concentrées dans les sept régions de Ziban, comme qui est montré à la **Figure II.3**.



- **Région 1 :** EL-outaya, Djamourah, Branis, EL-kantra.
- **Région 2 :** Sidi Okba, Chetma, Ain Naga, El-houach, M'chounech.
- **Région 3 :** Zeloued, Mziraa, El fidh, KS nadji
- **Région 4 :** Tolga, Bouchagroun, Lichana, Leghrous, Foughala, Lichana
- **Région 5 :** Oulad Djalal, Doucen, Chaiba,
- **Région 6 :** Sidi Khaled, Basbese, Ras El Miaad
- **Région 7 :** Ourelal, Mlili, Mekhadma, Lioua, Oumech

Figure II.3. Répartition de palmier dattier en région de Biskra. [23].

Ces régions sont connues par une grande diversité de palmiers dattiers. Cette différence entre les palmiers peut être distinguée à l'œil nu à travers la couleur, la taille, le fruit et la forme de la palme. Les palmiers de Deglet-Nour sont les plus répandus à Biskra avec 61,93%, puis les palmiers d'Elghres avec 12,90% comme le montre la Figure II.4.

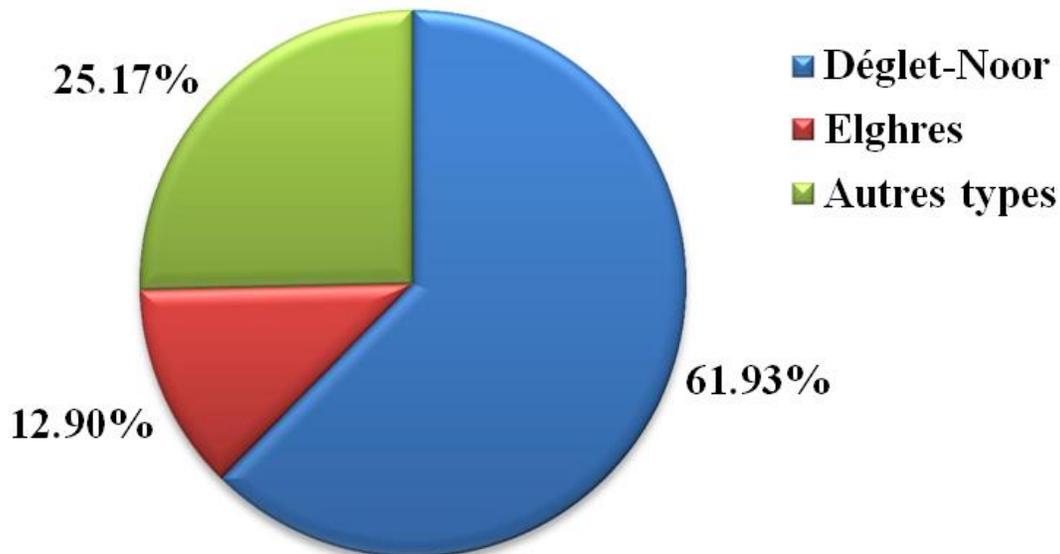


Figure II.4. Proportion de variétés des palmiers dattiers à Biskra. [23]

Le palmier dattier est une plante qui possède un tronc qui contient du bois fibreux et du tissu entourant le tronc à l'encastrement de la palme, appelé localement Lif. De plus, c'est une plante dioïque comportant des pieds mâles (Dokkar) et des pieds femelles (Nakhla). Le palmier dattier a un tronc très élancé (Stipe), haut jusqu'à 30 m, clairement recouvert par les gaines (Pétiole) des feuilles (Palme) tombées et de tissu (Lif) entourant le tronc à l'encastrement des pétioles.

Les palmes sont réunies en forme d'une couronne en un nombre de 20 à 30 au maximum. Un ensemble de régimes (Grappe) aux fruits sont suspendus sous la couronne de palmes dispersée. La Figure II.5 présente les constituants principaux du palmier dattier et l'évolution naturelle d'une palme [25-26].

II.2.1. La palme

La palme 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). Les segments inférieurs

sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, et plus ou moins longues. La base pétiolaire des palmes (dit localement Kornaf) est dure et relativement rigide [21]. La longueur d'une palme peut varier de quelques dizaines de centimètre à plusieurs mètres. Suivant cette longueur, la palme peut être divisée en quatre parties: partie pétiolaire, partie épineuse, partie intermédiaire et partie foliotée. La Figure II.6 présente les différentes parties d'une palme mûre.

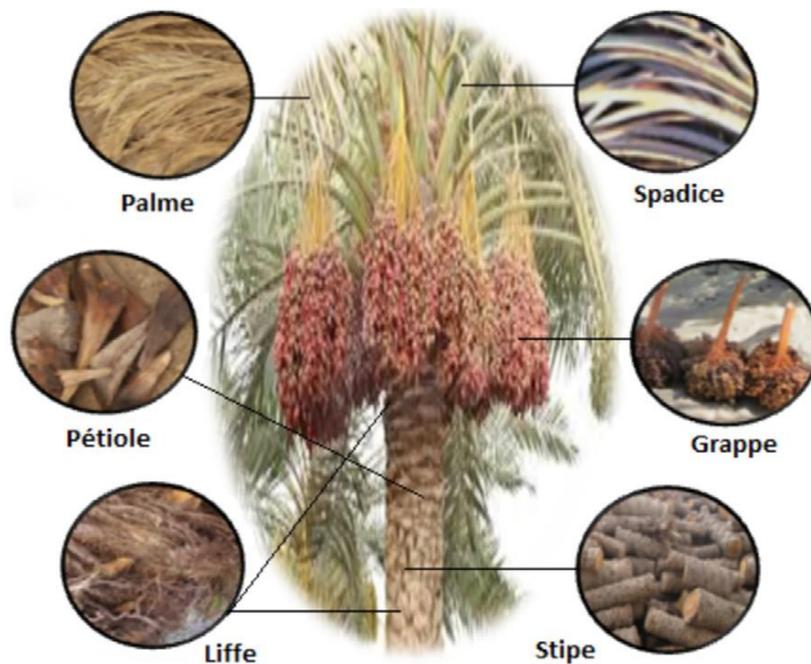


Figure II.5. Différentes parties d'un palmier dattier. [25-26].

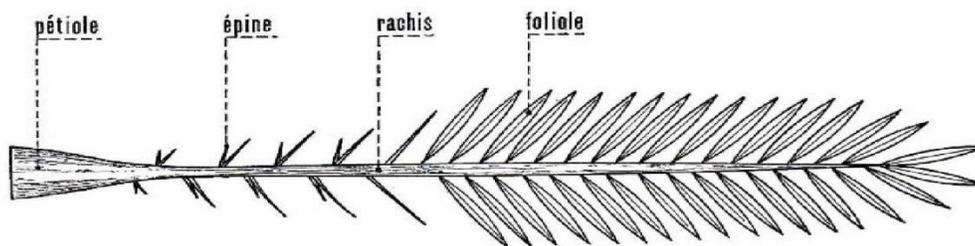


Figure II.6. Les parties de la palme mûre [27].

II.2.2. Composition chimique de la palme

Les résultats de la composition chimique des fibres ligno-cellulosiques issues du palmier dattier d'après l'étude de A. Sbiai [28] sont résumés dans le graphe de la Figure II.7. Ces résultats représentent des moyennes d'au moins trois essais pour chaque élément.

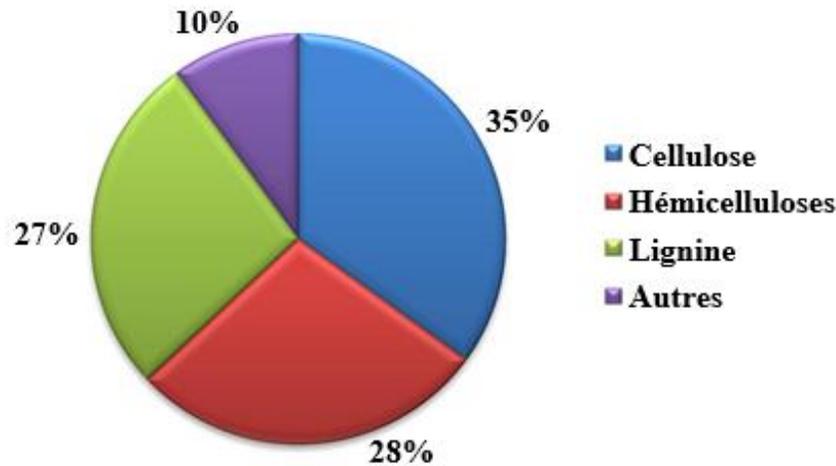


Figure II.7. Composition chimique des fibres de palmier (% en poids) [28].

II.2.3 Déchets du palmier dattier

La croissance et l'évolution naturelle d'une palme passe par quatre étapes successives qui sont définies par les termes palmes jeunes, palmes adultes, palmes mûres et palmes sèches (**Figure II.8**). [29].

Le palmier dattier produit chaque année une quantité très importante de bois fibreux et de fibres (Lif) sous forme de déchets abandonnés, dans les oasis du désert du Sahara. Ces déchets concernent les sous-produits du palmier dattier (Spadice, Grappe, Palmes sèches, Rebuts de dattes, et Lif). Cette quantité de déchets peut atteindre 80 milles tonnes par an dans la seule région de Biskra (Algérie) [30]. Chaque année, le palmier dattier produit un certain nombre de palmes à partir de bourgeons et perd un nombre similaire de palmes par dessèchement [21, 29, 30]. Une palme pèse en moyenne 1.4Kg. Le palmier dattier donne en moyenne 15 palmes par an [31]; on dénombre environ 18.4 millions de palmier dattier en Algérie dont 4.3 millions dans la région de Biskra [30]. On peut estimer le total de palmes séchées à environ 382200 tonnes/an en Algérie [27].

I.2.4. Domaines d'utilisation des déchets du palmier dattier

Depuis l'année 2002, la production des fibres végétales a été pour la première fois insuffisante pour répondre à la demande qui ne cesse d'augmenter avec l'intérêt croissant des industriels [32].



Figure II.8. Déchets des palmiers dattiers :
a) Palmes sèches, b) Stipes

Les déchets de la palme constitués de fibres ne sont exploités que d'une manière artisanale pour des applications traditionnelles. On les retrouve par exemple dans l'artisanat (avec la fabrication de chapeaux, paniers et tapis...etc.) mais également dans la construction (charpentes de maison). La **Figure II.9** montre certaines applications de ces déchets. Le **Tableau II.1** présente l'utilisation de ces déchets.

Déchets	Utilisations
Tronc d'arbre	utilisé dans l'ébénisterie traditionnelle, bois de chauffage et charpentes de maison
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	confection des semelles de sandales, des cordes et des filets....
Les déchets des dattes	dans l'alimentation du bétail et Café

Tableau II.1. Utilisation de déchet du palmier dattier.[35]



Figure II.9. Quelques applications des déchets du palmier dattier

II.3. Méthodes d'extraction des fibres végétales de palmier dattier

Habituellement, pour utiliser du renfort de matériau composite, les fibres végétales sont prélevées dans la chaîne de transformation de l'industrie textile.

Depuis plusieurs années cette filière a été développée, et développent les techniques de séparation des fibres par rapport aux autres composantes de la plante.

Parmi les techniques utilisées pour séparer et présenter les fibres sont: l'extraction mécanique, biologique et chimique [33], et la **Figure II.10** montre ces différentes techniques pour l'extraction des fibres.

II.3.1. Extraction mécanique

Cette technique est basée sur la séparation des fibres par des procédures mécaniques à l'aide d'une machine ou manuellement. L'extraction mécanique a généralement deux problèmes majeurs. Le premier est le risque élevé d'obtenir de faibles propriétés mécaniques en raison de contraintes mécaniques qui peuvent être agressives et le deuxième problème est la modification dans les caractéristiques intrinsèques des fibres, quelle que soit la méthode de séparation utilisée.

II.3.1.1. Teillage

Cette méthode consiste à séparer les fibres par action mécanique tel que le Broyage et le battage. Elle est plutôt utilisée pour extraire les fibres de lin ou de chanvre. Elle est assurée par des machines automatisées qui engagent, maintiennent et dégagent automatiquement les tiges grâce à des systèmes de roues cannelées à grosses dentures au début puis à plus fines dentures. Par la suite, les fibres passent sous la cannelure des rouleaux avec un angle proche de 90° pour rendre le broyage plus efficace. L'opération est effectuée successivement côté pied et côté tête. Les

fibres courtes appelées aussi étoupes, moins résistantes, et les anas sont récupérées par aspiration et séparées.

II.3.1.2. Déflexion

L'extraction des fibres se fait par action combinée de grattage et de battage. Les machines appelées «raspadors» (grattoir en langue espagnole) râpent les feuilles de la plante et libèrent les fibres. Ces machines principalement constituées par un axe rotatif entraîné par un moteur, sur lequel des supports maintiennent des batteurs en acier ont été fixés. Les tiges insérées en amont de la machine, sont prises entre ces batteurs et une table à ciseaux, râpées et guidées vers le côté opposé. La poudre et le bois passent à travers des cribles. La distance qui sépare les lames est réglable en fonction du lot.

II.3.1.3. Laminage

Les tiges sont découpées en morceaux qui sont ensuite écrasées sous presse ou par laminage ou encore par combinaison des deux traitements. Ceci est effectué plusieurs fois de suite jusqu'à ce que les fibres soient suffisamment séparées.

II.3.2 Extraction biologique

C'est une technique naturelle pour l'extraction des fibres, par l'utilisation d'agents microbiens ou en développant des micro-organismes capables de séparer les éléments non cellulosiques de la partie fibreuse de la plante en éliminant les liaisons qui les unissent. Cette méthode est très efficace. Cependant, ils ne peuvent pas éliminer la polymérisation de la pectine et sont généralement basés sur des conditions naturelles et des conditions agressives.

II.3.2.1. Le rouissage à l'air

Le rouissage est un procédé naturel destiné à favoriser l'extraction des fibres. Il consiste à étaler les tiges (de lin par exemple) dans un champ après sa récolte, afin de bénéficier de l'action combinée du soleil et de la pluie favorisant le développement de microorganismes capables de séparer les éléments non cellulosiques de la partie fibreuse de la plante. Cette opération peut durer de 6 à 8 semaines en fonction de la météo. Malgré l'efficacité de cette méthode, elle connaît plusieurs inconvénients qui résident dans sa dépendance entière des conditions météorologiques (excès d'humidité, vent très fort). Donc le rouissage à l'air est un procédé efficace si la météo est bonne mais qui reste très lent, par conséquence, c'est un procédé aléatoire.

II.3.2.2. Le rouissage à l'eau

Ce type de rouissage repose sur le même principe de développement de micro-organismes que le rouissage à l'air, la différence est que les tiges (de chanvre par exemple) sont plongées dans l'eau pendant plusieurs jours. Les bottes de 5 à 7 Kg sont soumises à l'action de bactéries anaérobies. Dès que les fibres se détachent sur toute la longueur, la plante est sortie de l'eau pour être séchée. Cette technique donne des résultats moins aléatoires que la première mais elle présente un inconvénient majeur : la pollution de l'eau. En effet, le rouissage du lin et du chanvre est très répandu au nord de l'Europe (France, Belgique, Pays Bas). Le rouissage à l'eau est effectué ensuite en cuve, dans de l'eau tempérée (37°C) jusqu'à ce que les fibres soient délignifiées et non adhérentes. Cette technique est en régression continue, au profit du rouissage à terre.

II.3.2.3. Par action microbienne

Trois groupes d'agents microbiens sont capables de dégrader les composants non cellulosiques présents dans les tiges ou les feuilles des plantes : les bactéries, les protozoaires et les champignons. Dans la première catégorie de bactéries, il existe trois espèces, une qui possède une activité dépolymérise et une autre glycosidasiques capables d'hydrolyser la chaîne principale et de couper les chaînes latérales en utilisant les oligosaccharides et les oses libérés. La deuxième possède uniquement une activité dépolymérise mais incapable d'utiliser les produits d'hydrolyse des hémicelluloses. Enfin la troisième, qui possède des activités glycosidasiques mais dépourvue d'activité dépolymérise.

Plusieurs espèces des protozoaires sont capables de dépolymériser les hémicelluloses, ainsi que pour les substances pectiques, mais elles n'ont qu'une capacité limitée à utiliser les produits d'hydrolyse comme source d'énergie. Concernant les champignons, ils sont capables de dépolymériser les hémicelluloses et d'utiliser les oligosaccharides et les oses libérés, et de solubiliser partiellement la lignine. Cependant, elles ne peuvent pas dépolymériser les pectines.

C'est une technique naturelle pour l'extraction des fibres, par l'utilisation d'agents microbiens ou en développant des micro-organismes capables de séparer les éléments non cellulosiques de la partie fibreuse de la plante en éliminant les liaisons qui les unissent. Cette méthode est très efficace. Cependant, ils ne peuvent pas éliminer la polymérisation de la pectine et sont généralement basés sur des conditions naturelles et des conditions agressives.

II.3.3 Extraction chimique

Dans littérature scientifique plusieurs méthodes qui dépendent de la séparation chimique de la cellulose des autres composants non celluloses sont proposées. Les méthodes d'extraction chimique des fibres végétales permettent d'éviter les inconvénients d'extraction mécanique, et surtout d'économiser beaucoup de temps et d'énergie.

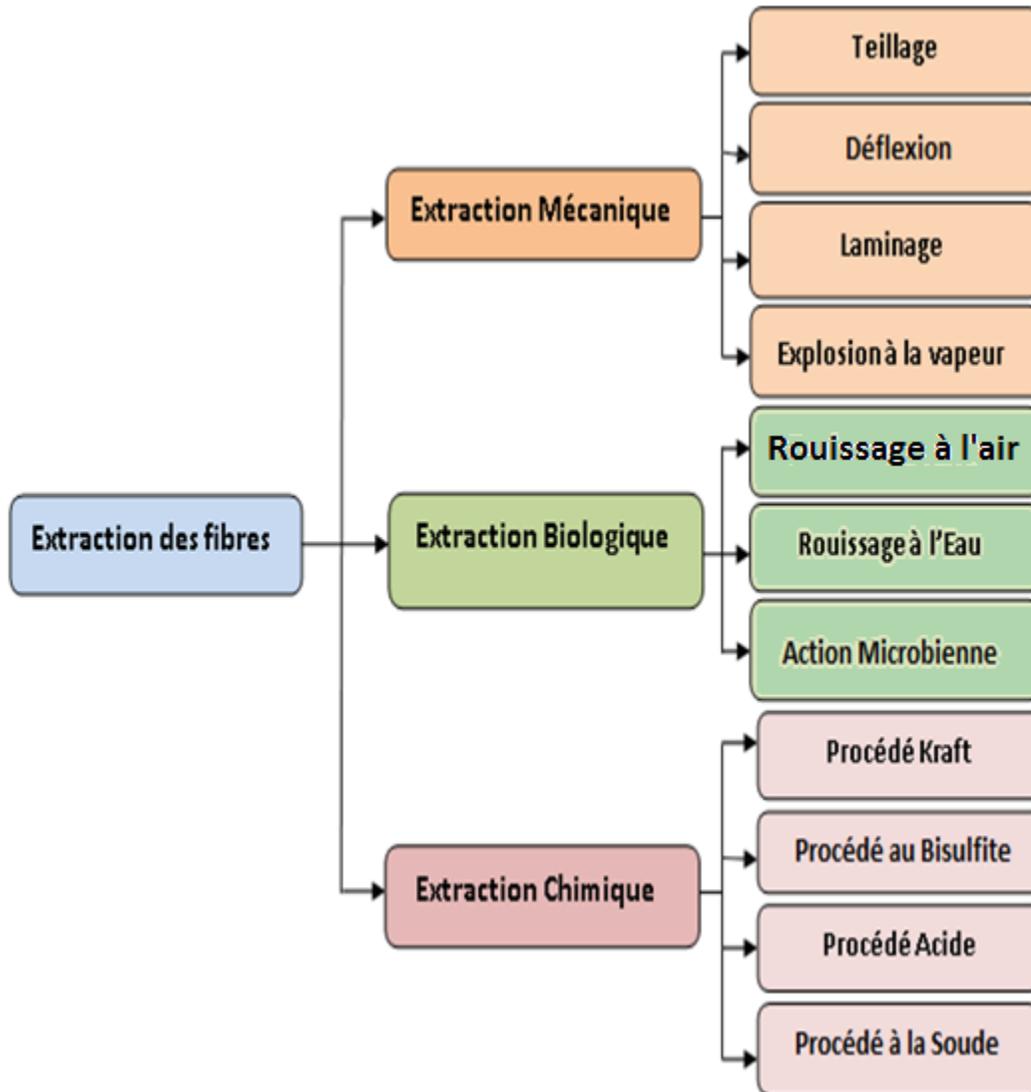


Figure II.10. Différentes techniques d'extraction des fibres végétales.

II.4. Caractérisation mécanique

Habituellement, pour caractériser ou déterminer les caractéristiques mécaniques des fibres végétaux, nous devons faire des tests mécaniques, parmi lesquels des tests de traction.

II.4.1. Essai de traction

Essai de traction consiste à placer une petite éprouvette du matériau à étudier entre les mâchoires d'une machine de traction qui tire sur l'éprouvette jusqu'à sa rupture. On enregistre l'allongement et la force appliquée, que l'on convertit ensuite en déformation et contrainte. La figure. II.15 présente la machine de traction et le dispositif qui est placé sur cette machine pour fixer les fibres étudiées.

L'essai de traction donne plusieurs valeurs importantes et permet de déterminer le module d'élasticité (E), la contrainte à la rupture (σ_r) et les déformations à la rupture (ϵ_r) :

- le module de Young (E), ou module d'élasticité longitudinale, exprimé (MPa) ou (GPa) ;
- la limite d'élasticité R_e , σ_e , qui sert à caractériser un domaine conventionnel de réversibilité ;
- la résistance à la traction R_m , σ_m , qui définit la limite à la rupture ;
- l'allongement à la rupture $A\%$, qui mesure la capacité d'un matériau à s'allonger sous charge avant sa rupture, propriété intéressante dans certaines applications ;
- le coefficient de Poisson ν , qui correspond à la proportion entre la déformation transversale (diminution de section) et la déformation longitudinale (allongement relatif) de la pièce dans le domaine élastique.[37]

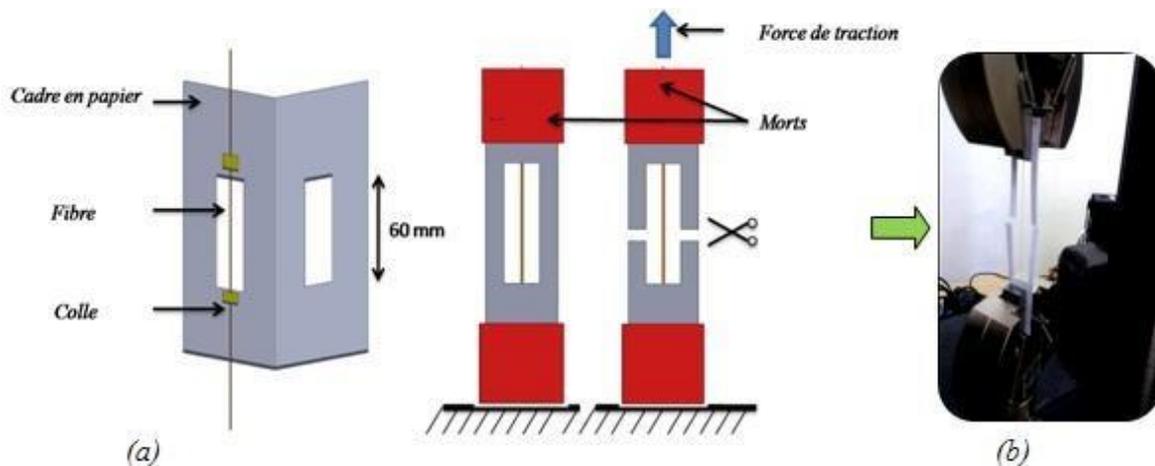


Figure II.11. Essai de traction des fibres
a) fixation des fibres, b) dispositif de l'essai. [35].

Chapitre III
Caractérisations
mécaniques des fibres
végétales

Chapitre III.

Caractérisations mécaniques des fibres végétales

III.1 Introduction

L'objectif de cette partie de l'étude est la caractérisation mécanique des fibres d'une composante importante du palmier dattier qui est le rachis.

Les essais mécaniques sont réalisés pour déterminer les caractéristiques mécaniques des fibres extraites du rachis après son séchage. Ces propriétés mécaniques ont permis également de situer ces nouveaux types de bois fibreux parmi d'autres résultats de la littérature scientifique et d'envisager de les utiliser dans la mise en œuvre des matériaux composites et dans des éléments d'isolation.

II.2 Matériaux et techniques expérimentales.

En référence à la classification précédente dans le chapitre II des variétés des palmiers dattiers dans la région de Biskra, nous avons choisis le types des palmiers (Deglet-Nour), de Tolga (Biskra). Ils produisent chaque année une quantité très importante de sous-produit forme de déchets abandonnés. La palme est le sous-produit le plus disponible des palmiers dattiers. Ainsi, l'intérêt de ce travail est de contribuer à la valorisation d'utilisation des fibres extraites de la palme.

III.2.1 Présentation du matériau

Le matériau de cette étude est des fibres de rachis des palmiers dattiers de type Deglet-Nour de la région de Tolga..

Le rachis est un élément de base de la palme. Elle l'est constituée aussi par le pétiole, les épines et les folioles qui sont présentées à la figure III.1.

Pour préparer les fibres de rachis (fibres de notre étude), on découper le pétiole à part, puis on récolter les folioles manuellement et finalement on découper le rachis en morceaux **I**

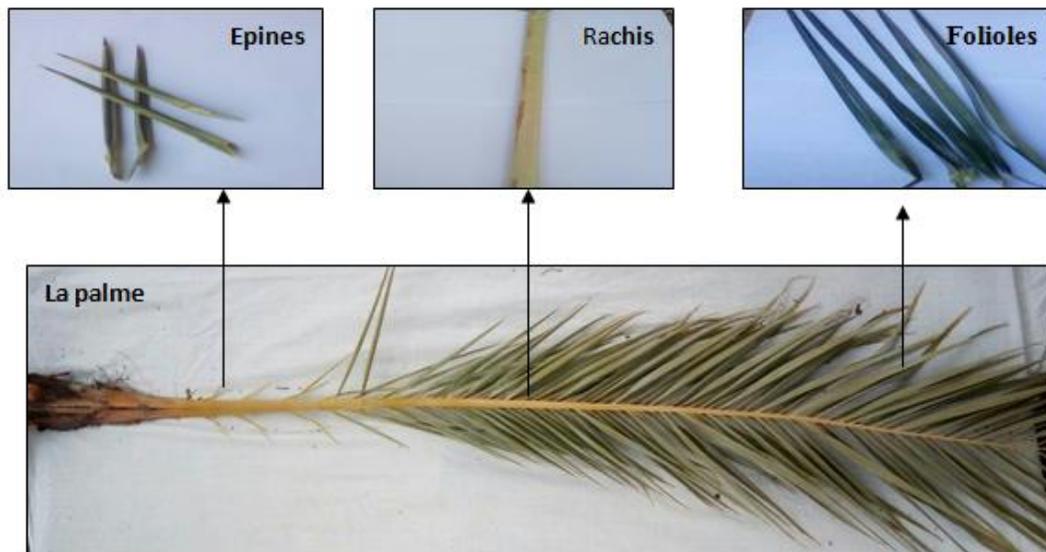


Figure III.1. Les parties d'une palme du palmier dattier

III.2.2 Préparation des éprouvettes

Pour préparer des échantillons (fibre de rachis), on suit les étapes suivantes:

- Couper le rachis selon la longueur en trois parties de la palme du palmier dattier de type Deglet-Nour, qui est présenté dans la **figure III.2**.
- Tremper ces morceaux dans l'eau distillée pendant une journée pour faciliter la séparation de leurs fibres.
- nous la coupons en petits morceaux pour faciliter le processus de laminage, puis nous avons extrait les fibres manuellement du rachis.

La **figure III.1** et **III.2** présente les processus d'extraction mécanique des fibres (Laminage).



Figure III.2. Coupes (partie) selon la longueur du rachis.

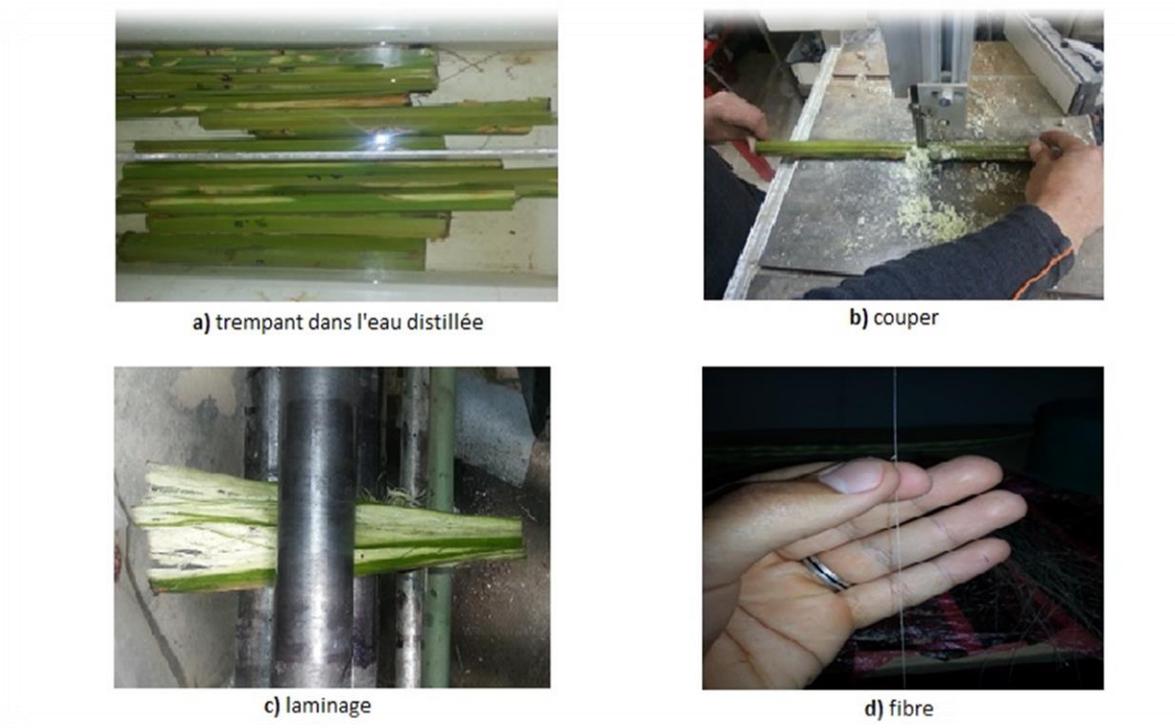


Figure III.3. Processus d'extraction mécanique des fibres (Laminage).

Cette étude est effectuée sur des fibres de rachis différenciées par leurs diamètres selon la longueur de la palme.

EMFRI: fibre de rachis de diamètre [0.413-0.493 mm], qui extrait le processus de laminage.

EMFRII: fibre de rachis de diamètre [0.497-0.54 mm], qui extrait le processus de laminage.

EMFRIII: fibre de rachis de diamètre [>0.54 mm], qui extrait le processus de laminage.

III.3 Techniques expérimentales

En raison de conditions imprévues et d'urgence, nous avons dû utiliser les résultats de docteur T.DJOUDI [35] préalablement extraits de l'essai de traction des fibres rachis de types Deglet-Nour, pour terminer cette étude.

Les essais de traction sont effectués sur des fibres de rachis du palmier dattier de type Deglet-Nour. Ces fibres sont différenciées par leurs diamètres selon les trois parties découpées.

III.3.1 Essai de traction des fibres de rachis:

Ces essais permettent de déterminer le module d'élasticité, contrainte de rupture et la déformation de rupture dans les fibres de rachis de Deglet-Nour différenciées par leurs diamètres. Ces fibres sont extraites par le processus de laminage (méthode mécanique).

L'essai de traction est effectué, en utilisant un dispositif pour fixer la la fibre entre les deux mors de la machine qui est indiqué dans la figure III.4.

Ces essais ont été effectués avec une vitesse de déplacement de 1 mm/min sur une machine universelle type INSTRON modèle 5969 de capacité 5 kN, avec pilotage et acquisition des données par logiciel Bluhill3. trois éprouvettes sont testées pour déterminer le module d'élasticité, contrainte de rupture et déformation de rupture.

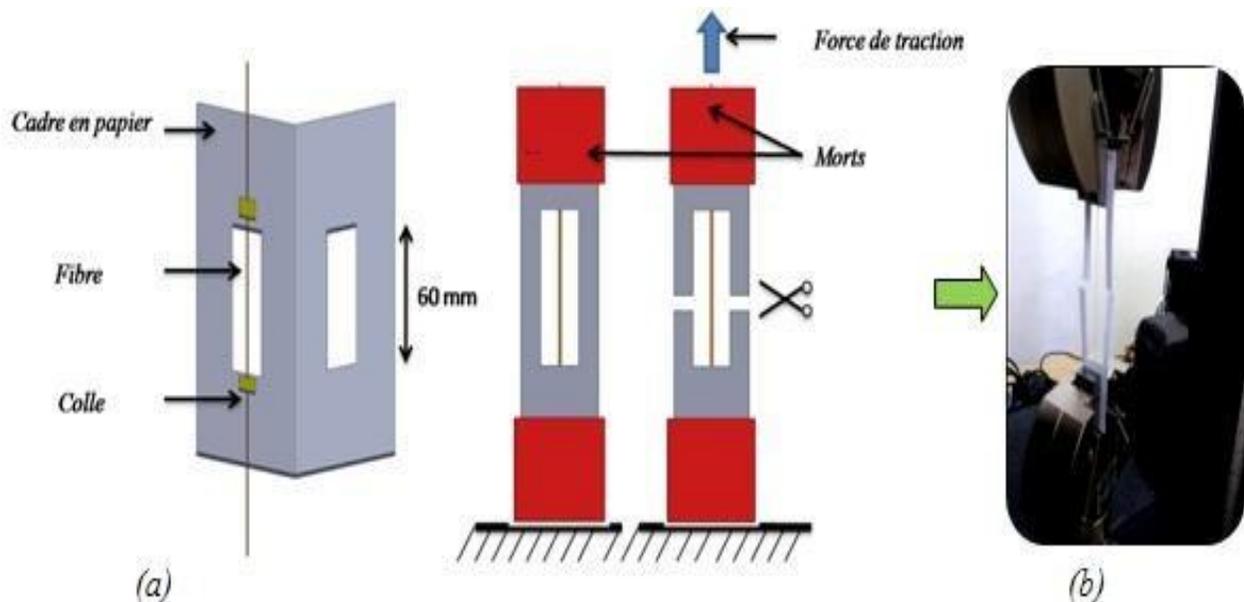


Figure III.4. Essai de traction des fibres de rachis
a) b) fixation des fibres, a) dispositif de l'essai. [35].

III.4. Résultat et discussion

En raison de conditions imprévues et d'urgence, nous avons dû utiliser les résultats de docteur T.DJOUDI préalablement extraits de l'essai de traction des fibres rachis de types Deglet-Nour, pour terminer cette étude

Les caractéristiques mécaniques ont été calculées à partir les courbes Contrainte-déformation des fibres de rachis de Deglet-Nour sollicités par traction. Ces fibres sont extraites par laminage.

La **figure III.5** montre la courbe contrainte-déformation des fibres de rachis de Deglet-Nour sollicitées par traction, ces fibres sont différenciées par leurs diamètres qui extraient par la méthode d'extraction mécanique selon la longueur de la palme.

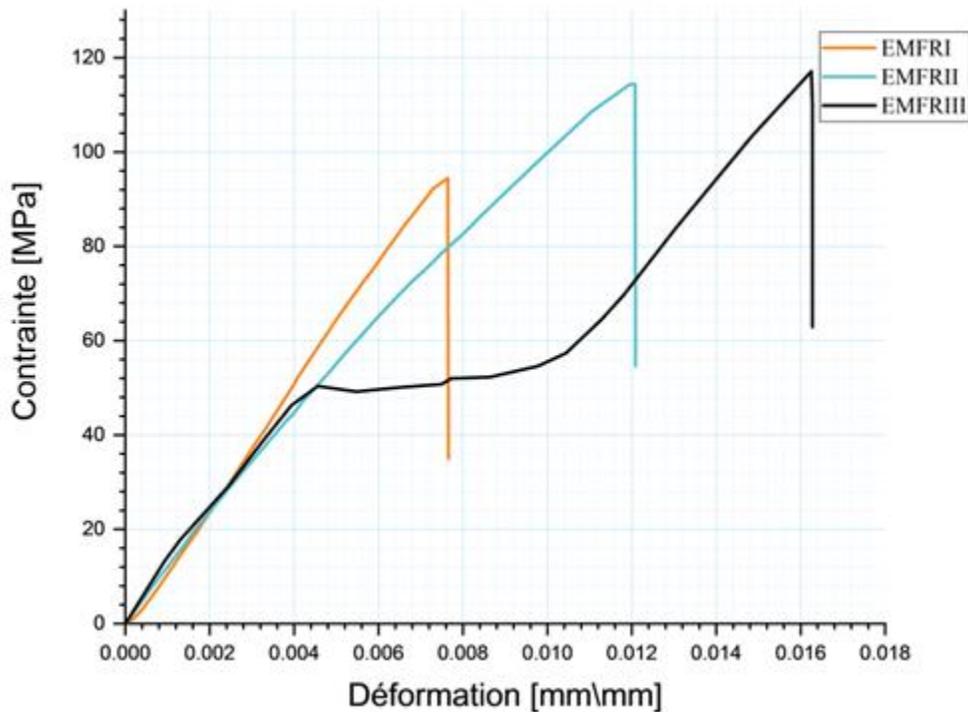


Figure III.5. Courbes contrainte-déformation des fibres(EMFR) sollicitées par traction.

La **figures III.5** présente l'évolution de la contrainte appliquée en fonction de la déformation des fibres de rachis différenciées par leurs diamètres sollicitées en traction. Le comportement en traction des fibres est similaire et peut se décomposer en 3 phases principales, à savoir:

- La première phase correspond à une augmentation linéaire de la contrainte appliquée avec la déformation; sauf quelque pic au début de la phase, Cette phase est la zone élastique de la courbe contrainte- déformation, on peut déterminer ainsi le module d'élasticité à partir de la lois de Hook par l'équation :

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \quad (\text{III.2})$$

Avec E est le module d'élasticité.

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ est la pente de la phase linéaire de la courbe contrainte- déformation

- La deuxième phase, le début de cette partie est incliné pour devenir linéaire jusqu'à la valeur maximale de la contrainte.

Malgré que dans cette phase il existe une partie linéaire elle ne correspond pas une zone élastique.

- La troisième et dernière phase où l'on observe un relâchement de la contrainte totalement, c'est la phase de la rupture.

Le **tableau III.1** représente les valeurs moyennes du module d'élasticité dans les différents types de stratifiés et contreplaqué sollicité par la traction.

Le **tableau III.1** représente les caractéristiques mécaniques des fibres de rachis sollicitées par traction et différenciées par leurs diamètres.

Catégories des fibres	Longueur [mm]			
	60mm			
	Diamètre [mm]	ε_r	σ_r [MPa]	E [MPa]
EMFRI	[0.413-0.493]	0.00824±0.00234	95.42±12.72	13008±692.67
EMFRII	[0.497-0.54]	0.01378±0.00117	108.32±12.91	11986±546.4
EMFRIII	[>0.54]	0.01362±0.0059	117.07±44.05	11061±765.7
Intervalle(EMFR)		0.0059-0.01952	82.7-161.12	10061,3-13700,67

Tableau III.1. Résultats de l'essai de traction

On n'observe que les valeurs du module d'élasticité obtenues diminuent selon l'augmentation des diamètres des fibres de rachis de la palme de Deglet-Nour, mais les valeurs de la contraintes et la déformation de la rupture sont augmentés selon l'augmentation des diamètres des fibres de rachis.

Conclusion
Générale

Conclusion générale

Conclusion générale

De nombreux chercheurs tentent de trouver des matériaux alternatifs à bas prix grâce à l'utilisation de déchets naturels ou du recyclage. Les palmiers dattiers produisent chaque année d'énormes quantités de palmes sèches sous forme de déchets abandonnés au cours de son croissance et de son évolution naturelle.

L'objectif de cette analyse présente des résultats d'une étude expérimentale du comportement mécanique des fibres de Rachis du palmier dattier à partir des essais de tractions.

Dans ce travail, nous avons présenté fibre de Rachis du palmier dattier avec différente diamètres et extraits par la méthode d'extractions mécanique(laminage).

La recherche bibliographique effectuée au début de cette analyse a été dédiée à la classification et caractérisation des fibres végétales, structure et composition chimique d'une fibre végétale. En outre, la présentation a montré propriétés, avantages des fibres végétales et répartition géographique du palmier dattier. L'étude a ensuite abordé certains domaines d'applications des déchets et les méthodes d'extraction des fibres végétales du palmier dattier. Enfin, une synthèse des travaux réalisés sur les éprouvettes de fibres végétales de Rachis et résultats et discussions sur les caractérisation mécanique.

En globale, les résultats obtenus de cette analyse dans le troisième chapitre indiquent que la fibre Rachis peut être utilisée comme les autres fibres végétales (chanvre, jute, lin et sisal....) et la possibilité de l'utiliser comme renfort dans les matériaux composites pour diverses utilisations industrielles.

Comme perspectives futures à ce travail, nous cherchons des renforts biodégradable avec des propriétés physico-mécaniques motivé.

Références

Références

- [1] Bathias C. Matériaux composites. 2 ed. Paris: Dunod; 2009.
- [2] Salit MS. Tropical natural fibre composites: properties, manufacture and applications: Springer; 2014.
- [3] Kurek B. Les fibres naturelles: originalités, propriétés, qualités et défauts. Journée Technique: Matériaux renforcés fibres naturelles et matériaux issus de ressources renouvelables, appliqués en plasturgie, Pole européen de Plasturgie, Bellignat 2006.
- [4] Badji C. Vieillissement de matériaux composites renforcés de fibres naturelles: étude de l'impact sur les propriétés d'aspect et sur les émissions dans l'air intérieur: Université de Pau et des pays de l'Adour; 2017.
- [5] L. Ninouh, Caractérisation d'un bio-composite polypropylène/fibres de palmier dattier en flexion trois points, mémoire de master, université de Biskra, Algérie, 2019.
- [6] M. Ragoubi, "Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne," Thèse de doctorat, Nancy 1, 2010.
- [7] C. Álvarez, F. M. Reyes-Sosa, and B. Díez, "Enzymatic hydrolysis of biomass from wood," *Microbial biotechnology*, vol. 9, pp. 149-156, 2016.
- [8] D. Sedan, "Etude des interactions physico-chimiques aux interfaces fibres de chanvre/ciment: influence sur les propriétés mécaniques du composite," thèse de doctorat, Université de Limoges, France, 2007.
- [9] J. Biagiotti, D. Puglia, and J. M. Kenny, "A review on natural fibre-based composites-part I: structure, processing and properties of vegetable fibres," *Journal of Natural Fibers*, vol. 1, pp. 37-68, 2004.
- [10] M. Ragoubi, "Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne," thèse de doctorat, Université Henri Poincaré Nancy 1, France, 2010.
- [11] V. V. D. Thi., "Matériaux composites à fibres naturelles/polymère biodégradables ou non," thèse de doctorat, Université de Grenoble. France, 2011.
- [12] A. Nenonene, "Élaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particules de tige de kéraf et de bioadhésifs à base de colle d'os, de tannin ou de mucilage," thèse de doctorat, Université de Toulouse, France, 2009.

Références

- [13] H. Ville, "Matériaux composites fibres naturelles/polymère biodégradables ou non," thèse de doctorat, Ecole des Mines d'Alès, France, 2011.
- [14] S. Ben Mbarek., I. Deboub. Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations. Mémoire de Master Académique, Biologie et Valorisation des Plantes. EL-OUED : Université Echahid Hamma Lakhdar d'EL-OUED, 2015, 98p.
- [15] I. DJOUDI. Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*.L) dans la région de Biskra. Mémoire de Magister, Agriculture et environnement en régions arides. Biskra : Université Mohamed Kheider Biskra, 2013, 141p
- [16] A. Kriker, "Caractérisation des fibres de palmier dattier et propriétés des bétons et mortiers renforcés par ces fibres en climat chaud et sec," Thèse de doctorat, Ecole Nationale Polytechnique Alger, 2005.
- [17] R. Ntenga, "Modélisation multi-échelle et caractérisation de l'anisotropie élastique de fibres végétales pour le renforcement de matériaux composites," thèse de doctorat, Université de Yaoundé I (UYI), Cameroun, 2007.
- [18] 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 en Sciences; Université de Biskra, Algérie, 2018.
- [19] A. Mokhtari, "Modélisation du comportement et de la rupture des composites à matrices thermoplastiques," thèse de doctorat., Université de Tizi Ouzou, Algérie, 2016.
- [20] Y. Djebbloun, "Contribution à la caractérisation des matériaux composites renforcés de fibres végétales," thèse de doctorat en Sciences, Université de Biskra, Algérie. 2018.
- [21] P. Munier, "Le palmier-dattier," Techniques agricoles et productions tropicales, vol. 24, pp. 221, 1973.
- [22] D. Fernandez, "Sciences de la vie ED 167 Biologie des systèmes intégrés, Agronomie, Environnement (BSIAE)," thèse de doctorat, Université Toulouse, France, 2006.
- [23] S. Fadlaoui, "Application de la technique de modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pour la caractérisation des cultivars," Mémoire de Magister, Université de Biskra, Algérie, 2017.

Références

- [24] Direction Régionale Agriculture Biskra "Bilan de campagne dattiere", Algérie, 2016/2017.
- [25] Y. Djebbloun, M. Hecini, T. Djoudi, and B. Guerira, "Experimental determination of elastic modulus of elasticity and Poisson's coefficient of date palm tree fiber," *Journal of Natural Fibers*, vol. 16, pp. 357-6-367, 2018.
- [26] A. Nourani, A. Kadri, Z. Benguiga M. MehenniI, A. Salem, and K. Ferhat, "Réalisation d'un pollinisateur du palmier dattier," *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, vol. 5, 2017.
- [27] T. Djoudi, M. Hecini, D. Scida, Y. Djebbloun, and B. Guerira, "Caractérisation physique et mécanique du bois et des fibres issus d'une palme mûre de palmier dattier," *Matériaux & Techniques*, vol. 106, pp. 403, 2018.
- [28] 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, INSA-Lyon, France, 2011.
- [29] G. Peyron, *Cultiver le palmier-dattier*, 2000.
- [30] Itdas, "Rapport sur la situation du secteur agricole," Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne, Biskra, Algérie, 2012.
- [31] A. Chehma, H. Longo, and A. Siboukeur, "Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier chez les ovins," *RechAgron*, vol. 7, pp. 7-15, 2000.
- [32] Omar A, Khadra MB. Esparto grass (*Stipatenacissima* L.), raw material of papermaking. First part. *Химиярастительного сырья* 2007.
- [33] M. Baali, "Contribution a la caracterisation et a l'exploration de la microstructure et des proprietes des constituants du palmier," *Memoire de magistere*, Université Mohamed Khider-Biskra, (Algérie), 2012.
- [34] Contribution au développement des matériaux de construction à base des sous-produits du palmier dattier – Availablefrom: http://www.researchgate.net/figure/2-Le-pétiole-de-palmier-dattier_fig13_326190547 [accessed 16 Aug, 2020]
- [35] T. Djoudi, *Elaboration et caractérisation de composites bio-sourcés à base de fibres de palmier dattier*, Doctorat en sciences, Université de Biskra, Algérie, 2019.
- [36] B. Agoudjil, A. Benchabane, A. Boudenne, L. Ibos, and M. Fois, "Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date palm wood," *Energy and buildings*, vol. 43, pp. 491-497, 2011.

Références

- [37] <https://www.zwickroell.com/fr-fr/materials-testing/tensile-test>
- [38] M, Senoussi, CH, Chenouf, Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile des noyaux de dattes (Ghars, Deglat-Nour, Meche- Degla), mémoire de master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A, Algérie, 2019.

Résumé

Dans ce travail, nous avons analysé des propriétés mécaniques des fibres de rachis du palmier dattier de type Daglet-Nour à travers des essais de traction. Ces fibres sont différenciées par leurs diamètres qui extraient par la méthode de laminage (extraction mécanique) selon la longueur de la palme, les résultats obtenus montrent que : Quand le diamètre des fibres de rachis augmente, le module de Young diminue, mais les valeurs de la contraintes et de la déformation à la rupture sont augmentés.

Mots clés: fibres de rachis du palmier dattier, essais de traction, laminage, Module de Young.

ملخص

في هذا العمل قمنا بتحليل الخواص الميكانيكية لألياف جريد النخل نوع دقلة نور من خلال اختبارات الشد , هذه الألياف تم تمييزها حسب أقطارها والتي تم استخلاصها بطريقة التصفيح (الاستخلاص الميكانيكي) وفقاً لطول الجريد ، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها ما يلي: عندما يزداد قطر ألياف العمود الفقري ، ينخفض معامل يونج ، ولكن تزداد قيم الإجهاد والتشوه عند الكسر.

الكلمات المفتاحية: ألياف جريد نخيل التمر ، اختبارات الشد ، التصفيح ، معامل يونج.