

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH

OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie Civil Et Hydraulique

Filière : Génie Civil

Spécialité : Structures

Mémoire

MASTER DANS LE CADRE DE L'ARRETE 1275

Thème :

**Production des panneaux de bois et
MDF à base des sous-produit palmier
dattier**

Soutenu publiquement le :

Présenté Par :

- BEKKARI OUAFIA
- AYACHE RAHIMA

Devant le jury composé de :

ABANI Said.	MCA	UKMO	Président
MOKHTARI Abdessamed	MCB	UKMO	Examineur
KRIKER Abdelouahed	MCA	UKMO	Encadreur
BABZIZ Djaber	Doctorant	UKMO	Co-encadreur
BOUSSAAD Djamel	Dir.de l'industrie	Wilaya de Ouargla	Représentant industriel
ABI MOULOUD Youcef	MSB	UKMO	Représentant de l'incubateur

Année Universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Par la seule grâce de Dieu, j'ai pu achever ce travail, je le dédie à mes chers parents, ma chérie mère : KARFIA BENTCHA, et mon cher père LAARAFI BEKKARI, la source de vie ,d'amour et d'émotion que je ne pourrai jamais les remercier assez pour tout ce qu'ils ont fait pour moi .

LE Pr. KRIKER Abdelouahed à tous ses remerciements et sa reconnaissance À tous mes amis et collègues de la promotion génie civil 2022-2023 en particulier la filière structure Chacun en son nom AYACH RAHIMA, ma chère amie avant qu'elle ne soit mon binôme et à tous mes professeurs qui m'ont enseigné et soutenu dans ma carrière, A qui je dois un profond respect et enfin, un grand merci à tous ceux qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre notamment mon collègue MOHAMED BANGASMIA Et aussi à toi, cher lecteur.

BEKKARI Ouafa.



Dédicace



C'est grâce à Allah seul que j'ai pu achever ce travail.

Je le dédie à:

*Mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection
que je ne remercierai jamais assez pour tous ce qu'ils ont faits
pour moi et sans eux je ne serais pas arrivée là où j'en suis
aujourd'hui*

*J'adresse mes salutation à ma famille ,AYACHE et
GHEBAICHI*

*J'adresse également mes salutation à mes amis et
condisciples de la promotion structures Master2 .*

Et à ma partenaire dans la note, OUAFA BEKKARI.

*Et en dernier lieu, un grand merci à toutes celles et tous ceux
qui d'une manière ou d'une autre m'ont aidé et soutenu.*

A vous cher lecteur.



Remerciements

Tout d'abord, tous nos louanges à ALLAH, le clément et le miséricordieux qui nous a donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

A nos encadreurs Pr : KRIKER ABDELOUHED et Mr BABZIZ DJABER, avec qui nous avons eu le privilège de travail et les apprécier les qualités les valeurs, le sérieux, la compétence et le sens de devoir qui nous ont énormément marqués. Nous leur exprimons tout notre respect.

Nos profonds respects et remerciements aussi président du jury Dr ABANI Said

Et au Dr MOKHTARI Abdessamed, pour avoir Pris la peine d'examiner le manuscrit. On voudrait aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à notre formation,

Nos remerciements vont aussi pour chef de sociétés Mr :M. Zaidi Ahmed pour son grand effort et sa disponibilité avec nous pour terminer notre travail. Aussi nous remercions les enseignants Dr :

ABDE ERREZAK ZENKHRI, Dr :ABDEISLAM
MKHARMACHE ,Mme :MAKHELEF NAZIHA

Grâce également à un laboratoire de sciences agronomiques affilié à l'Université de Kasdi Merbah Ouargla, dirigé par M. Bel Laroussi Mohamed El Hafid Et Mme : Bou Ghaba Latifa



Résumé

الملخص:

تصنف الجزائر من أكثر الدول المستوردة للخشب ولا تنتجه محليا رغم امتلاكها ثروة هائلة من النخيل ينتج عنها سنويا ما يقارب 30كغ من المخلفات سنويا لكل نخلة التي تقوم بحرقها أو رميها وكما نعلم هذا يعتبر ضرا كبيرا للبيئة لذا استغلالا لهذه الموارد الطبيعية قررنا إجراء دراسة تجريبية حول إنتاج مواد مبتكرة صديقة للبيئة متمثلة في خشب ليفي متوسط الكثافة وخشب طبيعي ناتجان من بقايا النخيل و ذلك لمواجهة الطلب المتزايد للألواح في الجزائر والحد من استيرادها و استعمالها كبديل للخشب

هدف هذا العمل هو في إنتاج الألواح الخشبية التي توجه ضمن تطبيقات البناء والأثاث وكذلك تثمين مخلفات النخيل. من خلال هذا العمل استطعنا إنتاج خشب طبيعي من جذع النخيل وخشب من بقايا النخيل المطحون مع نوع من اللاصق منخفض التكلفة متمثل في الغراء الأبيض

تحتوي المذكرة على قسمين أساسيين: القسم الأول يهدف إلى التعريف بالخشب الليفي الناتج عن بقايا النخيل وكيفية صناعته خطوة بخطوة وكذا كيفية حصولنا على الألواح الخشبية الطبيعية من جذع النخلة لتسهيل استخدامهم، بينما يهدف القسم الثاني إلى دراسة تأثير العوامل الفاعلة في إعداد الخشب الليفي وكذا خشب النخيل الطبيعي على الخصائص الميكانيكية والحرارية لتعيين الطريقة المثلى في إعداد ألواح خشبية ذات خصائص ممتازة.

الكلمات المفتاحية: بقايا النخيل، الألواح الخشبية ، الغراء الأبيض ، الخشب الليفي ، الخشب الطبيعي ،الخواص الميكانيكية و الحرارية.

Résumé :

L'Algérie est classée parmi les pays les plus importateurs du bois et ne le produit pas localement, cela par le manque des forêts. Néanmoins, une partie de la production locale a pu être réalisée par la valorisation en générale des déchets de bois. Aussi par l'exploitation des sous produits palmiers, remarque un seul palmier peut produire annuellement environ 30 kg des sous-produits, malheureusement ils sont brûlés ou jetés. Ainsi, le bois fibreux de densité et bois naturel produit à partir de restes de palmiers, peuvent être localement produits pour répondre à la demande croissante de panneaux en bois en Algérie et limiter leur importation et leur utilisation comme alternative au bois importé.

L'objectif de ce travail est la production de panneaux de bois qui seront utilisés dans les applications de construction et d'ameublement et valoriser ainsi les déchets de palmier. Grâce à ce travail, nous avons pu produire du bois naturel à partir de tronc de palmier et du bois à partir de résidus de palmier broyés avec un type de faible granulométrie en utilisant une colle blanche nommé MDF.

Le mémorandum contient deux sections principales : la première section vise à présenter le bois fibreux issu de restes de palmier et comment le fabriquer étape par étape, ainsi que comment on obtient des panneaux de bois naturel à partir du tronc du palmier pour faciliter leur utilisation, tandis que la deuxième section vise à étudier l'effet des facteurs actifs dans la préparation du bois fibreux et du bois de palmier naturel sur les propriétés mécaniques et thermiques pour définir la méthode optimale dans la préparation de planches de bois avec d'excellentes propriétés.

Mots-clés : restes de palme, panneaux de bois, colle blanche, bois fibreux, bois naturel, propriétés mécaniques et thermiques.

Abstract:

Algeria is classified as one of the most important countries using the wood bat without any local produce, despite its possession of a huge wealth of palm trees, which annually produce approximately 30 kg of waste by palm that it burns or throws. The environment is represented by medium-density fibrous wood and natural wood produced from the remains of palm trees, in order to meet the increasing demand for panels in Algeria and limit their import and use as an alternative to wood.

The aim of this work is to product of wooden boards that are used in construction and furniture applications then value the palm waste. Through this work, we were able to produce natural wood from palm trunk and wood from crushed palm residue with a type of low-cost adhesive represented in white glue (MDF).

The memorandum contains two main sections: the first section aims to introduce fibrous wood resulting from palm remains and how to manufacture it step by step, as well as how we obtain natural wooden panels from the trunk of the palm tree to facilitate their use, while the second section aims to study the effect of the factors active in the preparation of fibrous wood and palm wood Natural on the mechanical and thermal properties to set the optimal method in the preparation of wooden planks with excellent properties.

Keywords: palm remains, wood panels, white glue, fibrous wood, natural wood, mechanical and thermal properties.

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Résumé

Sommaire	
Introduction générale	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I	
Partie I : Introduction générale sur les Matériaux composite	
I.1.Introduction générale sur le bois	5
I.2. Définition d'un matériau composite	5
I.2.1. La matrice	6
I.2.2. Les renforts	6
I.3. Cellulose	7
I.4. Les colles	8
I.4.1. Colle blanc	8
I.4.2. Les Avantages	8
I.4.3. Domaines d'utilisation	8
I.4.4. Remarque	8
I.5. Panneaux de Bois	9
I.5.1. Classifications des panneaux de bois suivant la taille de renfort	9
I.5.1.1 Les panneaux MDF	9

I.5.2. Fabrication des panneaux de Bois	10
I.5. 3. Importance des panneaux de bois en Algérie	11
I.6. CONCLUSION	11
Partie II: Bois et<< MDF>> à base de déchet de palmier dattier	
I.7. Histoire et origine du palmier	12
I.8. Répartition géographique du palmier dattier	13
I.8.1 Dons le monde	13
I.8.2.En Algérie	13
I.8.3. Dans la wilaya de Ouargla	16
I.9. Description morphologique du palmier dattier	16
I.9.1. Les Racines	16
I.9.2. Le Tronc	16
I. 9.3.fibri lleux	17
I. 9.4.couronne	17
I. 9.5.la palme	18
I. 9.6.le petiole	19
I.9.7.le Rachis	19
I.9.8. Les Epines	20
I.9.9. Les Folioles	20
I.9.10. Les Spathes	21
I.9.11. Grappes	21
I.9.12. Les Pédicelles	22

I.10. Sous- produit palmier dattier	22
I.10. 1. Domaines d'utilisation des déchets de palmier dattier	23
I.11. Estimations mondiales et Algériennes du tonnage de bois de palmier dattiers	23
I.12. Propriétés du bois de palmier dattier	24
I.12-1. Propriétés Morphologiques	24
I.12-2. Propriétés physiques	24
I.12-3. Propriétés chimiques	24
I. 12-4. Propriétés mécaniques	25
I.12-5. Propriétés thermiques	26
I. 13. Cycle de vie des palmiers dattiers	27
I.14. Conclusion	27
PARTIE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE II :Matériaux et Méthode Expérimentale	
II .1. Choix des constituants des matériaux élémentaires	28
II .2. Préparation des chantions	28
II.2.1. Première étape	29
II .2.2.Deuxième étape	30
II.2. 3.Troisième étape	30
II.2.4.Quatrième étape	31
II.2.5.Cinquième étape	31
II.2.6.Sixième étape	32
II.2.7.Huitième étape	32
II.3.II s'agit d'un protocole de fabrication de bois naturel qui se divise en deuxparties	33

II.4. Le protocole standard pour préparer ces échantillons est le suivant	34
II.5. CONCLUSION	35
CHAPITRE III :Résultats et interprétation	
III .1. Mesure de la masse volumique apparente	36
III.2 .Caractérisation physiques et thermique	37
III .2.1. La résistance thermique	37
III.2.1.1.Commenter les graphiques à barres	39
III.2.1.2Commenter les graphiques à barres	40
III.2.2. Caractéristique mécanique	41
III.2.2.1.Mode essais de flexion	41
III.2.2.2.Les étapes du principe de la flexion 3 points	42
III.2.2.3.Commenter les graphiques à barres	44
III.2.2.4.Commenter les graphiques à barres	45
III.3. Comparaison d'isolation thermique entre les échantillons de MDF de marché et MDF de rachis de palmier dattier	45
III .4. Comparaison de résultat d'essai de flexion entre les échantillons de MDF de marché et MDF de rachis de palmier dattier	45
III.5. Comparaison d'isolation thermique entre les échantillons de Bois blanc et Bois de Dokar et Ghars	46
III.6. Comparaison de résultat d'essai de flexion entre les échantillons de de Bois blanc et Bois de Dokar et Ghers	46
Conclusion générale	47

Liste des Figures

Figure I. 1: Matériaux composites	5
Figure I. 2: Classification des matrices	6
Figure I. 3: Les différents types de renfort de base.	6
Figure I. 4: Structure chimique de la cellulose	7
Figure I. 5: Molécule de cellulose (n répétitions du motif cellobiose).	7
Figure I. 6: Schéma de la fabrication du M. D. F	10
Figure I. 7: Schéma du palmier dattier (Munier, 1973)	12
Figure I. 8: Distribution géographique du palmier dattier dans le monde (Sakin Abdrabo, 2013)	13
Figure I. 9: Localisation des oasis au Sahara algérienne	14
Figure I. 10: Situation de la région étudiée	16
Figure I. 11: Le Tronc de palmier	17
Figure I. 12: Le Fibrillium et son emplacement dans le palmier	17
Figure I. 13: La couronne du palmier	18
Figure I. 14: Schéma d'une palme	18
Figure I. 15: Des pétioles secs	19
Figure I. 16: Le Rachis	19
Figure I. 17 : Les Epines	20
Figure I. 18: Les Folioles	20
Figure I. 19: Les Spathe	21
Figure I. 20: Les Grappes	22
Figure I. 21: Les Pédicelles rejetées après la récolte des dattes	22

Figure I. 22: Déches des palmiers dattiers	23
Figure I. 23: La conductivité thermique de différentes parties de palmier dattier	26
Figure I. 24: Cycle de vie du palmier dattier	27
La Figure II. 1: protocole spécial pour la préparation de fibres à grains fins à partir de palmistes (Palme)	29
La Figure II. 2.Déchets de palme broyés	30
La Figure II. 3 .étape de préparation	30
La Figure II. 4 .Etape de pétrissage de l'échantillon .	31
La Figure II. 5. Etape de moulage de l'échantillon	31
La Figure II. 6. Etape compression d'échantillon	32
La Figure II. 7. Forme finale des échantillons(produit)	32
La Figure II. 8: Schéma de l'artisanat du bois naturel à partir des composants secondaires du "tronc" de palmier (Dokar + EL GHERS)	35
La Figure III.1 :Les étapes du principe de la conductivité thermique(CT mètre)	37
Figure III. 2 : La variation des propriétés thermique de MDF de marché et MDF de déchet de palme	39
Figure III. 3 : La variation des propriétés thermique de Bois blanche et Bois de palmier de Dokar et Ghers	40
Figure III. 4 : Présente le dispositif de flexion	41
FigureIII.5: Les étapes du principe de la flexion 3 points	42

Figure III-6 : la variation de la contrainte de flexion de MDF de marche et MDF de déchet de palme	43
Figure III- 7 la variation de la contrainte de flexion de Bois blanche et bois de palmier de Dokar et Ghers	45

Liste des Tableaux

Tableau I. 1 : Superficie et nombre de palmiers complantés sur le territoire national en 2019 (DSA : Site du ministère algérien de l'agriculture)	15
Tableau I. 2: Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier	25
Tableau II. 1: illustratif des proportions de gomme de palme et de résidus dans chaque mélange	33
Tableau III. 1: Les résultats de la masse volumique de chaque échantillon	36
Tableau III. 2 :Classification du MDF	38
Tableau III. 3:Dimensions des éprouvettes de MDF et propriétés thermiques de bois étudié obtenues en utilisant un (CT mètre).	38
Tableau III. 4: Classification du Bois naturelle	39
Tableau III. 5: Dimensions des éprouvettes de Bois naturelle et propriétés thermiques de bois étudié obtenues en utilisant un (CT mètre)	40
Tableau III. 6: Les dimensions des déferents échantillons utilisés de MDF	43
Tableau III. 7: Résulta de la contrainte de flexion σ de MDF	43
Tableau III.8: Les Matériau composé de Bois naturelle	44
Tableau III. 9: Les dimensions des déferents échantillons utilisés de Bois naturelle	44
Tableau III. 10: Résulta de la contrainte de flexion σ de Bois naturelle	44

LES NOTIONS :

Matériau composite :

Les matériaux composites peuvent être définis comme des substances qui consistent en un mélange des substances en commun les unes avec les autres pour conférer les propriétés souhaitées à la substance, en notant qu'il n'y a pas de réaction chimique entre ce mélange et chaque substance qui conserve ses propriétés de base qu'elle possédait seule et qu'elles ne diffèrent pas de manière significative dans les propriétés physiques ou chimiques.

Propriétés mécaniques :

Une propriété mécanique est une propriété caractéristique d'un matériau qui décrit son comportement lorsqu'il est soumis à une ou plusieurs contraintes mécaniques.....Le fait qu'elles matériaux ne réagissent pas tous de la même façon ou l'effet des contraintes est fonction de leurs propriétés mécaniques

Compression :

Terme de physique. Action exercée sur un corps par un épousant ce qui tend à en rapprocher les parties constituantes, à en diminuer le volume en augmentant la densité.

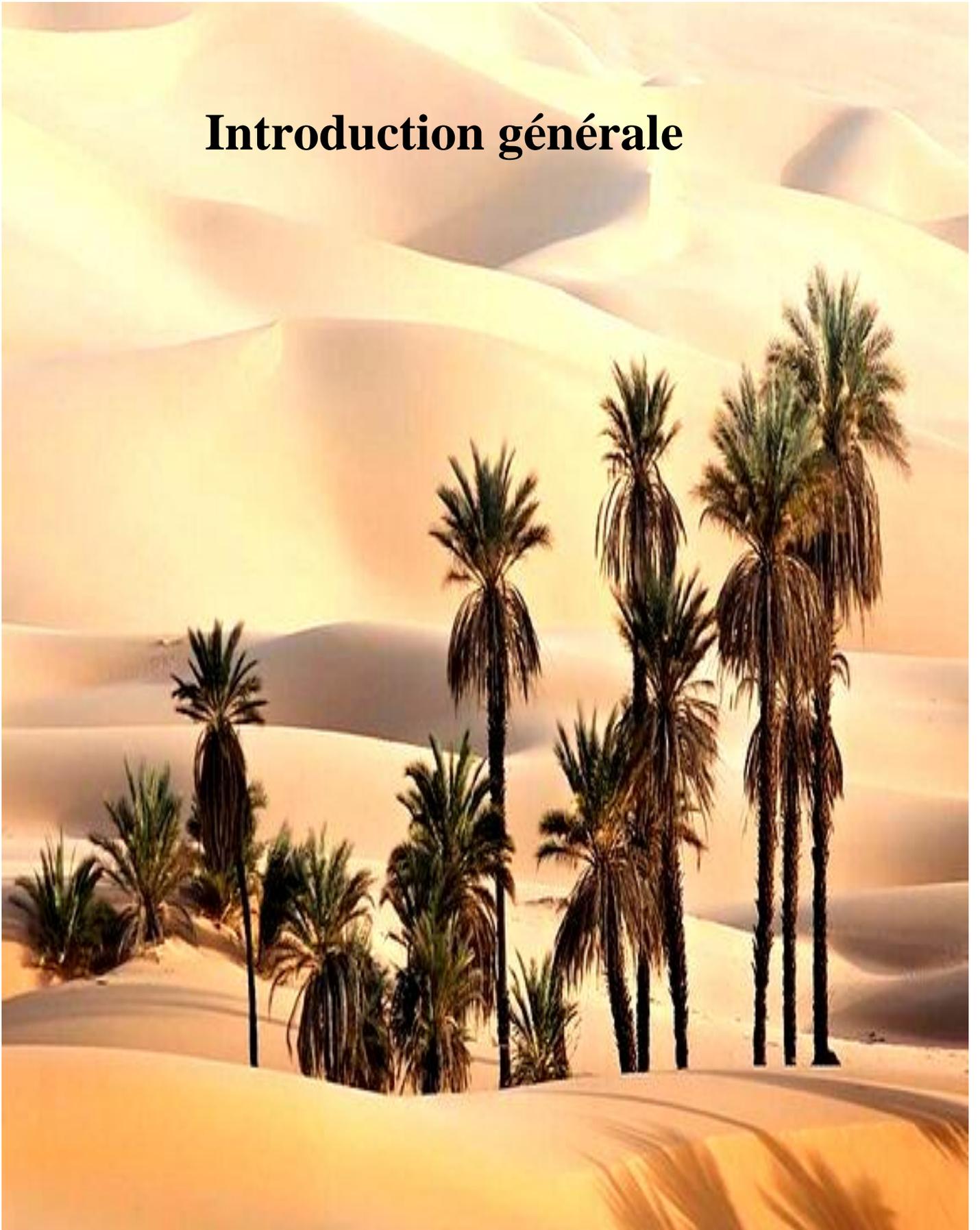
Recyclage:

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets et de réintroduction des matériaux qui en sont issus dans le cycle de production d'autres produits équivalents ou différents. Le recyclage permet de réduire les volumes de déchets, et donc leur pollution, et de préserver les ressources naturelles en réutilisant des matières premières déjà extraites.

Flexion :

La flexion est un mouvement de repliement ou de contraction d'un muscle.

Introduction générale



Introduction générale

Le monde arabe possède environ 90% du nombre total de palmiers dans le monde. Selon les dernières statistiques, chaque palmier produit en moyenne 30 kg de bois renouvelable par an, et le tonnage annuel de bois de palmier dans le monde sera d'environ 1,2 milliard de kg (120 millions de palmiers x 10 kg). En Algérie, avec 18 605 100 palmiers, la production annuelle de bois de palmier serait d'environ 186 051 000 kg (18 605 100 palmiers x 10 kg). Malgré que d'autres références indiquent qu'un palmier peut produire 30 kg de sous-produits par ans.

Il est important de noter que ces chiffres sont des estimations, des estimations et des variances basées sur divers facteurs, tels que la densité de palmiers, le renouvellement des forêts et les changements du chargement climatique. La plupart des propriétaires de fermes collectent et brûlent les déchets de palme pour les éliminer en tant que déchets inutiles. En revanche, peu d'exploitants agricoles se rendent compte que les déchets de palme (sous-produits des dattes de palme) sont une grande richesse qu'ils revendent ou transforment en produits utilisables (cellules, cages, meubles simples, etc.). De manière générale, on peut dire que les déchets de palmier représentent une richesse inexploitée.



Figure.1 Des produits simples à partir de déchets de palmiers.

L'Algérie est considérée comme l'un des pays qui ne fabriquent pas le bois. Nous avons également constaté que nous ne sommes pas parmi les premiers pays arabes dans le domaine de la transformation du bois. Nous sommes plutôt en tête des pays importateurs, et la question est liée à la rareté des forêts de notre pays. Nous sommes en mesure d'enrichir et d'utiliser les sous-produits du palmier disponibles en grande quantité dans l'industrie du bois, qu'il

s'agisse de bois compressé ou de bois naturel de haute qualité, tel que (contreplaqué, planche de bois compressé, bois massif à partir de tronc de palmier) au plus bas.

Par conséquent, nous pouvons vendre à des prix inférieurs au prix du marché Connexion. Le marché est fort, ce qui nous donnera certainement un avantage concurrentiel, car ce nouveau projet nous aidera à réduire les importations, ce qui profitera à l'économie de notre pays, l'Algérie .

D'autre part, il existe une ressource végétale abondante qui n'a pas encore été exploitée et qui peut servir de substitut au bois traditionnel et aux différentes fibres végétales actuellement utilisées dans la fabrication des matériaux bio-composites. Cette ressource est associée au palmier dattier qui, au cours de sa croissance et de son développement naturels, produit chaque année d'énormes quantités de bois et de fibres sous forme de déchets qui sont désormais abandonnés dans les palmeraies.

Ces déchets concernent les sous-produits des palmiers dattiers (feuilles, frondes, etc.) et leur collecte ne nécessite pas de replanter des palmiers, contrairement à d'autres végétaux fibreux comme le chanvre, le sisal, etc. En créant une filière dédiée à cette collecte, il suffit d'établir une opération périodique chaque année entre les oasis, de les collecter, de les couper et de les transporter vers les usines, pour que ces

Dans ce cadre, notre laboratoire de recherche, le laboratoire Exploitation et Valorisation des Ressources Naturelles en Zone Arides de l'Université de Kasdi Merbah, a réalisé de nombreux travaux liés à l'industrie du bois de toutes sortes. Ainsi, l'étude de la résistance des fibres de plusieurs types de palmiers dattiers dans la région. Le secteur de la palme a connu de grands progrès, car l'Algérie possède actuellement un énorme potentiel de palmiers dattiers. Il y a plus de 20 millions de palmiers en Algérie, selon les dernières statistiques du ministère de l'agriculture. Cette richesse énorme et croissante de déchets peut être générée lors de la récolte des dattes et de l'entretien annuel des arbres. L'économie et l'investissement dans ce matériau est un matériau de base, un papier, mais plutôt un produit national à partir de ressources locales.

Grâce au Laboratoire de Génie Civil de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Kasdi Merbah, nous avons mis en place de nombreuses opérations liées à la fabrication du bois fibreux et naturel, ainsi que des opérations liées à la résistance des fibres de plusieurs types de palmiers dattiers trouvés dans la région. Dans le cadre global des objectifs de notre laboratoire de recherche, cette étude actuelle a été lancée. Par conséquent, le

but de cette recherche est de valoriser les sous-produits des palmiers dattiers dans notre oasis produisant différents types de bois. Dans ce cadre, nous proposons dans ce travail une étude de faisabilité pour l'utilisation des déchets de palmiers dattiers en filière végétale dans la production du bois, notamment le MDF et le bois naturel.



Figure.2. Une photo de déchets de palmier

Pour présenter cette étude, le manuscrit du mémoire a été divisé en deux parties. Ainsi, après une introduction générale, le contenu est :

- Partie bibliographique :

Le premier chapitre est divisé en deux parties

- La première section intitulée : Informations générales sur les matériaux composites Nous avons consacré ce chapitre à expliquer ce que représentent les composés, chimiquement et mécaniquement, quelles sont leurs caractéristiques à les utiliser comme adhésif à partir de déchets de bois et de palme, et quels sont leurs avantages et inconvénients dans général, alors

- La deuxième partie est intitulée : Informations générales sur les sous-produits des palmiers dattiers et les fibres végétales. Nous avons consacré ce chapitre à expliquer quelle partie des déchets de palme est susceptible de remplacer les déchets de bois, c'est-à-dire à étudier la morphologie du palmier ainsi que ses propriétés chimiques, physiques et thermiques et le cycle de vie du palmier.

- Partie expérimentale :

Cette partie comprend deux chapitres : Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté une étude préliminaire des échantillons. Les résultats obtenus et les interprétations possibles feront l'objet du chapitre quatre. Enfin, nous terminons cette étude par une conclusion générale et des recommandations, et la conclusion générale reprendra les principaux résultats de l'étude, qui lui permettent de formuler plusieurs explications scientifiques, pour évaluer les matériaux composites à base de fibres de palmier dattier.



PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE



CHAPITRE I



Partie I

Introduction générale sur les Matériaux

Composites

I.1.Introduction générale sur le bois :

Les matériaux composites sont de plus en plus utilisés dans l'industrie. Et ils ont pris une grande place parmi les matériaux car ils présentent de grands avantages par rapport aux matériaux traditionnels. Ils apportent de nombreux avantages fonctionnels qui leur permettent d'augmenter la durée de vie de des équipements grâce à leurs caractéristiques. Ils enrichissent également les capacités de conception, en offrant la possibilité d'alléger les structures et de créer des formes complexes. Les matériaux composites sont utilisés dans de nombreux domaines tels que le domaine de transport, de sports et de loisirs, de bâtiment, ou encore de médecine. Les performances remarquables des matériaux composites sont à l'origine de solutions technologiques innovantes. [1]

I.2. Définition d'un matériau composite :

Au sens large, le mot «composé» signifie «composé de deux ou plusieurs parties différentes». En fait, le terme matériau composite ou composé est utilisé dans un sens plus restrictif, car le matériau composite consiste en l'assemblage de deux ou plusieurs matériaux non miscibles de natures différentes dont la liaison est complémentaire, car leurs qualités complémentaires permettent des performances supérieures aux performances de chacun. Le matériau composite est constitué dans le cas le plus général d'une ou plusieurs phases discontinues réparties dans une phase continue. La phase discontinue, appelée matériau de renforcement ou de raidissement, est généralement plus dure avec des propriétés mécaniques supérieures à la phase continue appelée matrice. [2-1]

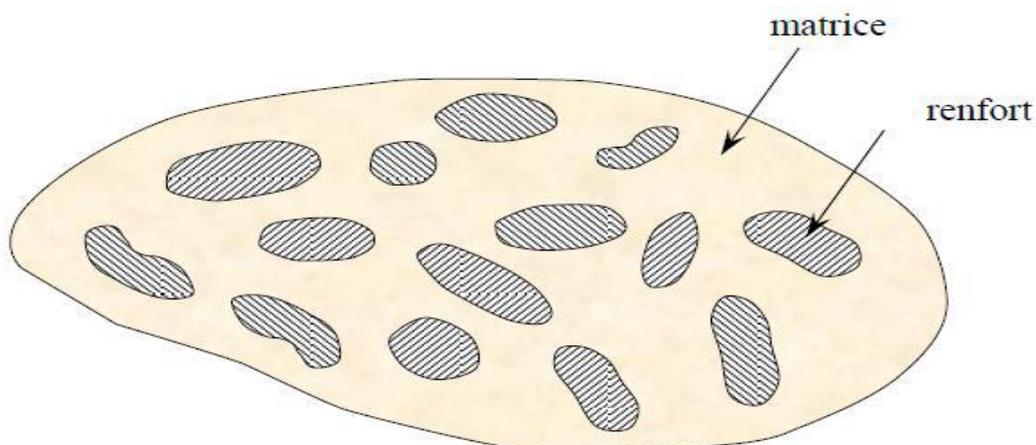


Figure I. 1: Matériaux composites[.3]

I.2.1. La matrice :

En général, la matrice qui constitue l'une des composantes des matériaux composites bio-sources est une matrice organique ou une matrice naturelle biodégradable. Le rôle de la matrice est principalement de lier les fibres, mais aussi, d'assurer une répartition spatiale est homogène du renfort. D'un point de vue mécanique, la matrice transmet et répartie les efforts extérieurs vers le renfort. D'un autre côté, elle apporte à la structure une tenue chimique et donner la forme désirée au produit. On énumère un plusieurs types de matrice pour servir de matrice aux matériaux composites bio-sources selon la classification mentionnée ci-dessus.[4]

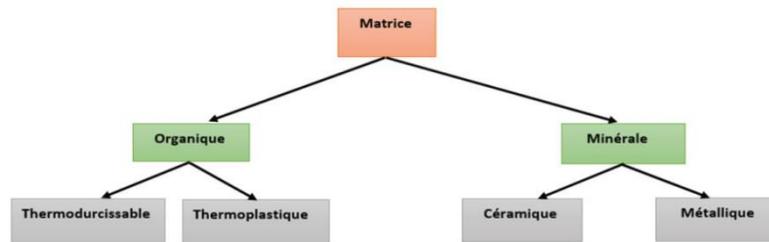


Figure I. 2: Classification des matrices .[5]

I.2.2. Les renforts :

Les renforts assurent les propriétés mécaniques du matériau composite et un grand nombre de fibres sont disponibles 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 (fils, mèches), tissus surfaciques (tissus, mats), multidirectionnelle (tresse, tissus complexes, tissage tri directionnel ou plus).[6]

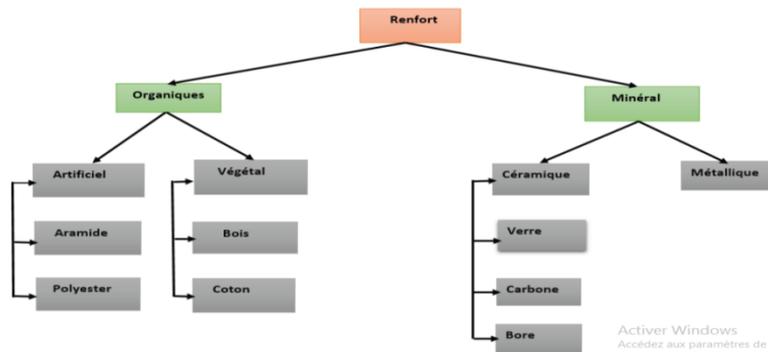


Figure I. 3: Les différents types de renfort de base.[11]

I.3. Cellulose :

L'existence de la cellulose comme matériau commun dans les parois cellulaires végétales était d'abord découverte par [Anselm Payen](#) en 1838. 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 C₆H₁₂O₆. La cellulose possède une structure fibrillaire et partiellement cristalline. Les micro fibrilles 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.[4]

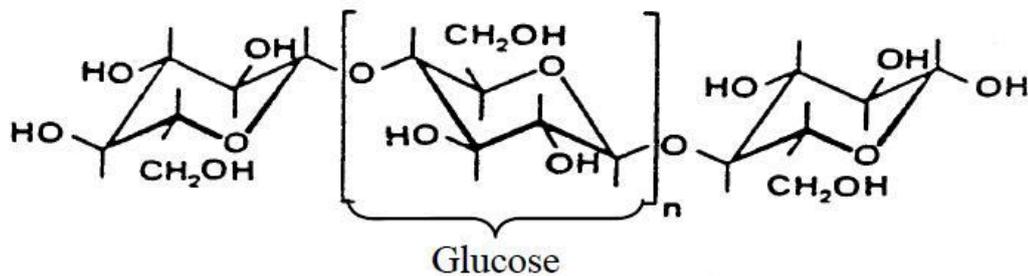


Figure I. 4: Structure chimique de la cellulose.[39]

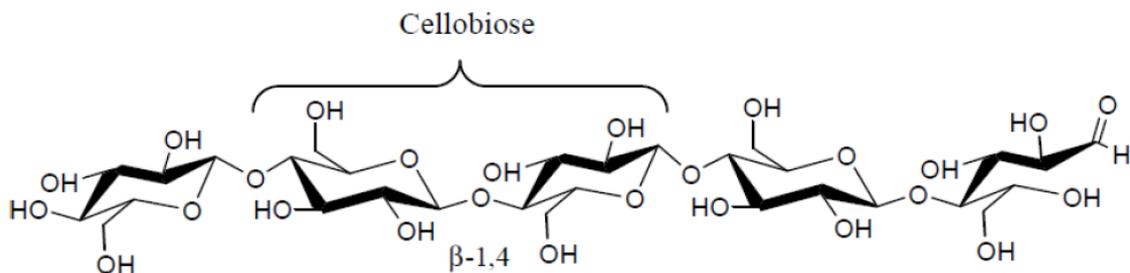


Figure I. 5: Molécule de cellulose (n répétitions du motif cellobiose).[40]

I.4. Les colles

I.4.1. Colle blanche :

La colle blanche est principalement composée d'acétate de vinyle, qui est la matière principale du collage. Cette colle polymérisera par évaporation de l'eau qu'elle contient, formant ainsi des liens solides entre les surfaces des matériaux collés. Bien que ses propriétés mécaniques ne soient pas exceptionnelles, elle est souvent utilisée en fines bandes pour maintenir ces liens dans des conditions de travail spécifiques.

La colle blanche a les caractéristiques suivantes :

- Elle a une grande résistance à l'eau ;
- Elle est cependant sensible à l'humidité et peut favoriser la croissance de champignons.[7]

I.4.2. Les Avantages :

1. Compatible avec tous les bois .
2. Réversible au gel jusqu'à -30c .
3. Pas de déphasage .
4. Joint ferme et renforcé.[7]

I.4.3. Domaines d'utilisation

Collage de portes et fenêtres et panneaux de bois et éléments sandwich.[7]

I.4.4. Remarque :

Attention : il faut rappeler que la colle blanche étant une colle à base d'eau, il faut toujours la conserver dans un endroit tempéré[.7]

I.5. PANNEAU DE BOIS :

Un panneau composite à renfort ligno-cellulosiques est une combinaison de matériaux fibreux ligno-cellulosiques et d'une matrice adhésive dans laquelle les composants gardent leur identité, ils ne se dissolvent pas ou ne se mélangent pas complètement. Ces deux composants du composite sont de formes et de compositions différentes à l'échelle macroscopique et peuvent être physiquement identifiables avec leur interface remarquable (ASM international, Elgun, 1999). Se basant essentiellement sur la norme EN 309 (1992), les panneaux de particules ligno-cellulosiques peuvent se définir comme des bio-composites en plaque mono ou multi couches d'épaisseur variable fabriqués sous pression et chaleur, essentiellement à partir de particules constitués de copeaux de bois ou d'autres déchets ligneux provenant du façonnage du bois et/ou d'autres matières fibreuses ligno-cellulosiques (anas de lin, bagasse de canne à sucre, chènevotte de chanvre, etc.) avec ou sans apport de liant . [8]

I.5.1. Classifications des panneaux de bois suivant la taille de renfort :

Suivant la taille des particules, on distingue les panneaux de particules, les panneaux de copeaux, les panneaux de fibres, Les panneaux MDF, les panneaux de lamelles minces et longues et les contre plaqués[.1]

I.5.1.1 Les panneaux MDF :

Le MDF est un panneau fabriqué à l'aide de fibres de bois liées entre elles par un adhésif synthétique. Ces panneaux ont été développés depuis la fin des années 1960. Ils sont caractérisés par l'utilisation de fibres de bois dans un procédé à sec. Les panneaux sont comprimés jusqu'à une masse volumique moyenne de 500 à 800 kg/m³ sous l'effet de la chaleur et de la pression. La matière première utilisée inclut les copeaux, les déligneurs, la sciure et la bagasse. Pour la fabrication des fibres, le processus de raffinage est utilisé. Le bois passe par un défibreur qui brise les liens entre le bois. La colle urée-formaldéhyde est largement utilisée pour le MDF à cause de son faible coût, mais elle s'utilise de moins en moins à cause des émissions de formaldéhyde.

Les panneaux de fibres de densité moyenne sont classifiés selon leur masse volumique en :

- MDF (HD) avec une masse volumique supérieure à 800 kg/m³ ;
- MDF (MD) avec une masse volumique entre 640 et 800 kg/m³ et MDF (LD) avec une ;

- Masse volumique inférieure à 640 kg/m³. [9]

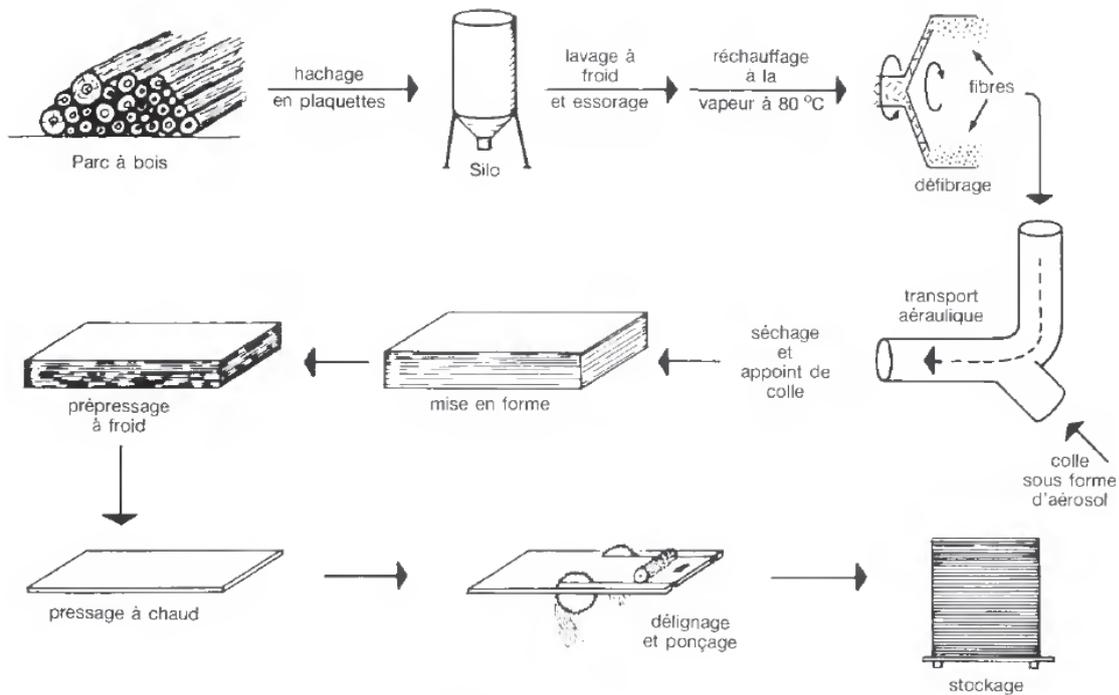


Figure I.6: Schéma de la fabrication du M. D. F. [12]

I.5.2. Fabrication des panneaux de bois

Les panneaux de bois peuvent être fabriqués selon deux procédés :

Procédé humide ou sous atmosphère humide : les fibres lignocellulosiques se lient entre elles par des liaisons naturelles de type pont hydrogène lors du rapprochement des fibres par séchage et par pression. Ce procédé suit les étapes suivantes : défibrage des morceaux de bois pour former des fibres, mélange des fibres avec de l'eau, formage, essorage, pressage et enfin mise à dimension.

Procédé sec ou à sec : un liant est utilisé. Ce procédé se fait en 4 étapes principales : le fractionnement, l'imprégnation, le formage et la finition.

Le procédé d'élaboration du MDF comprend huit opérations :

- Le déchiquetage du bois.
- Le tri, lavage et dépoussiérage du déchiqueté.

- Le défibrage par traitement à la vapeur.
- L'encollage des fibres.
- Les échanges.
- Le pressage.
- Le refroidissement et la stabilisation.
- La mise au format. [10]

I.5. 3. Importance des panneaux de bois en Algérie:

Les panneaux de particules en Algérie sont beaucoup plus importés que fabriqués dans le pays. Selon PDG de l'Entreprise nationale d'approvisionnement en bois (ENAB), Les besoins nationaux en panneaux MDF sont estimés entre 30 000 à 40 000 m³ annuellement. Le secteur a importé plus de 16 000 m³ de panneaux MDF en 2010 pour une valeur de 300 millions de DA, en 2011, les importations ont atteint 26 000 m³ de panneaux MDF pour une valeur de 500 millions de DA. Ces importations connaissent ces dernières années un essor considérable du fait d'une explosion des quantités de ce type de matériaux qui entrent dans le pays sous forme de meubles en panneaux de particules revêtus. En 2015, l'Algérie a importé des produits dérivés de bois pour une valeur de 88.736.016.512 de DA, 79% bois scié et 9% de panneaux c'est-à-dire 7986 millions de DA pour les panneaux densifiés et de particules. Le recours à la fabrication locale des panneaux de particules en utilisant autres matériaux locaux ligno-cellulosiques ne nécessite pas de grands moyens ni de techniques rares. C'est un investissement qui peut réduire l'imploration du bois, diminuer la facture des importations et diversifier les sources locales de bois.[1]

I.6. CONCLUSION :

Dans cette partie du chapitre, nous présentons des généralités sur les matériaux composites. Les panneaux composites que nous nous proposons d'étudier, sont les MDF très demandé dans notre pays, mais malheureusement importé de l'étranger. Nous avons pensé à les produire localement toute en valorisant les sous-produits des palmiers dattiers. Il s'agit de bois de palmier dattier dont nous allons consacrer une partie toute entière dans ce qui suit.



Partie II

Bois et MDF à base de déchet de palmier dattier

Ce chapitre est une synthèse bibliographique aux sous-produits des palmiers dattier, ainsi nous allons examiner toutes les parties qui constituent le palmier dattier.

I.7. Histoire et origine du palmier :

Les origines exactes des palmiers dattiers ne sont pas encore confirmées, cependant, la plupart des chercheurs s'accordent à dire que les palmiers dattiers sont originaires du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, où ils ont joué un rôle important dans le système alimentaire et économique de ces régions pendant plusieurs siècles. Les preuves archéologiques indiquent que les anciens Égyptiens cultivaient des palmiers dattiers il y a environ 5000 ans. De plus, les palmiers dattiers étaient très importants dans la région de la Mésopotamie vers 2500 avant J.-C., où différentes parties de la plante étaient utilisées pour allumer le feu, se chauffer, fabriquer des planches pour le mobilier et l'artisanat, ainsi que pour la cuisine en raison de leur contenu nutritionnel.

Scientifiquement le palmier dattier est nommé (*Phoenix dactylifera* L) appartient à la famille précédemment connue (*Arecaceae*). Le palmier dattier a été nommé (*Palmacée*) par Linné (*Phoenix*). Le palmier dattier a été nommé *Phoenix dactylifera* L. par Linne en 1734. [1]. Le phénix est dérivé de Phoinix, le nom du palmier dattier chez les anciens Grecs qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens : *dactylifera* vient du mot latin *dactylos* dérivé du mot grec *dactylos* signifiant doigt, en raison de la forme du fruit [14] et selon [13] selon le genre du phénix. Douze sortes. L'espèce *dactylifera* L. Contrairement aux autres espèces du même genre à tige longue et élancée et aux feuilles brillantes, [15]et selon [14], les palmiers sont classés comme suit :

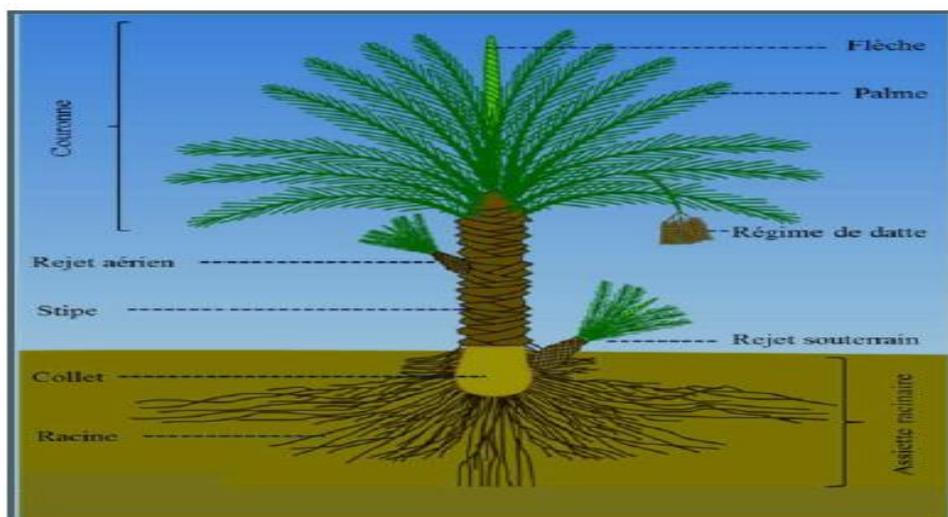


Figure I. 7: Schéma du palmier dattier [Munier, 1973]. [38]

I.8. Répartition géographique du palmier dattier :

I.8.1. Dans le monde :

Le palmier dattier, arbre providence des régions désertiques, est principalement localisé dans l'hémisphère Nord entre les parallèles 10° à 35° [17] notamment aux abords du Golfe Persique, en Afrique du Nord et en Asie ainsi qu'en Amérique en particulier en Californie (La vallée du Couchailla) où il fut introduit dès le 18ème siècle, L'Espagne, avec la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine, aux Antilles et en Australie [18].

La (figure I.8) illustre la répartition mondiale des palmiers. Le nombre de dattiers existant dans le monde est estimé à plus de 120 millions de palmiers [19].



Figure I. 8: Distribution géographique du palmier dattier dans le monde (Sakin Ab Drabo, 2013).[20]

I.8.2. En Algérie

Selon les statistiques les plus récentes (2019) du (DSA), le palmier dattier occupe en Algérie une superficie évaluée à 167.786 hectares, environ 2% pour un nombre de palmiers estimé à plus de 20 millions d'unités. La culture du palmier dattier occupe toutes les régions situées sous l'Atlas saharien (figure I.8), commençant par les palmeraies de Biskra (Tolga) à l'Est, puis celles du M'Zab au centre et de Bni-Ounif à l'Ouest. A l'extrême Sud du Sahara, l'Oasis de Djanet constitue la limite méridionale de la palmeraie Algérienne. C'est dans le Nord- Est du Sahara qu'on trouve le 3/4 du patrimoine phoenicicole, à la région de Ziban, d'Oued-Righ et la cuvette d'Ouargla. On trouve également de petites palmeraies dans le sud des wilayas steppiques (Tbessa, Khenchla, Batna, Djelfa, Laghouat, Naâma, El Bayadh).[22]

Selon l'institut international des recherches agricoles « Bioversity International », l'Algérie compte plus de 300 variétés de palmier dattier qui sont connus par des appellations traditionnelles selon les régions. Parmi les cultivars et les clones de palmier dattier on trouve : Deglet Nour, El Ghers, Mech degla, Tantboucht, Arechti, Safraya, Degla Beida / Kountichi, Litima, Hmraya, etc. la plupart de ces variétés proviennent de deux régions principales : la région de ziben (Biskra) et la région de Mzab. Plus de 50% des palmiers cultivés sont de la Deglet Nour, bien qu'il existe entre les autres variétés des spécimens mieux adaptées, plus résistantes à la sécheresse et aux maladies et encore plus productives ou plus précoces. [1]

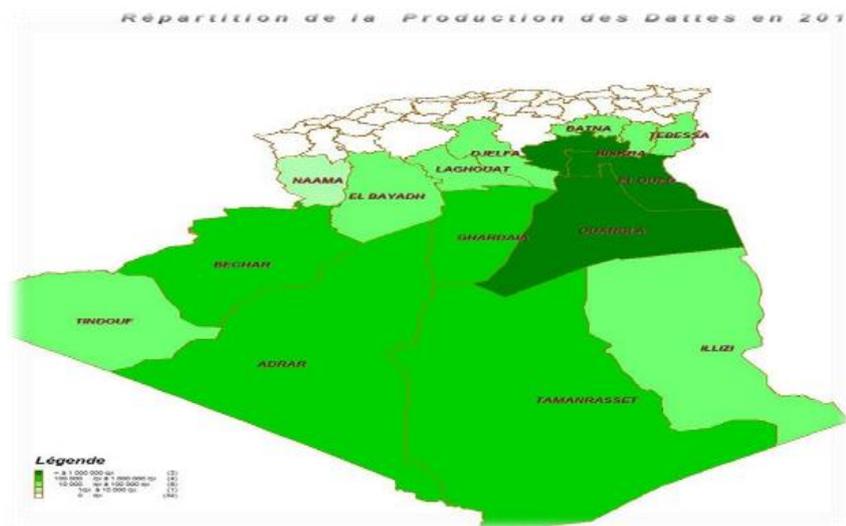


Figure I. 9 : Localisation des oasis au Sahara algérienne.[21]

WILAYA	Superficie occupée	Deglet nour (Dattes fines)	Ghers et Analogues (Dattes molles)	Degla Beida et Analogues (Dattes sèches)	Total Palmier-dattier
	Ha	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre
1 ADRAR	28 320	0	0	3 798 759	3 798 759
3 LAGHOUAT	265	10 240	12 740	10 260	33 240
5 BATNA	207	9 338	7 453	9 681	26 472
7 BISKRA	43 851	2 756 137	569 690	1 099 040	4 424 867
8 BECHAR	13 919	0	1 406 138	234 626	1 640 764
11 TAMANRAS SET	7 118	0	0	752 310	752 310
12 TEBESSA	569	38 200	22 400	0	60 600
17 DJELFA	260	19 300	5 400	1 300	26 000
28 M'SILA	0	0	0	0	0
30 OUARGLA	22 512	1 435 032	1 018 559	175 223	2 628 814
32 EL-BAYADH	477	3 600	15 900	28 200	47 700
33 ILLIZI	1 254	7 758	77 585	43 760	129 103
37 TINDOUF	464	30	44 511	1 809	46 350
39 EL-OUED	38 147	2 556 875	742 160	676 895	3 975 930
40 KHENCHEL A	812	51 400	70 100	11 542	133 042
45 NAAMA	253	2 000	39 788	0	41 788
47	11 359	563 249	239 699	494 562	1 297 510

Tableau I. 1 : Superficie et nombre de palmiers complantés sur le territoire national en 2019 (DSA : Site du ministère algérien de l'agriculture)[21]

I.8.3. Dans la wilaya d'Ouargla

Une production de plus 10 millions de quintaux de dattes en 2019. La variété Deglet Nour (datte fine) est produite par 1.435.032 palmiers implantés sur 13.063 ha, alors que les autres variétés principales, à savoir Ghars (dattes molles) et Degla-Beida (dattes sèches), sont produites grâce à un total de 1.193.782 palmiers sur 11.077 ha, a-t-il détaillé.[21]

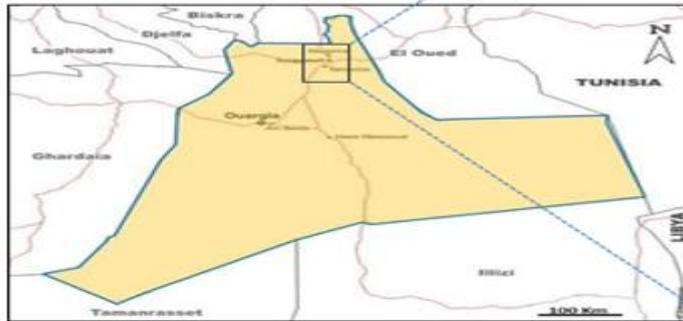


Figure I.10: Situation de la région étudiée.[38]

I.9. Description morphologique du palmier dattier :

I.9.1. Les Racines :

Le système racinaire du palmier dattier est fasciculaire, les racines ne se pas et n'ont relativement que peu de radicelles. Le bulbe ou plateau racinal est volumineux et émerge en partie au-dessus du niveau du sol. Le système présent quatre zones d'enracinement :[14.16]

I.9.2. Le Tronc :

C'est aussi "the Trunk" ou stem" en anglais et "Elgidhea" en arabe. C'est un stipe généralement cylindrique, de 1 à 30m de hauteur, très garni en lifs. Son diamètre est de 45 à 55 cm, son élongation s'effectue dans sa partie coronaire par le bourgeon terminal ou phallophore[14]. Il reste couvert pendant de nombreuses années des bases foliaires des anciennes feuilles desséchées qui finissent par tomber.[1]



Figure I. 11: Le Tronc de palmier[38]

I.9.3. Fibrilleux :

“Fibrilleux” la même appellation est utilisé en Anglais, on l’appelle aussi fibres de surface de palmier dattier et “Leif” en Arabe. Le Fibrilleux est la gaine de fibres qui entourent le stipe entre les bases des palmes. Il est constitué de la superposition de trois treillis, et a forme 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 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 peut se débarrasser d’environ 3kg de Fibrilleux. [25]



Figure I. 12: Le Fibrilleux et son emplacement dans le palmier.

I.9.4. La Couronne :

L'ensemble des palmes vertes forment la couronne ou la frondaison du palmier dattier. On dénombre de 50 à 200 palmes chez un palmier dattier adulte [26]. Elles sont émises par le bourgeon terminal ou « phyllophore », pour cela, on distingue : la couronne basale formée par les palmes âgées, la couronne centrale formée par les palmes adultes et les palmes du coeur qui sont les palmes non ouvertes et les palmes n’ayant pas encore leurs tailles définitives.[24]



Figure I. 13: La couronne du palmier.[38]

I.9.5. La Palme :

La palme ou "Palm " en Anglais, " Djériida " en Arabe est une feuille pennée garnies des folioles régulièrement disposées en position oblique le long de la partie supérieure du rachis. Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, et plus ou moins longues. Le nombre des palmes varie entre 30 et 150 palmes, disposées en spirale d'une longueur qui atteint 350 à 450 mm Le palmier produit de 10 à 20 palmes par an selon les variétés et le mode de culture[27]. Ces dernières vivent et demeurent vertes de 3 à 7 ans avant qu'elles deviennent sèches et inclinées puis elles seraient ôtées par taillage. [24-25]

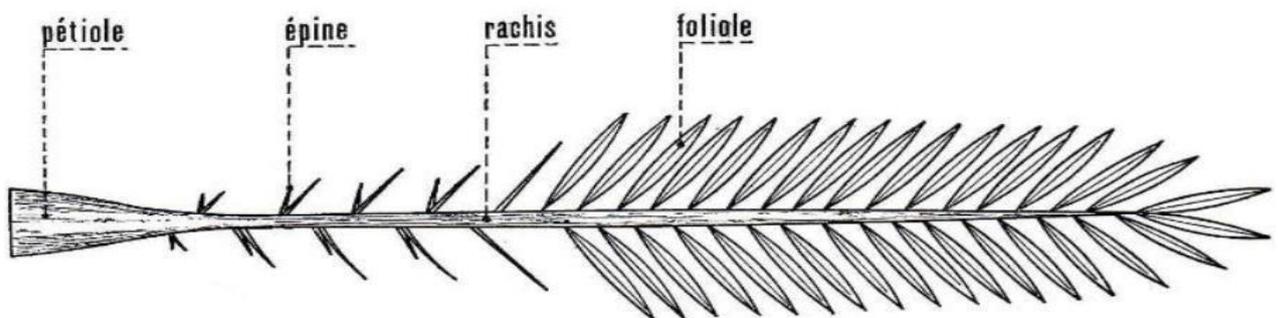


Figure I. 14: Schéma d'une palme[1]

I.9.6. Le Pétiole :

Le pétiole ou " Petiole " en Anglais et " Cornaf " en Arabe. 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 causés par les animaux, les chocs extérieurs, et contre le climat difficile. [1-27]



Figure I. 15: Des pétioles secs[38]

I.9.7. Le Rachis :

Le Rachis est "Rachis " en Anglais et " Nasle " en Arabe. C'est le bois de la partie épineux de la palme, il se situe entre la partie de foliole et la partie de pétiole. C'est un bois dur et dense par rapport au bois des autres deux parties. Il a une forme semi-cylindrique d'un diamètre qui peut atteindre 7 cm et une longueur variée dans les palmes adultes entre 90 et 135 cm. [1]



Figure I. 16: Le Rachis

I.9.8. Les Epines :

Les épines ou "Thorns " en Anglais et " Chouques " ou encore " Sreb " en Arabe. Les épines poussent sur les deux côtés du Rachis pour se déchirent par la suite en folioles, elles occupent d'environ 28% de longueur totale de la palme. La longueur des épines peut atteindre une valeur maximale de 24 cm par contre leur épaisseur ne dépasse pas 1cm. On nombre de 10 à 60 épines dans la palme distribuées individuellement ou dans des groupes de deux ou trois épines. [27]



Figure I. 17 : Les Epines

I.9.9. Les Folioles :

Les Folioles ou " Leaflets " en Anglais et "Saâf " en Arabe. Les folioles sont les petites feuilles dispersées sur les deux côtés de palme. Elles ont un épiderme recouvert d'un enduit cireux et une forme pointue aux extrémités. La partie occupée par les folioles représente 65% de longueur totale de la palme, elle contient des folioles individuelles et des folioles regroupés en deux, trois, quatre ou en cinq. La longueur des folioles et leur largeur dépendent de la variété du palmier et de l'entretien qu'il a subi et des conditions environnementales. Les folioles peuvent avoir une longueur qui variée entre 15 et 85 cm et sa largeur entre 1et 6 cm. Par contre le nombre de folioles dans une palme varie entre 120 et 240 selon la taille et la maturité de la palme. [24-27]



Figure I. 18: Les Folioles.

I.9.10. Les Spathes :

La Spathe ou " Spathe " en Anglais et " Eldjof " en Arabe. C'est une enveloppe qui recouvre une inflorescence avant son développement et qui se déchire automatiquement pendant la maturation. La spathe est de forme lenticulaire aplatie aux extrémités. Sa surface extérieure est brune, ferme et polie, et celle de l'intérieure est jaune et très lisse. La spathe femelle diffère de la spathe male ; elle est plus longue et plus large que celui du mal. Donc, on trouve des spathes mesurant de 25 à 100 cm de longueur.

Généralement, le palmier male "Dokar " produit des spathes plus que le palmier femelle " Nakhla ", il donne de 10 à 30 spathes par ans par contre la femelle ne donne que 6 à 18 spathes par ans et parfois elle ne donne rien durant l'année.[1]



Figure I.19 : Les Spathes[38]

I.9.11. Grappes :

La Grappe ou le Régime est "Bunch " en Anglais et " Ardjoune " ou " Adhak " en Arabe. Il est constitué par une tige principale qui se ramifie en pédicelles. Sur le même régime, la maturation des fruits est échelonnée. Le palmier émet 6 à 20 grappes mesurant de 25 à 200 cm de longueur et 4 à 8 cm de largeur. Le nombre de fleurs est de 20 à 60 par épillet donnant par la suite 20 à 60 fruits. [1]



Figure I. 20: Les Grappes.[38]

I.9.12. Les Pédicelles :

Les Pédicelles sont " Pedicels " en Anglais et " Chamarikh " en Arabe. Ils sont un ensemble des pédicules provenant du même régime, ils sont constitués de deux parties ; une partie supérieure lisse et droite et une partie inférieure sinueuse sur laquelle les dattes sont alignées. Chaque grappe donne de 20 à 150 pédicelles mesurant de 10 à 100 cm. [25-26]



Figure I. 21 : Les Pédicelles rejetées après la récolte des dattes.[1]

I.10. Sous- produit du palmier dattier

Dans les Oasis du désert du Sahara Un palmier dattier produit chaque année une quantité très importante de bois fibreux et de fibres (Lif) sous forme de déchets abandonnés. Ces déchets concernent les sous-produits du palmier dattier (Spadice, Grappe, Palmes sèches, Rebuts de dattes, et Lif, ...). En générale après opération de nettoyage un seul palmier produit 30kg de sous-produit sec / année. Cela non compris les troncs.[23]



Figure I. 22: Déches des palmiers dattier[38]

I.10.1. Domaines d'utilisation des déchets de palmier dattier :

Les sous produits 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, panier se tapis...etc.)Mais également dans la construction (charpentes de maison) [4].

D'un pays à l'autre, aux Émirats arabes unis, au Sultanat d'Oman, au Royaume d'Arabie saoudite et dans d'autres pays arabes et là où il abonde Les palmeraies regorgent de résidus de frondes, d'angoisse, de dattes fibreuses et vides. Les autorités officielles concernées ont cherché à encourager l'utilisation de ces sous produits au lieu de les brûler ou de les enterrer[28-29].

I.11. Estimations mondiales et Algériennes du tonnage de bois de palmier dattiers :

Il est important de noter que l'utilisation du bois de palmier est souvent limitée en raison de sa densité et de sa qualité inférieure par rapport aux autres types de bois. Cependant, différentes parties du palmier dattier peuvent être utilisées dans différentes applications, notamment (construction, fabrication de meubles, artisanat, kassels, chapeaux, etc.). Il convient également de noter que la production de bois de palmier doit être gérée de manière durable pour assurer la pérennité de la ressource naturelle et éviter la surexploitation. Les pratiques de gestion durable des forêts devraient être encouragées pour conserver les forêts de palmiers et assurer la disponibilité continue de cette ressource.

En tenant compte des dernières statistiques (2020) du [MADR], l'Algérie dispose que chaque palmier produit en moyenne 10 kg de bois renouvelable par an .En Algérie, avec 18 605 100 palmiers, la production annuelle de bois de palmier serait d'environ 186 051 000 kg (18 605 100 palmiers x 10 kg). Il est important de noter que ces chiffres sont des estimations, des estimations et des variances basées sur divers facteurs, tels que la densité de palmiers, le roulement des forêts et les changements du changement climatique.[1.21]. d'autre auteurs donnent une estimation de 30 kg de sous-produit /palmier/année. Et donne une valeur de 20 millions de palmier à l'Algérie.

I.12. Propriétés du bois de palmier dattier :

I.12.1. Propriétés Morphologiques :

Dans la résistance mécanique du bois de palmier dattier.

Le bois de palmier dattier présente également une forte densité, allant de 0,8 à 1,2 g/cm³, ce qui le rend très résistant et durable.[31- 32]

I.12.2. Propriétés Physiques :

Le bois de palmier dattier possède une faible conductivité thermique et une faible conductivité électrique, ce qui le rend utile dans la construction de structures électriques ou thermiques.

Il est également résistant aux chocs, à l'abrasion et à la compression, ce qui le rend utile dans la fabrication d'outils et d'objets résistants.[33]

I.12.3. Propriétés Chimiques :

Le bois de palmier dattier est résistant aux attaques des champignons, des insectes et de l'eau, ce qui le rend très durable dans des conditions environnementales extrêmes.

En résumé, le bois de palmier dattier est un matériau très résistant et durable, avec des propriétés physiques, morphologiques et chimiques uniques qui le rendent polyvalent et utile dans de nombreuses applications[30- 32].

Tableau I. 2: Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier[1]

Type de bois de palmier dattier	Cellulose (%)	Hémicellulose (%)	Lignine (%)	Autres (%)
Folioles	35	28	27	10
Folioles	30,3	Nd	31,2	Nd
Folioles	33,5	26	27	13,5
Rachis	41,2	28,5	27,3	3
Rachis	45	29,8	27,2	5
Rachis	44	28	14	2,5
Rachis	43,1	Nd	23,8	5,6
Fibrillium	43	8	35	14
Fibrillium	46	18	20	16
Pétiole	75,6	/	16,8	7,6
Tronc	45	23	Nd	Nd

I. 12.4. Propriétés mécaniques :

Importante des propriétés mécaniques du bois de palmiers dattiers et d'autres fibres végétales.

Le bois de palmiers dattiers est généralement caractérisé par une faible densité et une faible résistance mécanique comparé aux bois durs tels que le chêne ou l'érable. Cependant, sa résistance à la flexion et à la traction est relativement bonne par rapport à sa densité, ce qui en fait un matériau intéressant pour diverses applications.[34- 35]

En général, les propriétés mécaniques des fibres végétales sont influencées par la microstructure et la composition chimique de la matrice de la fibre, ainsi que par la structure de la paroi cellulaire et la disposition des fibres dans le matériau. Les propriétés mécaniques peuvent également varier selon la direction de la fibre, car les fibres végétales ont une structure anisotrope.[34 -36]

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les propriétés mécaniques du bois de palmiers dattiers. Par exemple, une étude publiée en 2017 a évalué les propriétés mécaniques du bois de palmiers dattiers en utilisant des tests de flexion et de compression. Les résultats

ont montré que la résistance à la flexion était de l'ordre de 50 MPA, tandis que la résistance à la compression était de l'ordre de 30 MPA [37].

Une autre étude publiée en 2019[1] a évalué les propriétés mécaniques du bois de palmiers dattiers en utilisant des tests de flexion à trois points. Les résultats ont montré que la résistance à la flexion du bois de palmiers dattiers était de l'ordre de 70 MPA, ce qui est relativement faible par rapport à celle des bois durs tels que le chêne ou l'érable, mais comparable à celle de certains autres bois tropicaux.[1]

I.12.5. Propriétés thermiques:

La conductivité thermique du bois de palmier dattier a été mesurée pour la première fois en 1988 pour le bois folioles, les résultats ont révélé des valeurs de conductivité faibles comprises entre 0,122 et 0,210 W/m^{° C}. Les valeurs sont très proches de la conductivité thermique du bois (0,12 - 0,16 W/mC) ce qui fait de ce type de bois un candidat prometteur dans la production des matériaux isolants. Les propriétés thermiques, et diélectriques du bois de pétiole, de grappe, et de tronc issus de différentes variétés de palmier dattier ont été également étudiées par la suite[33], Les résultats expérimentaux indiquent qu'il n'y a pas une différence entre la conductivité thermique mesurée dans le sens horizontal et celle mesurée dans le sens vertical aux fibres du bois de pétiole de la variété Deglet-nour. Cette dernière qui vaut environ 0.08 W/m^{° C} est supérieure à celle de grappe et de pétiole des autres variétés, mais elle est inférieure à celle du tronc quelque soit la variété du palmier dattier étudiée (figure I.23). En outre, les résultats montrent que la permittivité diélectrique, des parties de palmier cités au-dessus varie légèrement d'une partie à l'autre et d'une variété à l'autre de palmier dattier, bien qu'il est clair que la permittivité de pétiole provenant de la variété Mech-Deglet est relativement supérieure. Ceci revient à la différence de taux d'humidité dans les différents matériaux étudiés. [1].

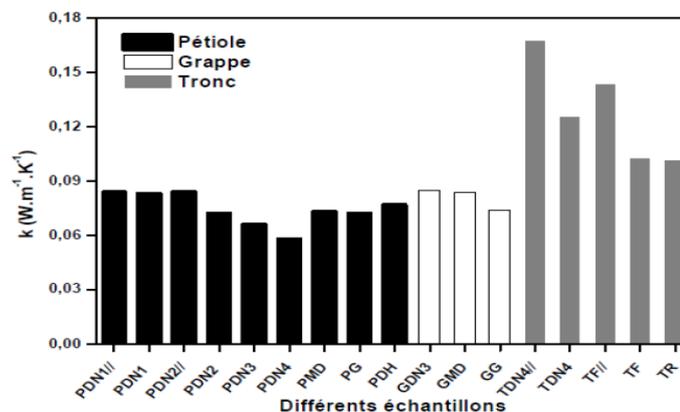


Figure I. 23: La conductivité thermique de différentes parties de palmier dattier.[1].

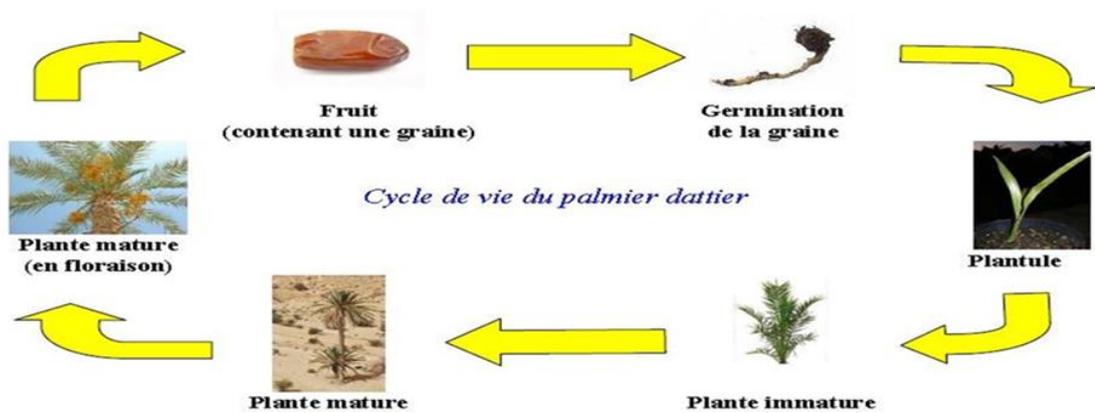
I. 13. Cycle de vie des palmiers dattiers :

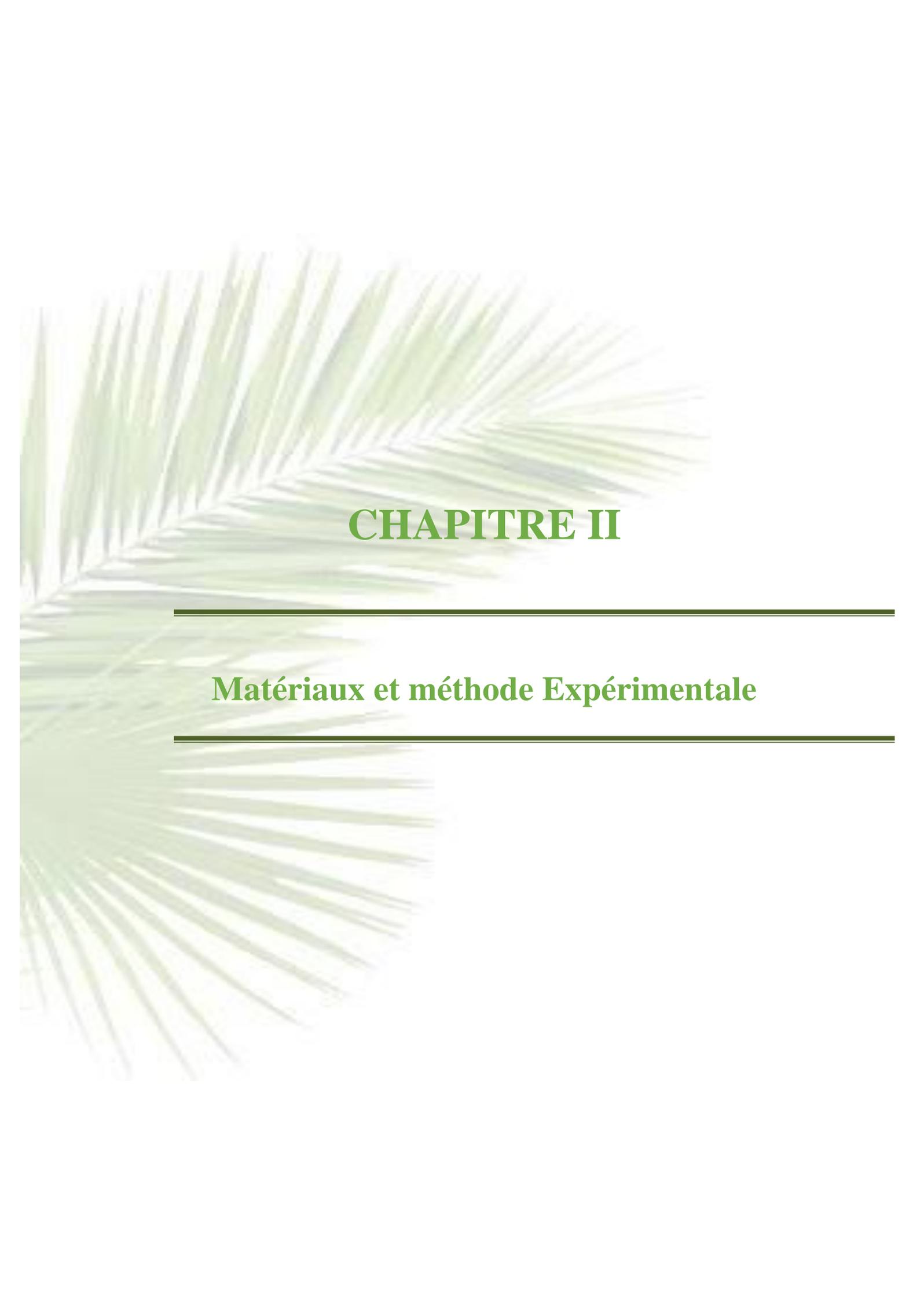
Figure I. 24:Cycle de vie du palmier dattier[1]

I.14. Conclusion :

Dans cette conclusion, nous avons résumé la synthèse bibliographique que nous avons effectuée sur le bois de palmier dattier, qui a été choisi comme renfort dans notre étude. Nous avons commencé par décrire le palmier dattier et son bois. Ensuite, nous avons brièvement présenté une synthèse bibliographique sur les propriétés physiques, mécaniques et chimiques du bois de palmier dattier, ainsi que sur ses applications dans différents domaines.



PARTIE EXPERIMENTALE



CHAPITRE II

Matériaux et méthode Expérimentale

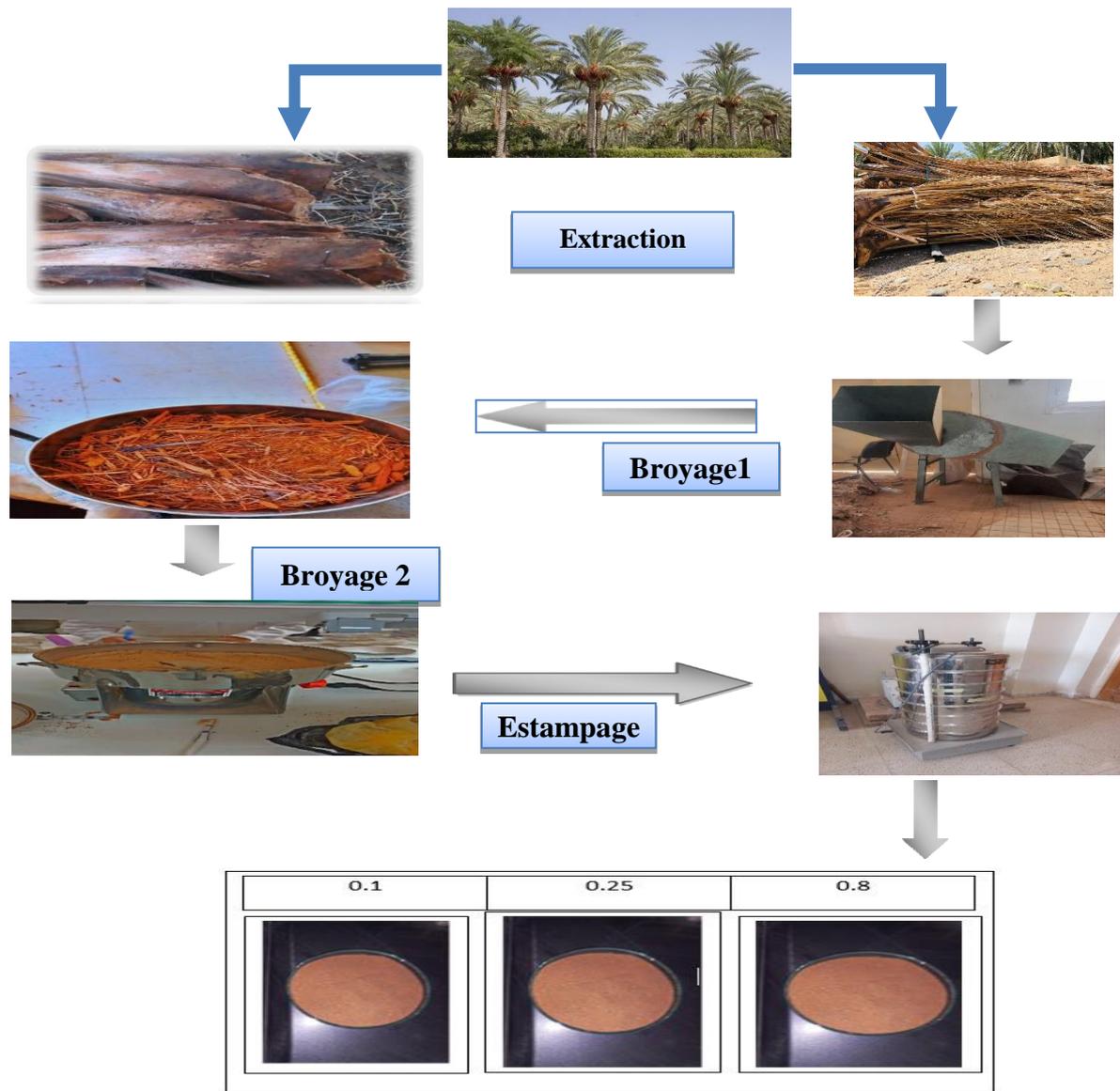
Ce chapitre traite de la partie expérimentale consacrée à la fabrication des panneaux de bois MDF à partir des sous produits des palmiers en utilisant une colle commerciale (colle blanche). Aussi nous avons préparé quelques panneaux coupés des troncs de palmier dans le sens vertical parallèle au fibres.

II .1. Choix des constituants des matériaux élémentaires :

Matériaux et méthodes expérimentale dans la wilaya d’Ouargla. Dans cette étude, nous avons coupé quelques panneaux de bois dont le premier est naturel issu du tronc d'un palmier (Dokar et El Ghars) et en deuxième lieu dans la fabrication des panneaux MDF le déchet de palme. Le texte parle de l'utilisation d'un matériau de renforcement extrait du bois de palmier poussant dans le sud-est algérien, pour diverses applications.

II .2. Préparation des chantions

La matière première est obtenue par le broyage des palmes à l'aide du Moulin Brasseur n°1 du laboratoire Génie civil puis broyage à nouveau afin d'obtenir des fibres plus petites (granulés de diamètre (0,25 et 0,1)Ø en laboratoire des Sciences Agronomiques situées au sein du Centre de Recherche Scientifique du Génie Civil Université KASDI Merbah Ouargla et l'obtention des fibres nécessaires (Figure II -1) comme affiche le protocole de préparation des fibres courtes utilisées lors de la mise en œuvre des matériaux.



La Figure II. 1: Protocole spécial pour la préparation de fibres à grains fins à partir de des Palmes

Les étapes de fabrication des panneaux MDF (sandwich) sont les suivantes :

II.2.1 Première étape :

Après avoir obtenu des échantillons ressemblant à de la farine avec les dimensions suivantes (0,08_0,1_0,25) Ø, nous les mélangeons les uns avec les autres pour obtenir un mélange homogène avec des dimensions différentes. Ensuite nous avons fabriqué trois types de panneaux en quantités différentes divisées comme suit :

A - Échantillon de 75% de colle blanche et 25% déchet de palme

B - Échantillon de 75% déchet de palme et 25% de colle blanche.

C - Échantillon de 50% de colle blanche et 50% de déchet de palme.

Après avoir divisé les échantillons en différents types, nous passons à la deuxième étape.



La Figure II. 2. Déchets de palme broyés.

II.2.2. Deuxième étape :

Pour déterminer la masse qu'occupe le moule (10×10×40) cm ; Nous avons rempli de Moule , en suite nous avons pesé la masse-Totale été de 662g.



La Figure II. 3 .étape de préparation.

II.2. 3. Troisième étape :

Nous les mélangeons ensemble et les mélangeons manuellement jusqu'à ce qu'ils soient bien intégrés pour former une pâte. Nous poursuivons avec les autres échantillons dans différentes proportions comme indiqué dans la figure ci-dessous, qui illustre le processus avec différents poids et proportions selon. (Tableau II.1).



La Figure II. 3 .Etape de pétrissage de l'échantillon .

II.2.4.Quatrième étape :

Après avoir fini de pétrir et mélanger les ingrédients ensemble pour former une pâte selon les proportions requises, nous continuons avec l'étape suivante.

II.2.5.Cinquième étape :

Nous prenons un moule en fer de dimensions (40 × 10 × 10) cm que nous nettoyons soigneusement des résidus, de la saleté et de l'huile. Ensuite, nous plaçons les supports, qui mesurent (9,30 x 2,5) cm puis nous recouvrons le moule d'un revêtement en plastique et y plaçons le mélange. Nous l'étalons sur toute la surface du moule et nous exerçons une pression pour que l'échantillon soit uniformément étalé sur toute la surface du moule, atteignant une hauteur de 10 cm. Nous enveloppons ensuite le tout à nouveau dans le revêtement en plastique et plaçons une plaque en fer dessus.

La dimension de la plaque est de (9,5 x 39,5 x 1) cm et nous l'écrasons soigneusement.



La Figure II. 4. Etape de moulage de l'échantillon.

II.2.6. Sixième étape :

Nous plaçons l'échantillon dans un dispositif et y plaçons des poids en fer de 110 à 125 bar. Nous laissons l'échantillon comprimé pendant une demi-heure à une heure dans le dispositif de pression.



La Figure II. 5. Etape compression d'échantillon

II.2.7. Huitième étape :

Nous sortons le moule du dispositif de pression et le plaçons dans un endroit plat. Nous y plaçons des poids pour assurer une pression suffisante et laissons les poids dessus pendant 24 à 48 heures pour chaque échantillon.

Les temps de séchage varient en fonction de la proportion de colle blanche contenue dans chaque échantillon, de sorte que l'échantillon contenant 75% de colle blanche prend plus de temps pour sécher que l'échantillon contenant 25% de colle blanche. Nous avons ainsi obtenu un modèle préliminaire pour la fabrication de panneaux MDF différents. Cette opération a été réalisée dans le laboratoire de Génie Civil, le **Figure II -2** présente les étapes du protocole pour le moulage et la fabrication des panneaux.



La Figure II. 6. Forme finale des échantillons (produit).

Tableau II. 1: illustratif des proportions de la colle et de palme et de résidus dans chaque mélange.

Échantillon type	Poids colle blanche	Poids des déchet de palme	Total (colle blanche+ déchet de palme)
Echantillon colle blanche 75% et 25% déchet de palme	496,5 g	165,5 g	662 g
Echantillon colle blanche 50% et 50% déchet de palme	331 g	331 g	662 g
Echantillon colle blanche 25% et 75% déchet de palme	165,5 g	496,5 g	662g

II.3. Il s'agit d'un protocole de fabrication de bois naturel qui se divise en deux parties:

- **La première partie** : nous avons utilisé un tronc de palmier (Dokar) coupé depuis plus d'un an et sec de l'eau, coupé en morceaux de dimensions (40 x 10 x 2,5) cm. Ils ont été découpés en morceaux de longueur égale de 1 mètre par un menuisier artisanal dans la région d'Ouargla. Chaque partie a été découpée en 5 échantillons dans le sens de la largeur et 5 échantillons dans le sens de la longueur avec le sens transversal

- **La deuxième partie** : nous avons utilisé un palmier El Ghers coupé depuis un an et sec de l'eau, coupé en morceaux de dimensions (1 mètre) x(1 mètre). Les échantillons ont été coupés dans le sens de la largeur avec le sens des fibres inverse et dans le sens de la longueur avec le sens des fibres.

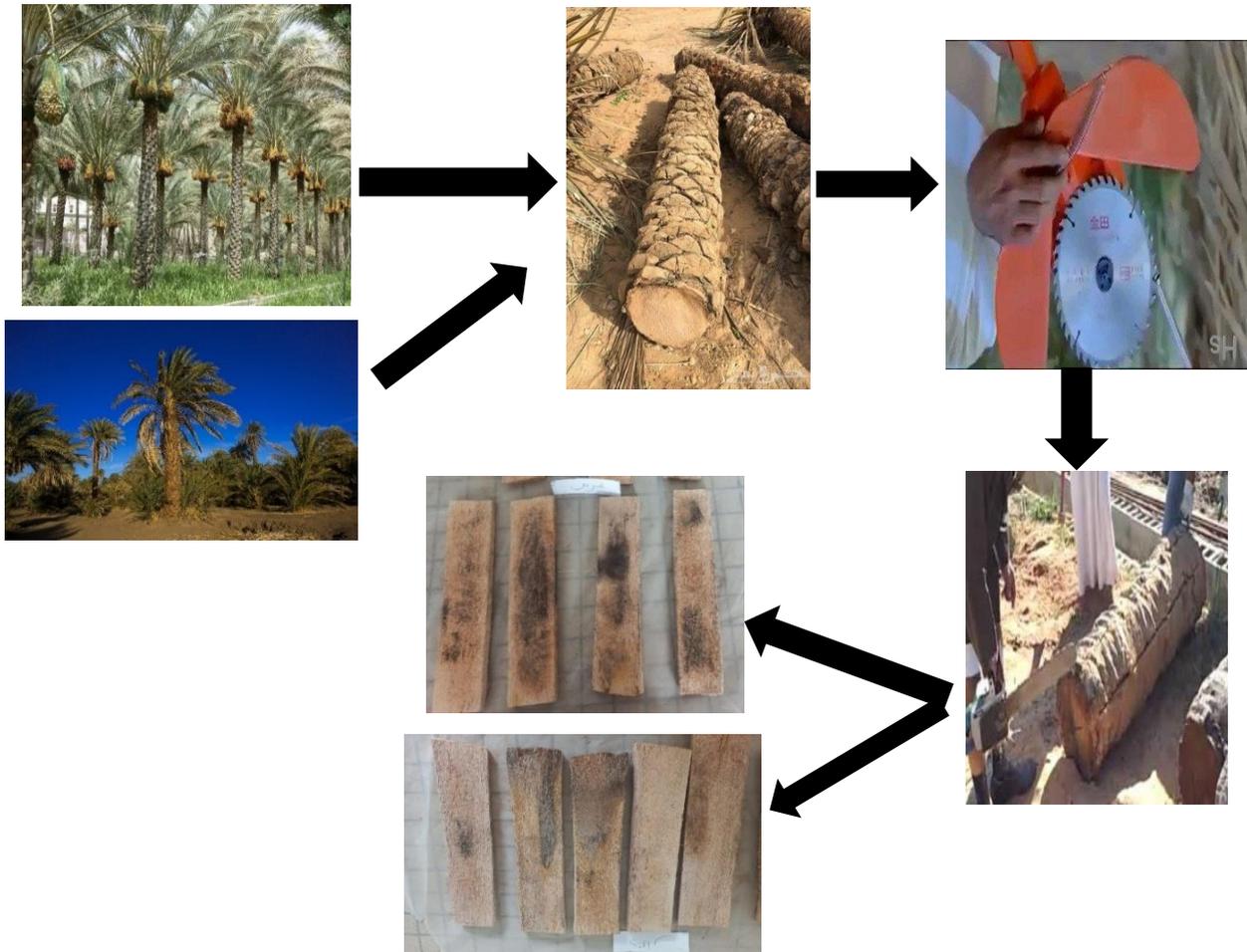
Nous avons donc obtenu 10 échantillons des plaques naturelles de palmier Dokar et palmier d'El Ghers, comme illustré dans la figure II.7, qui représente le protocole standard de

préparation des échantillons de plaques de bois fabriquées à partir de palmiers d'El Ghers et Dokar de plantation.

II.4. Le protocole standard pour préparer ces échantillons est le suivant:

1. Collecte de troncs de palmiers El Ghars et Dokar coupés depuis un an et secs de l'eau ;
2. Couper les troncs en tailles égales à l'aide d'une scie électrique ou manuelle ;
3. Couper les tailles plus grandes en plaques d'une épaisseur de 2,5 cm à l'aide d'une scie électrique ou manuelle ;
4. Couper les plaques en plaques plus petites de taille (1 m) x (1 m) à l'aide d'une scie électrique ou manuelle ;
5. Couper chaque partie en 5 échantillons dans le sens de la largeur et 5 échantillons dans le sens de la longueur avec le sens des fibres inverse.

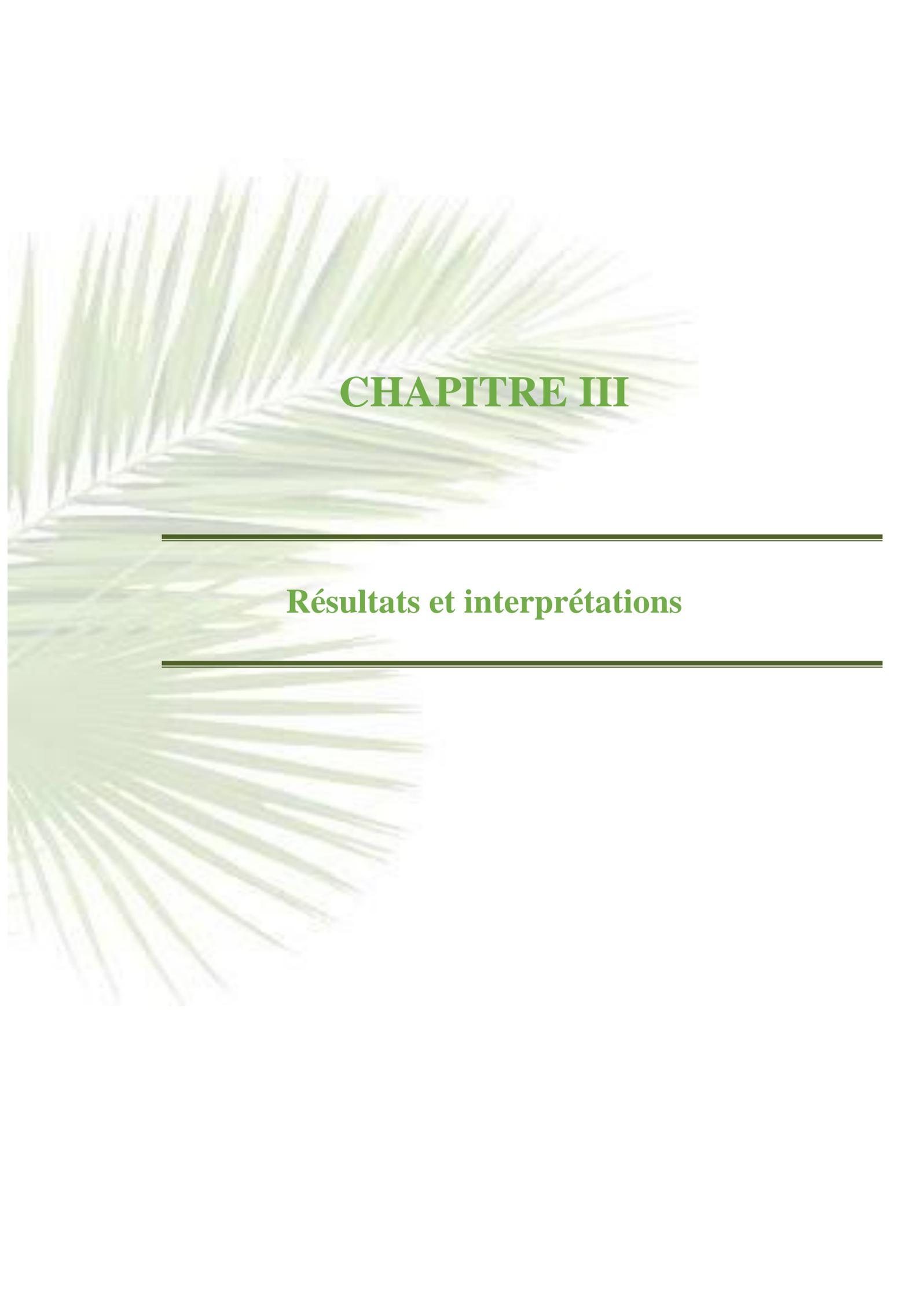
"Dans la Figure II -7, un schéma de protocole typique pour la préparation d'échantillons de panneaux en bois fabriqués à partir de palmiers à huile cultivés et de palmiers dattiers est présenté."



La Figure II.7: Schéma de l'artisanat du bois naturel à partir des composants secondaires du "tronc" de palmier (Dokar +El Ghers)

II.5. CONCLUSION :

Dans cette partie, nous avons réalisé nos propres échantillons pour notre mémoire représentés par du bois naturel de palmiers et de Dokar et El Ghers divisé par longueur et largeur, ainsi que du MDF fabriqué à partir de déchets de palme mélangés à de la colle blanche.



CHAPITRE III

Résultats et interprétations

Dans ce chapitre seront présentés les résultats thermiques ainsi que les résultats mécaniques qui se limitent à la résistance de flexion trois points obtenue grâce à des expériences menées au niveau du laboratoire génie civil de notre université, sur une machine universelle control avec une très petite vitesse de chargement manuel.

No us avons testé tous les échantillons fabriqués à partir de déchets de palmier et les avons comparés avec le MDF fabriqué sur le marché, aussi nous avons testé les échantillons de panneaux de palmier des deux types et les avons comparés les résultats avec les panneaux ordinaires.

III .1. Mesure de la masse volumique apparente :

Les masses volumiques des panneaux fabriqués ont été déterminées en utilisant les recommandations des normes : BS EN 1097-3 ; 1998 et BS EN1097-6; 2012, respectivement.

Tableau III. 1: Les résultats de la masse volumique de chaque échantillon. .

Echantillon	m	V	Mv
MDF	702	1000	0.702
MDF en 50% déchet du palmier+50% colle blanche	1046	1330	0.786
MDF en 25% déchet du palmier+75% colle blanche	768	1110	0.699
MDF en 75% déchet du palmier+25% colle blanche	765	1400	0.546
Bois blanc	544	1000	0.544
Bois du palmier de Dukar coupé dans le sens de la longueur	455	738	0.617
Bois du palmier de Dukar coupé en travers	470	925	0.508
Bois du palmier de Ghars coupé dans le sens de la longueur	496	738	0.672
Bois du palmier de Ghars coupé en travers	462	888	0.520

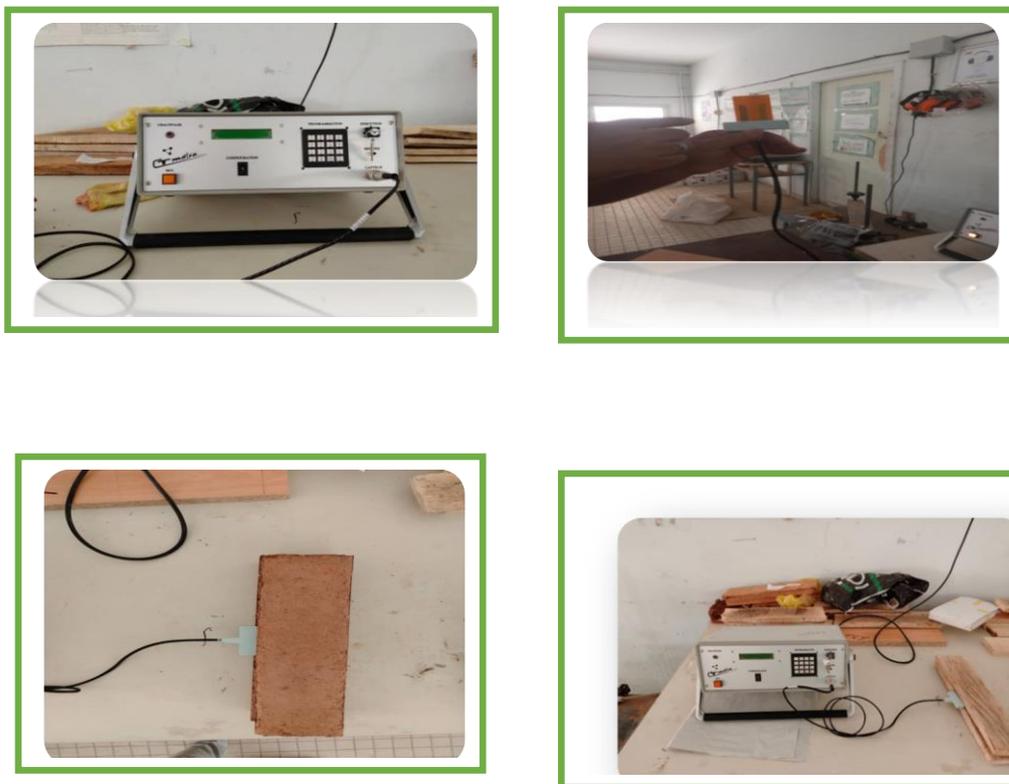
III.2 Caractérisation physiques et thermique

III .2.1. La résistance thermique :

L'appareil de la mesure de la conductivité thermique (CT mètres)

Le CT-METRE est un dispositif conçu pour mesurer avec précision les propriétés thermiques de matériaux homogènes et isotropes. Il se compose de deux parties :

L'organe de commande, qui génère la puissance de chauffage et interprète la courbe d'élévation de température du matériau ; et la sonde, qui transmet la puissance de chauffage et mesure la température induite dans le matériau à tester.[41]



La Figure III.1 :Les étapes du principe de la conductivité thermique(CT mètre)

pour le calcul de la résistance thermique (R_{th}) sont déterminées selon la formule suivante :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

e : épaisseur de l'éprouvette.

λ : conductivité thermique.

Tableau III.2: Classification du MDF .

Echantillon	Matériaux composés
Echantillon 1	MDF
Echantillon 2	MDF en 75% déchet du palmier+25% colle blanche
Echantillon 3	MDF en 25% déchet du palmier+75% colle blanche
Echantillon 4	MDF en 50% déchet du palmier+50% colle blanche

Tableau III. 3:Dimensions des éprouvettes de MDF et propriétés thermiques de bois étudié obtenues en utilisant un (CT mètre).

Echantillon	E(m)	$\lambda(w/mk)$	R(k/w)
Echantillon 1	0.025	0.181	0.138
Echantillon 2	0.03	0.166	0.181
Echantillon 3	0.03	0.317	0.095
Echantillon 4	0.035	0.692	0.051

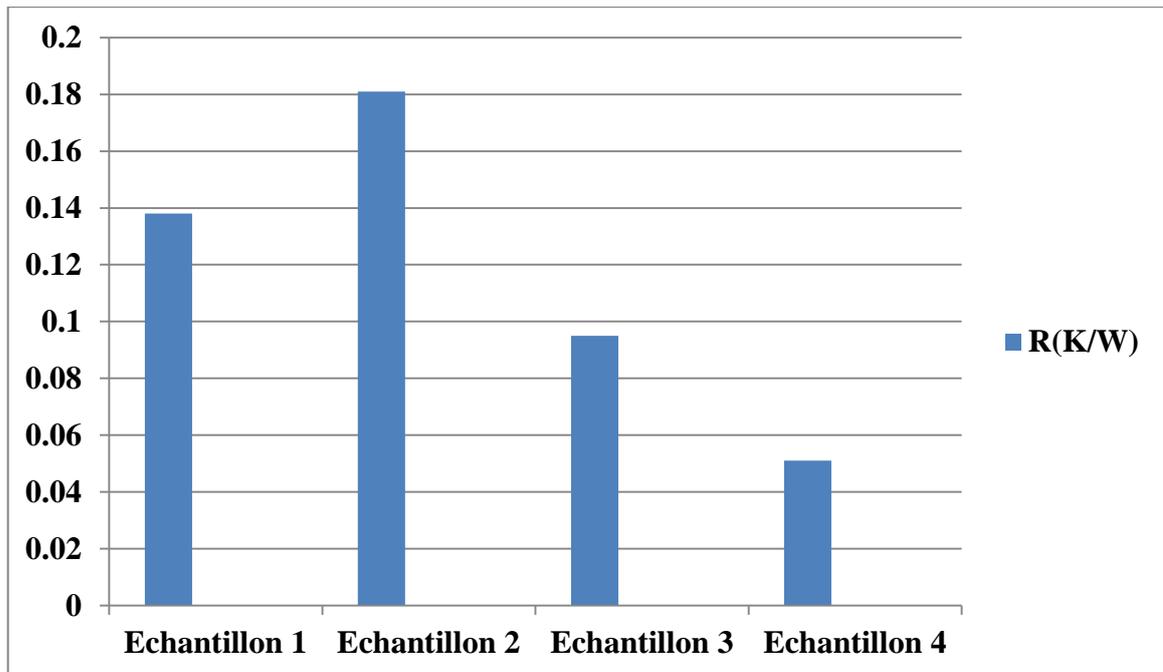


Figure III. 2 La variation des propriétés thermique de MDF de marché et de MDF de déchet de palme

III.2.1.1. Commenter les graphiques à barres :

On remarque à travers les graphiques de la figure III.2 que l'échantillon (25% colle blanche +75% déchet de palme) à représenté la valeur la plus élevée de résistance thermique similaire avec le MDF du marché. Alors les deux échantillons sont 50% colle blanche et 75% blanc colle ont présenté des résistances faibles.

Tableau III.4: Classification du Bois naturelle.

Echantillon	Bois blanc
Echantillon A	Bois blanc
Echantillon B	Bois de palmier de Dokar
Echantillon C	Bois de palmier de ELGhers

Tableau III. 5: Dimensions des éprouvettes de Bois naturelle et propriétés thermiques de bois étudié obtenues en utilisant un (CT mètre).

Echantillon	E(m)	$\lambda(w/mk)$	R(k/w)
Echantillon A	0.025	0.210	0.119
Echantillon B	0.02	0.218	0.092
Echantillon C	0.02	0.293	0.068

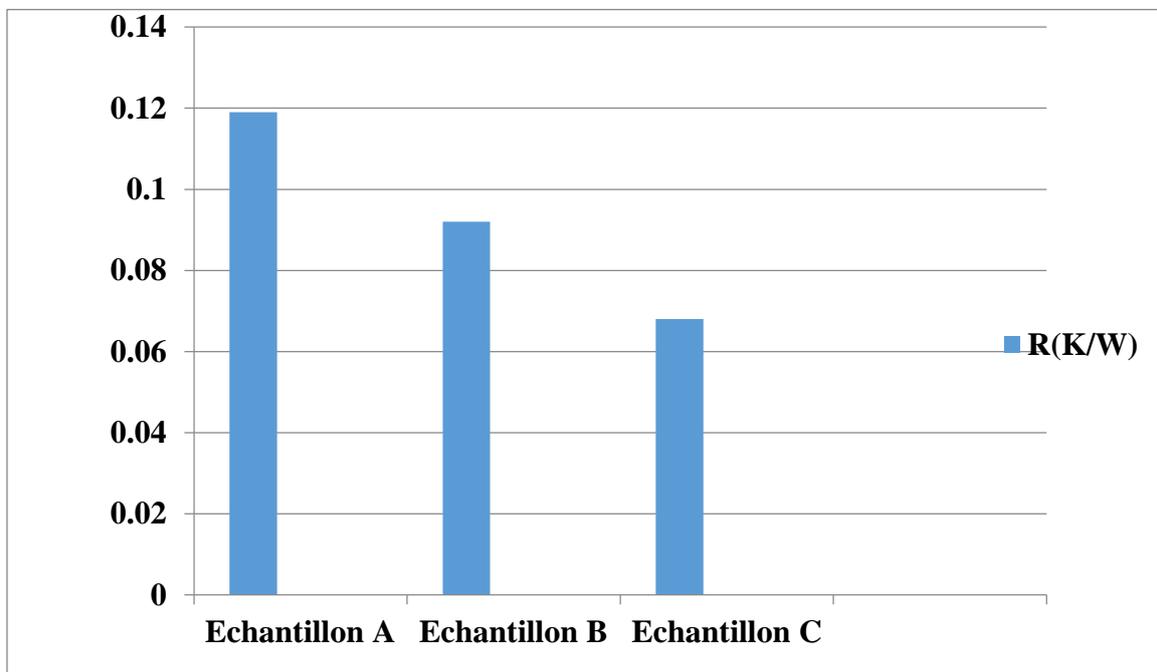


Figure III. 3 La variation des propriétés thermique de Bois blanche et Bois de palmier de Dokar et Ghers

III.2.1.2 Commenter les graphiques à barres :

Nous remarquons dans la courbe suivante que le plus grande pourcentage thermique était dans le bois blanc, suivi du bois de palmier Dokar, qui n'est pas inférieur à celui-ci par un pourcentage important, et enfin, le bois de palmier El Ghers .

III.2.2. Caractéristique mécanique

Dans cette partie nous discuterons des résultats mécaniques limités La résistance à la flexion trois points obtenus grâce aux expérimentations menées au niveau du Laboratoire de Génie Civil de notre université. Par machine universelle Control illustrée dans la figure suivante, avec une vitesse de roulement manuelle très faible.

Nous avons testé tous les types d'échantillons pré-préparés et ajouté du bois blanc et un échantillon régulier fabriqué en usine pour comparer nos résultats.

- B: largeur.
- L: longueur.
- H: épaisseur d'échantillons.

III.2.2.1. Mode essais de flexion :

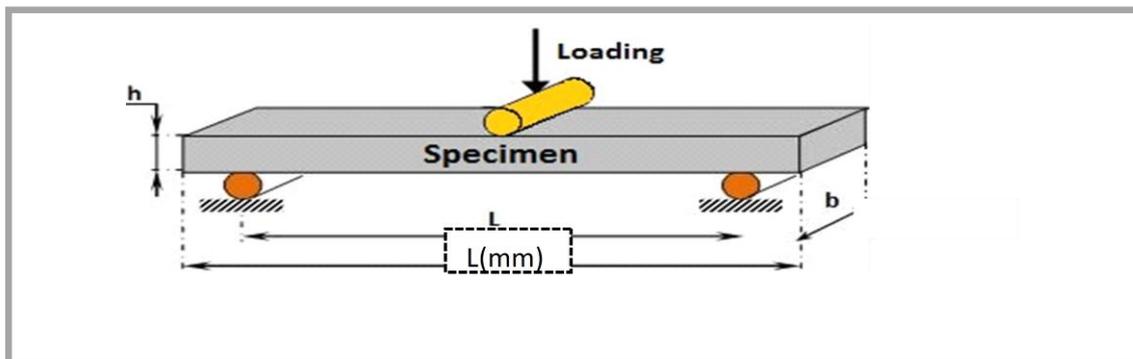


Figure III. 4 Présente le dispositif de flexion[1]

Les propriétés mécaniques étudiées dans cette partie sont les propriétés de flexion trois points. Le principe de la flexion 3 points consiste à poser l'éprouvette sur deux appuis et lui appliquer une force à vitesse constante perpendiculairement à sa surface.

Le protocole expérimental dans la figure ci-dessous, nous montre le processus que nous avons effectué dans le laboratoire de Génie Civil de l'université de Ouargla étape par étape.

III.2.2.2. Les étapes du principe de la flexion 3 points :

1. Découpage les échantillons selon la norme.
2. Déterminez l'axe en utilisant la méthode des trois points.
3. Poser les échantillons un par un sur deux appuis.
4. Appliquer une force à vitesse constante perpendiculairement sur l'axe spécifiée à sa surface jusqu'à la rupture.
5. Prendre les valeurs obtenues à la rupture d'échantillon sur la machine en raison de la résistance maximale de chaque échantillon.

Nous avons mené des expériences sur 3 échantillons et chaque type.

Les tests de flexion en trois points de chaque matériau composite sont réalisés selon la norme NF en ISO 178 [4]. En utilisant une machine de flexion (CONTROLS) . Pour le calcul de la contrainte de flexion σ sont déterminées selon la formule (I).

$$\sigma = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (I)$$



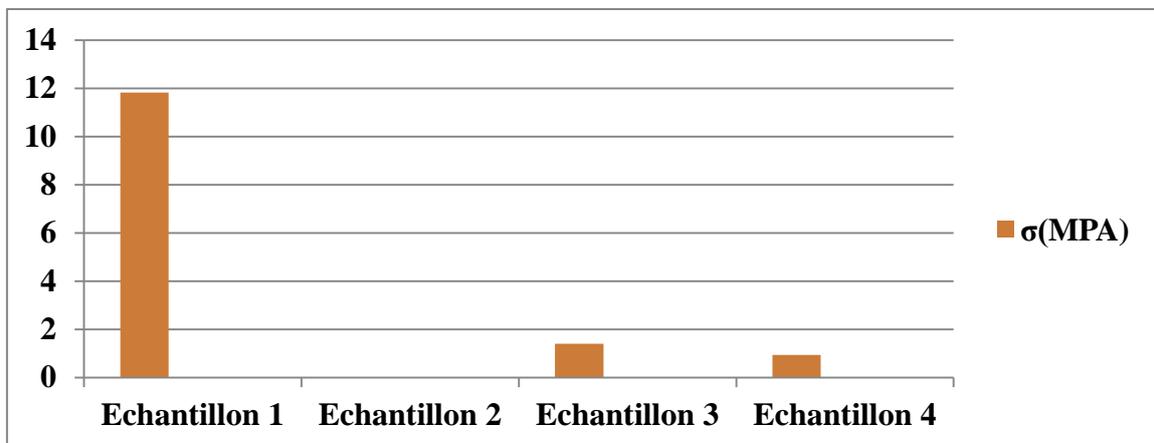
Figure III.5: Les étapes du principe de la flexion 3 points

Tableau III.6: Les dimensions des différents échantillons utilisés de MDF.

	L(mm)	b(mm)	h(mm)
Echantillon 1	340	100	25
Echantillon 2	300	100	30
Echantillon 3	200	95	30
Echantillon 4	200	100	40

Tableau III. 7: Résultats de la contrainte de flexion σ de MDF

Echantillon	F(KN)	h(mm)	σ (MPa)
Echantillon 1	1.45	25	11.83
Echantillon 2	0	30	0
Echantillon 3	0.4	30	1.41
Echantillon 4	0.5	40	0.94

**Figure III- 6** la variation de la contrainte de flexion de MDF de marche et MDF de déchet de palm

III.2.2.3. Commenter les graphiques à barres :

Dans cette déclaration, nous notons que la résistance à la flexion du bois MDF sur le marché est grande par rapport aux déchets de palmier MDF. Nous notons également que l'échantillon 25% de colle blanche est très faible.

Tableau III. 8: Les Matériau composé de Bois naturelle.

Echantillon 1	Bois blanc
Echantillon 2	Bois du palmier de Dokar coupé dans le sens de la longueur
Echantillon 3	Bois du palmier de Dokar coupé en travers
Echantillon 4	Bois du palmier de Ghers coupé dans le sens de la longueur
Echantillon 5	Bois du palmier de Ghers coupé en travers

Tableau III. 9: Les dimensions des différents échantillons utilisés de Bois naturelle.

	L(mm)	b(mm)	h(mm)
Echantillon 1	340	100	25
Echantillon 2	300	90	20
Echantillon 3	300	100	25
Echantillon 4	300	90	20
Echantillon 5	300	100	25

Tableau III. 10: Résultats de la contrainte de flexion σ de Bois naturelle.

	F(KN)	h(mm)	σ (MPa)
Echantillon 1	7.55	25	61.61
Echantillon 2	1.1	20	13.75
Echantillon 3	0	25	--
Echantillon 4	1.1	20	13.75
Echantillon 5	0	25	--

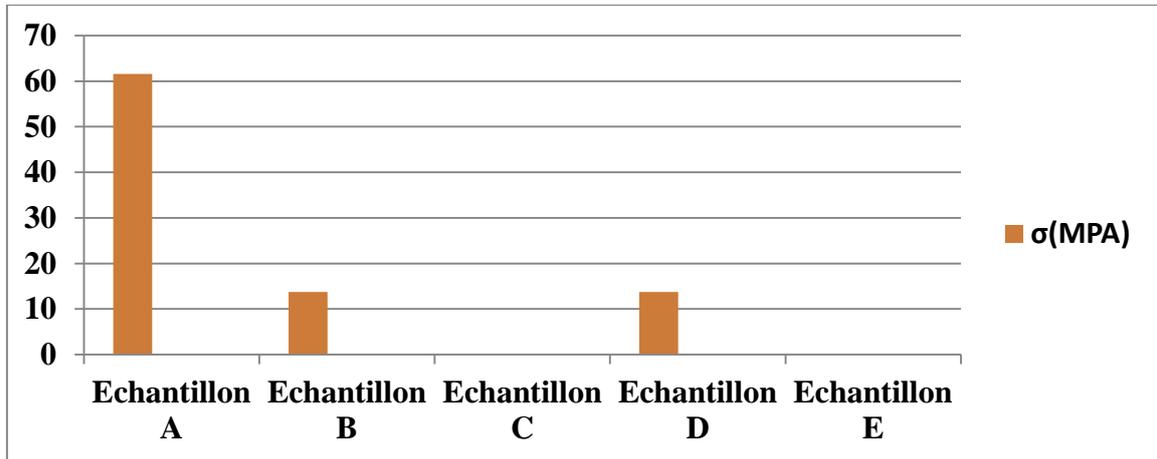


Figure III- 7 la variation de la contrainte de flexion de Bois blanche et bois de palmier de Dokar et Ghers

III.2.2.4. Commenter les graphiques à barres :

Nous remarquons à travers les histogrammes suivants que la résistance à la flexion du bois blanc est grande par rapport au bois naturel, notamment le bois tronçonné, il n'a pas du tout résisté.

III.3. Comparaison d'isolation thermique entre les échantillons de MDF de marché et MDF de rachis de palmier dattier

En ce qui concerne la résistance thermique, nous notons que le résultat le plus important que nous avons obtenu a été enregistré dans l'échantillon n ° 3 (25% de colle blanche + 75% de déchets de palme) par rapport aux autres échantillons, en particulier le MDF du marché, et à partir de là, nous pouvons dire que le MDF fabriqué à partir de déchets de palme a de bonnes propriétés thermiques qui peuvent être remplacées par le MDF du marché, et plus le pourcentage de déchet de palme dans l'échantillon est élevé, meilleure est la résistance thermique, de sorte que nous pouvons l'utiliser dans l'isolation et l'emballage.

III .4. Comparaison de résultat d'essai de flexion entre les échantillons de MDF de marché et MDF de rachis de palmier dattier

Dans les expériences de flexion, nous avons obtenu des résultats divergents entre le MDF du marché et le MDF des déchets de palme .Nous notons également que l'échantillon de 75% de colle blanche était plus résistant que les deux autres échantillons, notamment l'échantillon de 25% de colle blanche. qui n'a pas résisté du tout, mais nous n'oublions pas que

le MDF du marché est un produit aux normes internationales sur lequel la résistance à la compression est appliquée. Fabrication et traitements chimiques. De notre côté, nous avons fait des échantillons en fonction de la capacité de la machine sur lequel vous appuyez, nous n'avons donc pas pu compresser les échantillons avec plus de force.

III.5. Comparaison d'isolation thermique entre les échantillons de Bois blanc et Bois de Dokar et Ghars

On note que la plus grande valeur de résistance thermique est obtenue en bois blanc. Quant à l'échantillon de bois de Dokar, il était très proche du résultat du bois blanc par rapport au bois de Ghars, bien qu'il n'ait pas été fabriqué avec la même qualité et les mêmes normes que le bois blanc. De là, on peut dire qu'on peut remplacer le bois blanc par du bois de palmier de Dokar.

III.6. Comparaison de résultat d'essai de flexion entre les échantillons de de Bois blanc et Bois de Dokar et Ghars

On note que la résistance à la flexion du bois blanc est élevée proche de la valeur classée internationalement [42] par rapport au bois du palmier Dokar et Ghars divisées dans le sens de la longueur. Ceci est dû à l'humidité du bois de palmier et à sa rétention d'eau, qui ne lui permettait pas de donner une grande valeur, en plus de ne pas contenir la même qualité et les mêmes normes de l'industrie du bois blanc, tandis que le bois de Dokar et Ghars coupées dans le sens opposé des fibres de palmier n'ont pas résisté car ses fibres sont opposées au sens de la structure, c'est-à-dire qu'il n'est pas valable.



Conclusion générale

Conclusion générale :

Les palmiers dattier de notre pays et spécialement les Oasis produisent des quantités énormes de sous qui sont généralement ou bien jetés ou bien brûlés ce qui nuit à l'environnement. Nous avons montré qu'il est possible de les valoriser dans les domaines pratiques tel que la production des panneaux de bois.

À travers les expérimentations que nous avons menées, nous avons obtenu les résultats d'évaluation des matériaux composites : panneaux de bois MDF à base des sous produits des palmiers dattiers et de colle blanche, ainsi que des matériaux naturels représentés des panneaux de bois blancs extraient des troncs des palmiers. Ces panneaux seront utilisés dans le domaine de la construction, ou dans de l'aménagement ou la décoration.

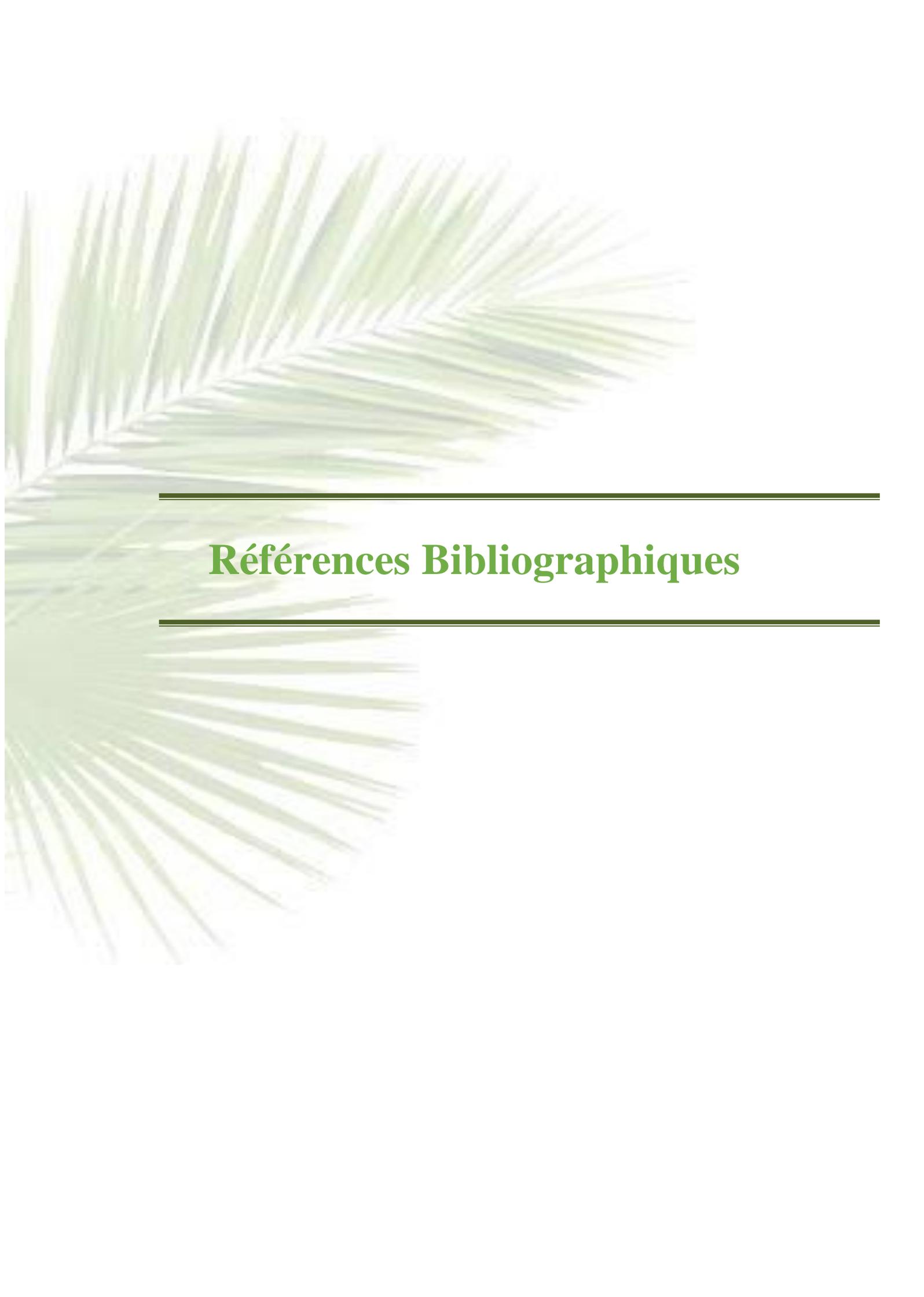
Les résultats sur la résistance mécanique révèlent que le bois blanc issu des palmiers reste très faible par rapport au bois blanc des arbres. Mais les résultats sur les MDF à base des sous-produits palmiers ont donné des résultats acceptables. Spécialement sur le côté thermique les panneaux MDF à base des sous-produits palmiers dattiers ont donné de bons résultats. La conductivité thermique diminue avec l'augmentation de quantité des sous-produits broyés et au même temps avec la diminution de la quantité de la colle dans la composition. Cela est très encourageant, et nous le recommandons à promouvoir la production des panneaux de MDF à base des sous-produits palmier dattier et substituer ainsi les panneaux de MDF industrielles importés de l'étranger.

Nous offrons ainsi des solutions techniques, économiques et environnementales à notre pays par la valorisation de ces sous-produits qui sont des déchets agricoles à faible prix de revient d'une part, de plus leur incinération dans les palmeraies cause des incendies nuisibles à l'environnement, d'autre part, l'installation des chaînes locales de production offrira des solutions économiques considérables qui se résument dans la création des postes d'emploi et la diminution des sommes de devises destinées à l'importations des panneaux de bois de l'étranger. Pour cela nous avons proposé ce sujet comme une Start up dans le cadre de la politique de notre ministère qui vise la réduction de la demande des emplois des étudiants sortants et par la suite la création de la richesse. Ainsi des usines de production des panneaux MDF peuvent être installées dans les Oasis ce qui crée des postes de travail pour les jeunes.

Conclusion générale

Enfin, malgré les difficultés que nous avons rencontrées dans cette étude, tel que le manque des moyen et l'absence des ateliers spécialisés de menuiserie. De cela pratiquement tous les essais ont été réalisés à notre laboratoire de Génie Civil de notre faculté. Ce mémoire

Nous a offrir une occasion pour approfondir nos connaissances sur les sous-produits du bois fibreux, du bois naturel et du palmier dattier, et que ces sous-produits sont un matériau approprié que nous peut utiliser dans la production de matériaux innovants et respectueux de l'environnement.



Références Bibliographiques

REFERENCE :

- [1].Almi K, Développement et caractérisation de matériaux à base du bois de palmier dattier adaptés aux applications de développement durable en Algérie .Thèse de Doctorat , Université Mohamed Khider – Biskra ,Génie Mécanique, avril 2018.
- [2]Bahlouli, N., « Comportement mécanique en température du pli élémentaire d'un stratifié carbone/époxy », 1994, Cachan, Ecole normale supérieure.
- [3]Berthelot J-M. Mécanique des matériaux et structures composites. Institut Supérieur des Matériaux et Mécaniques Avancés. 2010. P5 ; P6
- [4]Djoudi T ,Elaboration et caractérisation de composites bio-sources à base de fibres de palmier dattier, Thèse en sciences : Génie Mécanique, Université Mohamed Khider – Biskra , décembre 2019 .
- [5]Laurent g, « Généralités sur les matériaux composites », ECN, Centre Nantes 2008
- [6]Brek , Modélisation numérique de la propagation de l'endommagement et de la rupture dans les matériaux composites stratifiés sous sollicitations thermomécaniques et cycliques, thèse de Doctorat en sciences : Génie mécanique , Université Hadj Lakhdar de Batna faculté de technologie , 2012
- [7]Kherfi F .Gamri A , Contribution à la production et caractérisation de quelques panneaux MDF a base des sous-produits des palmiers dattiers. Génie Civil ,Structure, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA2020
- [8]A.Y. Nennonene. Elaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particules de tige de kénaf et de bioadhésifs a base de colle d'os, de tannin ou de mucilage. Thèse doctorat, Université de Toulouse, 2009.
- [9] ANSI A208.2-2009 American National Standard. Medium density fiberboard (MDF) for interior application
- [10] Xiaobo .L, Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing. Thesis of Master of Science, Baton Rouge,Louisiana, US: School of Renewable Natural Resources, 2004.

- [11]AL-Maghribi.A, « Comportement des matériaux composites à fibres courtes : applications à l'impact basse vitesse », thèse de doctorat, l'université Paul Sabatier, 2008.
- [12]Linternaut. <https://www.linternaute.com/>. [1/4/2023].
- [13] Chevalier.A, Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale. 32, 1952, 355, 205-236.
- [14]Munier.P , Le palmier dattier. G. P. Maisonneuve et Larose, Paris, 221 p. 1973.
- [15]Djerbi.M ,les maladies du palmier dattier. Projet regional de lutte contre le bayoud.F.A.O, (Rab/ 84/058) Alger, 125 p., 1998.
- [16]Djerbi.M, le précis de la phéniciculture. F. A. O.. Tunis, 192p. 1995.
- [17] Ayachi.N , contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques et biochimiques de huit cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'Ouled Djellal (Biskra) Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie à l'université de Batna, 2002.
- [18]Boughediri. L, Le pollen de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollens. Thèse de doctorat de l'université Paris VI, 158p, 1994.
- [19]S.S. Hegazy, A. Khaled. Effet du cultivar de palmier dattier. La taille des particules. Densité des panneaux et extraction à l'eau chaude sur des panneaux de particules fabriqués à partir de feuilles de palmier dattier. Agriculture, 5, 2015, 267-285.
- [20]ZANGO. Ou, Agro biodiversité et élaboration d'un modèle architectural du palmier dattier au Sahel: cas du Niger [Thèse de doctorat]. Collège Doctoral Languedoc- Roussillon, l'Université de Montpellier et ,l'Université AbdouMoumouni,Niger.2016.
- [21] MADR-.<https://madr.gov.dz>[2/04/2023]
- [22]M. Buelguedj. Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie., INRAA El-Harrach, 2007.
- [23] ALGÉRIE PRESSE SERVICE. <http://www.aps.dz> .[12/3/2023].

- [24]M. Walid . A. Etude comparative de trois pieds mâles de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et l'impact de leurs pollens sur quelques caractéristiques physico-chimiques des dattes, dans la région d'El Malch (Biskra), mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie à l'université de Biskra, 2007.
- [25]F.H. Ahmed Ali. Palmier dattier, arbre de la vie entre le passé, le présent et le futur. Partie 1, 2005. Ed, Dare el arabia, Kairo, Egypt,14519/ ISBN977-258-197-3.
- [26]G. Peyron. Cultivar le palmier dattier. C.L.R.A.D. Montpellier, France, 110p, 2000.
- [27]F H. Ahmed Ali, Palmier dattier: arbre de la vie entre le passé, le présent et le futur. Partie 2, 2005. Ed. Dare el arabia, Kairo, Egypt 14517/ISBN977-258-196-5.
- [28]F.Mansour, Histoire et origine de palmier dattier en Egypte Recycling, <http://agri-palm.com/tag/recycling/>.24 .3.2023.
- [29] Site web 02: Histoire et origine de palmier dattier en Egypte.
- [30]D. Sibih . Matériaux composites à matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier effet de l'oxydation au tempo sur les fibres. These doctorat, INSA De Lyon 2011.
- [31] V. Medoc . R. Pereira. Valorisation des particules de bois issues d'un palmier dans une matrice cimentaire. Projet de fin d'études, Université de Cergy Pontoise, 2011.
- [32]A. Al- Khanbashi, K. Al- Kaabi, A. Hammami, Fibres de palmier dattier comme matrice polymère renforcement : caractérisation des fibres, Polymer Composites 26 (4), 2005, 486-497.
- [33]B. Agoudjil, A. Benchabane, A. Boudennec. Des matériaux renouvelables pour réduire la construction Perte de chaleur : caractérisation du bois de palmier dattier. Construction énergétique 2011.43:491.
- [34]H. Thi, T. Nga. Etude de L'influence de La Température et de L'humidité sur les Propriétés Mécaniques en Traction des Fibres de Chanvre et de Coco, Ph D Thesis, Ecole De Technologie Supérieure, Université Du Québec, 2008.
- [35]A.K. Bledzki, J. Gassan. Composites renforcés de fibres à base de cellulose. Progrès in Polymère science, 24, 1999, 221-274.

- [36] A. Kriker. Caractérisation des fibres de palmier dattier et propriétés des bétons et mortiers renforcés par ces fibres en climat chaud et sec. PhD Thesis, Ecole Nationale polytechnique, Alger, 2005.
- [37] A. Alawar, A.M. Hamed, K. Al- Kaabi. Caractérisation de la fibre de palmier dattier traitée comme renfort composite. Compos Partie B : 40, 2009, 601-606.
- [38] Pinterest .<https://www.pinterest.com/> top.[13/4/2023].
- [39] Sedan. D, Etude des interactions physico-chimiques aux interfaces fibres de chanvre/ciment. Influence sur les propriétés mécaniques du composite. Thèse doctorat, Université de Limoges, 2007
- [40] Ragoubi. M, Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne. Thèse de Ph D, Université de Henri Poincaré Nancy 1, 2010.
- [41] Abdessalem. M, Miloud. H, et al, contribution à l'étude des propriétés thermiques des briques en terre .2013 ;88 :86-85 .
- [42] Propriétés mécaniques du bois . <https://www.lignum.Ch/>. [22/5/2023].



ANNEXES



Fuguer 2 :Moule de bois





Fuguer3 :essai de flexion



Fuguer5 : représente la fissuration d'échantillon après un test de flexion



Figure 5 : colle blanc