

N° d'ordre :

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIERE

FILIERE : CHIMIE

MEMOIRE DE MASTER

SPECIALITE : CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème:

Elaboration et caractérisation d'un nouveau matériau composite à base de PVC et farine de bois hêtre, Chêne zéen de roseau commun et de grignon d'olive.

- Présenté par : BOUYAHIAOUI Sabrina
SAMAÏLI Kahina

Nom et Prénom	Grade	Affiliation	Qualité
M. KADOUCHE Sliman	MCA	UMMTO	PRESIDENT
Mme. LOUNI Dalila	MAA	UMMTO	ENCADREUR
M. RAHMOUNE Med Ameziane	MCB	UMMTO	CO-ENCADREUR
M. LATEB Yacine	MAA	UMMTO	EXAMINATEUR



Remerciements

Dieu merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation et l'élaboration de ce travail et qui nous ont permis de l'achever.

Nous estimons à notre humble avis, qu'il serait impérieux de souligner que la réalisation de ce présent travail n'est pas un simple fait relevant des efforts personnels, mais par contre, le fruit des efforts de plusieurs personnes qui de près ou de loin ont consenties pour que cette œuvre soit une réalité.

D'emblée nous devons une reconnaissance personnelle très profonde à Mme LOUNI Dalila maitre assistante (A) à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO, notre promotrice, pour une assistance scientifique considérable qu'elle a bien voulu apporter pour que la réalisation de cette œuvre soit effective, pour son encadrement et ses constantes orientations de notre recherche en y accordant une méticuleuse attention, ainsi que pour ses conseils, sa disponibilité et son extrême amabilité nonobstant sa grande charge de travail, un engagement que nous ne cesserons de vanter à juste titre le mérite.

Nous ne manquerons pas l'occasion, de remercier chaleureusement M. RAHMOUNE Mohand Ameziane pour son incontestable contribution à l'accomplissement de notre projet, son accueil et sa disponibilité extraordinaire nous ont permis de mener à bien ce mémoire.

Nos vifs et sincères remerciements, vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils vont porter à notre travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions et suggestions.

Nous tenons à remercier, l'effectif et le personnel du laboratoire de l'unité de production des câbleries électriques d'Alger (CABEL) et plus particulièrement monsieur Belhoucine.

Nous tenons aussi à remercier le personnel de la société de production des fils et câbles de télécommunications (CATEL), plus particulièrement madame Chihaoui, ainsi que le personnel du laboratoire de chimie de Tamda, faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques qui par leur compréhension et aide on a pu accomplir notre travail dans les meilleures conditions possibles.

Notre déférence, s'adresse au corps professoral, académique et administratif du département de chimie pour les enseignements et l'encadrement de qualité qu'ils ont mis à notre disposition durant tout notre cursus.

Il serait ingrat, de terminer cette page sans remercier nos familles, amis et connaissances qui nous ont toujours encouragé et soutenu au cours de la réalisation de ce mémoire.

Que toute personne qui nous a soutenus et dont le nom n'est pas cité, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.



Dédicaces

À,

La mémoire de mes grands-parents «Djeddi » et «3zou»

J'aurais souhaité votre présence en ce moment pour partager ma joie. Vous m'avez toujours fait preuve d'amour et d'affection, vous êtes toujours présents dans mon esprit et dans mon cœur. J'espère que, du monde qui est tien maintenant, vous appréciez cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part de votre petite fille qui a toujours prié pour le salut de votre âme. Puisse Dieu, le tout puissant, vous avoir en sa sainte miséricorde.

Mes chers parents qui ont toujours été là pour moi, pour tous leurs sacrifices, leur Amour et leur soutien.

Mon cher frère Nazim Elias, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour toi. Mon fidèle compagnon. Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Mes chers sœurs Melissa et Kahina, mes oncles et mes tantes, pour leurs encouragements permanents et soutien tout au long de mes études.

Mon cher fiancé Hocine pour ton encouragement, ton soutien inconditionnel et ton affection qui remplissent mes jours de bonheur, je te remercie d'être toujours à mes côtés par ta présence et ta tendresse. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance, de mon estime et de mon attachement sans faille.

Ma belle-famille pour leur affection. Puissiez-vous trouver dans ce travail le témoin de mon affection et estime.

Ma chère binôme Kahina, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Tous les membres de ma famille, petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

Sabrina



Dédicaces

Je ne veux pas laisser cette occasion pour vous exprimer mon attachement et les souvenirs reconnaissants que je garde de vous, je serai profondément heureuse de dédier ce modeste travail :

A La personne que j'ai tant aimé, celle qui ma fait voire le jour, qui a toujours été présente pour moi dans les moments difficiles et qui ma donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance, ma chère et tendre Maman « **MIMIA** ».

A mon cher papa « **RACHID** » que dieu l'accueille dans son vaste Paradis.

A mes chères sœurs : Mira et **Cylia** .et Mon adorable petite. **Romaissa** qui illumine ma vie de joie et de Bonheur

A mes chères magnifiques frère **Ghani** et **Massi**.

A ma sœurs **Nassima** et sa petite famille **mido** et ma belle **Emma**.

A mes grands-parents mes oncles et mes tentes et à toute la famille **Smaili**.

A tous mes chers ami(e)s : **souad, sadjia, lynda, ouiza, wardocha, sonia, samia, djidji, randa, et ma cousin lydia.**

A la personne la proche du mon cœur **Adam**.

A Mon cher binôme Sabrina, pour sa patience et sa tolérance tout au long de ce projet, et pour tous les bons moments qu'on a partagé ensemble.

A tous mes camarades de la spécialité chimie de l'environnement, Et à mes élèves et mes collègues.

Sans oublier tout les professeurs que se soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

Ainsi que toute personne chère pour moi qui ma donner le soutien et le courage de penser a mes études et de réaliser ce modeste travail

Kahina

Liste des abréviations

C : Carbone.

Ca : Calcium.

°C : Degré Celsius.

DOP : Di-OctylePhtalate.

ETM : Éléments Traces Métalliques.

G. : Grignon.

G.O: Grignon d'Olive.

G Pa : Giga Pascale.

g : Gramme.

g/cm : Gramme par Centimètre.

g/cm³: Gramme par Centimètre cube.

g/l: Gramme par litre.

g/mol: Gramme par mol.

IRFT: Infra Rouge à Transformation de Fourier.

IR: Infra Rouge.

J/m : Joule par Mètre.

KN : Kilo Newton.

Kg/m³: Kilogramme par Mètre cube.

m : Mètre.

min : Minute.

mm : Millimètre.

mm/min : Millimètre par minute.

MPa: Méga Pascal.

µm : Micromètre.

nm: Nanomètre.

O : Oxygène.

PA: Polyamide.

PAV : Poly acétates de Vinyle.

PC : Polycarbonates.

P.c.r : Partie par Centaine de Résine.

PE : Polyéthylène.

PP : polypropylène.

R.C : Roseau commun.

T: Température.

TC : Taux de cendre.

TH : taux d'humidité.

Tf : Température de Fusion.

Tg : Température de Transition Vitreuse.

Tige/m² : Tiges par mètre carré.

Tr/min : Tours par minute.

WPC : Wood Plastique Composite.

Zn : Zinc.

Liste des figures

Figure 1:Exemples de quelques applications des WPC.....	3
Figure 2 : Représentation schématique des différentes couches de la paroi cellulaire	7
Figure 3 : Structures de la cellulose	8
Figure 4 : Structures chimique partielle de deux hémicelluloses.....	8
Figure 5 : Précurseurs de la biosynthèse de la lignine.....	9
Figure 6 : Photo d'un roseau commun.....	10
Figure 7:Image d'une population de roseaux communs.....	10
Figure 8 : Arbre du chêne zéen	14
Figure 9 : Photographie de hêtres (à gauche). Bureau et chaise en hêtre (à droite).....	15
Figure 10 : Schéma de polymérisation du chlorure de vinyle	17
Figure 11 : Schéma de fabrication du composant de base : la résine PV ou compound	17
Figure 12 : Exemple du broyeur utilisé (original 2019)	20
Figure 13 : Tamis utilisé de marque RETSCH AS 200 (original 2019)	21
Figure 14 : Les échantillons après Broyage et Tamisage	21
Figure 15 : Images du mélange avant et après l'ajout de la fibre (original 2019)	23
Figure 16: Mélangeur à deux cylindres de marque LESCUYER (original 2019)	24
Figure 17 : Presse de marque FONTJNE (original 2019)	24
Figure 18 : Images des plaques avant et après passage à la presse (original 2019)	25
Figure 19 : Images des Cinq plaques préparé (original 2019)	25
Figure 20 : Des éprouvettes de type H (original 2019)	26
Figure 21 : Machine d'essai de traction de marque ZWICK de type BTC-FR 2.5TN.D09 (original 2019).....	26
Figure 22 : Éprouvettes avant et après test d'attraction (original 2019)	27
Figure 23 : Four à moufle	28
Figure 24: Les échantillons après le four.....	28
Figure 25 : Cristalliseur	28
Figure 26: Les farines dans l'étuve	29
Figure 27 :l'appareil de l'Infrarouge (Fourrier FTIR-8400S de type SCHIMADZU).....	30

Figure 28 : Histogramme du taux de cendres	31
Figure 29 : Histogramme du taux d'humidité	32
Figure 30 : Histogramme des contraintes à la rupture des différents composites PVC/farine	33
Figure 31 : Histogramme des allongements à la rupture des différents composites PVC/farine	33
Figure 32 : Histogramme du module de Young des différents composites PVC/farine	34
Figure 33 : Spectre IR de la fibre vierge de chêne zéen	35
Figure 34 : Spectre IR de la fibre de Roseau	36
Figure 35 : Spectre IR de la farine de grignon	37
Figure 36 : Le spectre IR de la fibre vierge du hêtre	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : Compositions chimique d'une fibre de roseau	11
Tableau 2 : Composition chimique indicative des grignons d'olives	12
Tableau 3 : Pourcentage massique des principaux composés du bois chêne zeen.....	14
Tableau 4 : Composition en polymère du hêtre	16
Tableau 5: Propriétés du PVC [6].	18
Tableau 6: Les stabilisants thermiques et le lubrifiant utilisés	22

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures et des tableaux

Introduction générale 1

Chapitre I : Les matériaux composites bois-polymères

I. Généralités sur les composites bois-polymères 3

II. Matrices thermoplastiques 4

III. Matériaux thermodurcissables..... 4

IV. Adhésion fibre/matrice 4

V. Méthodes de mise en œuvres 4

V.1. Les techniques plasturgistes 4

Chapitre II : Les fibres végétales

I. Fibres végétales 6

I.1. Structure de la fibre végétale 6

I.2. Constitution d'une fibre végétale 7

I.2.1. La cellulose 7

I.2.2. L'hémicellulose 8

I.2.3. Les lignines 9

Partie A: Le roseau commun

I. Le roseau commun..... 10

II. Composition chimique de la fibre de roseau..... 11

III. Utilisations de roseau commun 11

IV. Impacts sur l'environnement 11

Partie B : Le grignon d'olive

I. Définition et types des grignons d'olive 12

II. Composition chimique du grignon d'olive 12

III. Valorisation de grignon d'olive	12
--	----

Partie C: Le chênezeen

I. Le chêne zeen	14
II. Composition chimique du bois de chêne zeen	14

Partie D: Le hêtre

I. Le bois hêtre	15
II. Domaine d'utilisation du bois hêtre	15
III. Compositions chimique du bois hêtre	15
IV. Propriétés du bois hêtre	16

Chapitre III : Le PVC

I. Le PVC	17
II. propriétés du PVC	17
III. Les applications du PVC.....	18

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Méthodologie	19
IV.1: La mise en œuvre des matériaux	20
IV.1.1. Préparation de la farine (les charges végétales).....	20
IV.1.1.1.La récolte de grignon d'olive, du roseau, du bois de chêne zeen et du bois hêtre	20
IV.1.1.2.Broyage	20
IV.1.1.3. Tamisage	20
IV.1.2. Elaboration des composites fibre/PVC	21
IV.1.2.1Matériaux utilisés	21
❖ La résine de PVC	21
❖ Le plastifiant	22
❖ Le stabilisant thermique et le lubrifiant	22
IV.2. Préparation des plaques	23
IV.2.1_Malaxage des ingrédients (dryblend).....	23
IV.2.2_Malaxage et chauffage (rendre le dryblend sous forme pâteux)	24
IV.2.3_Plastification (exercer une pression sur le compound et le rendre plastique)	24
IV.3. Préparation des éprouvettes de type H.....	25
IV.4. Essais mécaniques	26

IV.4.1. Test de traction	26
IV.5- Caractérisation chimique de la farine	27
IV.5.1- Détermination du taux de cendre	27
IV.5.2- Détermination du taux d'humidité	28
IV.6. Analyse par spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier (IRTF)	30

Chapitre V : Résultats et discussions

V.1- Caractérisation chimique de la farine	31
V.1.1- Détermination du taux de cendre	31
V.1.2- Détermination du taux d'Humidité	32
V.2. Propriétés d'attraction	33
V.3. Analyse par IRTF	34
V.3.1. Les résultats de l'analyse spectrale des différentes farines	34
Conclusion générale	39

Références bibliographiques

Annexes



Introduction générale

Introduction générale

L'industrie des matériaux composites, qui contiennent dans leurs constitutions des fibres minérales tel que le verre, le kevlar,...etc., s'est tournée vers de nouveaux matériaux avec de bonnes performances mécaniques, mais aussi respectueux de l'environnement [1,2]. En effet, les contraintes environnementales et les nouvelles réglementations sur le recyclage des matériaux composites ont poussé les industriels à développer de nouveaux matériaux issus de ressources renouvelables [3].

En Europe, le secteur automobile développe et conçoit de nouveaux véhicules intégrant ces matériaux offrant un gain technique et environnemental conséquent par rapport aux matériaux composites classiques à base de fibres de verre. Dans le secteur du bâtiment, les fibres végétales sont utilisées pour leurs capacités isolantes thermique et phonique. Associées à une matrice plastique, elles ne trouvent actuellement que peu d'applications. Pourtant, ces composites pourraient être une alternative écologique pour certaines pièces plastiques ou métalliques des bâtiments : cadres de fenêtres et portails par exemple, répondant ainsi au concept d'éco conception [4].

Les matériaux composites plastiques/bois permettent d'associer les avantages du plastique à ceux du bois car : ils présentent une rigidité supérieure par rapport à celle du plastique et elles existent des possibilités de mise en forme plus nombreuses que pour le bois mais aussi les traitements de surface peuvent ne plus être nécessaires, sans oublier que le matériau composite peut être conçu pour être potentiellement recyclable.

Ainsi, la fabrication des matériaux composites à base de PVC renforcé par des fibres de bois apporterait en plus, un gain environnemental conséquent à deux niveaux : en remplaçant, en partie, une matière issue pour moitié de ressources fossiles par une matière renouvelable, et en prolongeant la durée de vie utile du bois qui participe au stockage de carbone.

Dans ce travail, nous voulons mettre en valeur trois ressources végétales locales de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie), à savoir les grignons d'olives, le roseau commun et le chêne zeen, aussi un déchet de menuiserie du bois hêtre en vue d'élaboration d'un matériau composite à base du Polychlorure de Vinyle (PVC) et de ces quatre dernières. Ensuite le caractériser par les propriétés physiques (absorption d'eau et taux de cendres), des tests mécaniques de traction (allongement et contrainte à la rupture, module d'Yong) et le test structural (IR).

Introduction générale

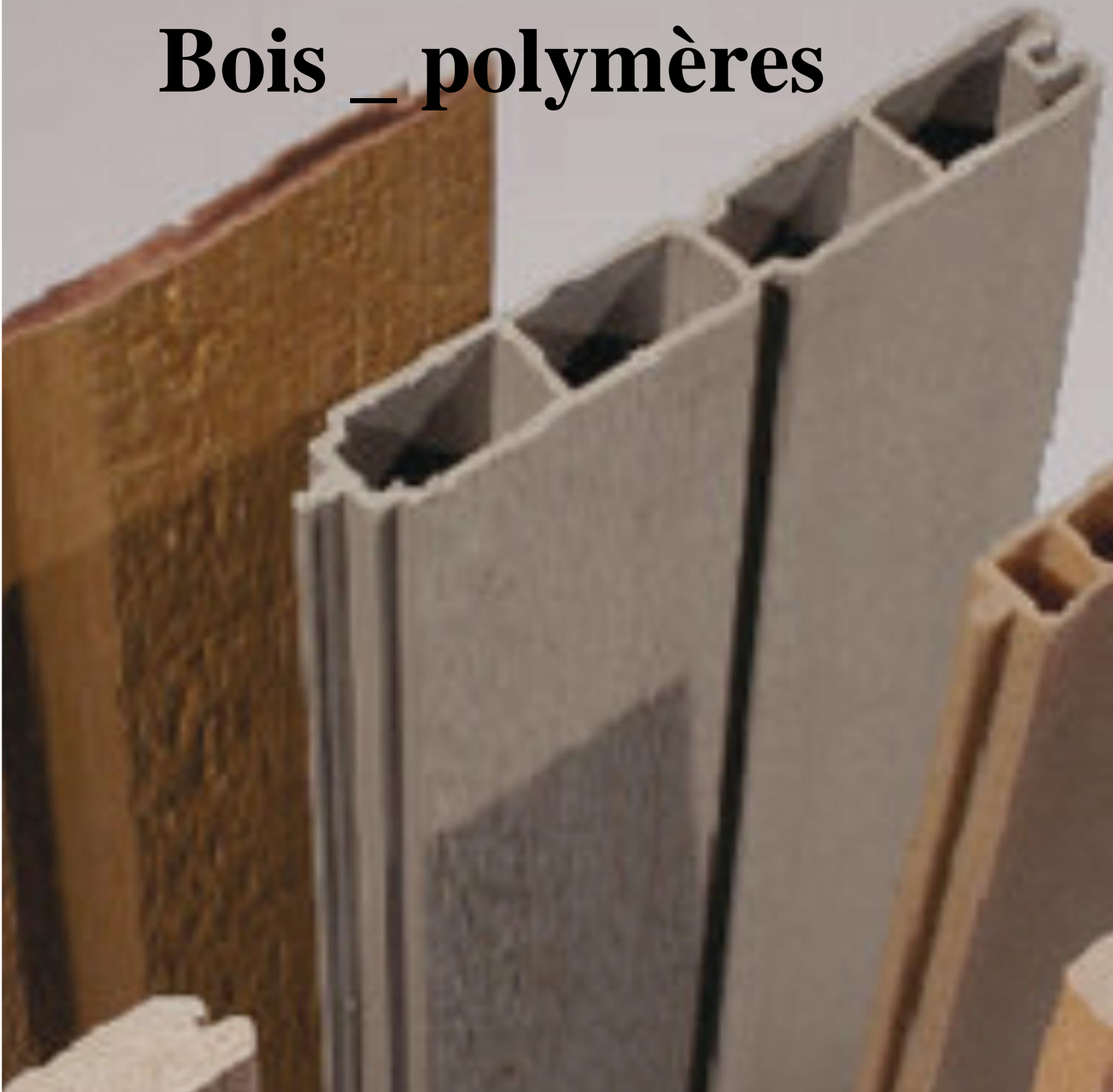
Le plan de notre travail comporte une introduction, cinq chapitres, et s'achève d'une conclusion générale.

Le premier chapitre, le deuxième chapitre et le troisième chapitre : sont consacrés à une étude bibliographique sur les matériaux composites bois-polymères, présentation :des fibres végétales, du roseau commun (Phragmites Australie), des grignons d'olive, du chêne zeen, du bois hêtre et du PVC. Notamment après avoir résumé les différents travaux de recherches menés dans ce domaine.

Le quatrième chapitre présente la méthodologie de travail en exposant le procédé d'élaboration des matériaux, ainsi que les différentes méthodes d'analyse utilisées et les essais mécaniques.

Le cinquième chapitre est axé sur les résultats significatifs de la partie expérimentale et leur discussion.

Chapitre I :
Les matériaux
composites
Bois _ polymères



I. Les composites bois-polymères:

Le bois polymère, également appelé bois-plastique, est un matériau fabriqué à partir d'un mélange de fibre de bois et d'un polymère thermoplastique ou thermodurcissable. Ce mélange a pour but d'obtenir un produit présentant certaines caractéristiques de ces deux ressources [5].

Le renfort qui se présente sous forme de fibres de bois joue le rôle de squelette ou d'armature assurant la bonne tenue mécanique de ces matériaux. Les caractéristiques recherchées pour les fibres sont généralement : la rigidité et la résistance mécanique élevée. Quant à la matrice en polymère, elle assure le maintien des fibres dans la bonne direction, distribue les efforts, fournit une résistance à la propagation de fissures et conditionne les propriétés mécanique en cisaillement du composite [6].

Au vu de leurs nombreux avantages, les composites bois-polymères sont utilisés dans différents secteurs [7] :

- matériaux de construction (planches, volets, châssis, portes et fenêtres) ;
- matériels de consommation et industriels, (armoires, planchers, palettes, revêtement de sols) ;
- véhicules automobiles (panneaux de portes, composants de coffres arrières, des vide poches, des couvercles de pneus de rechange) .



Figure 1 : Exemples de quelques applications des WPC

[1]



II. Matrices thermoplastiques :

Un polymère est une structure composée par la répétition d'une unité moléculaire simple appelée monomère pour construire une macromolécule de masse molaire très élevée ($> 25000 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ jusqu'à $10^6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).

Les thermoplastiques sont des matériaux synthétiques constitués de polymères linéaires ou ramifiés. Ils ont la propriété d'être fondus et refondus à des températures plus élevées, puis solidifiés dans un moule par refroidissement sans une modification significative de leurs propriétés [8]. Cette aptitude confère aux déchets thermoplastiques des propriétés de recyclage très intéressantes. Dans cette catégorie, on peut citer : le PVC, PE, PP, PA, PC, PAV, l'acétate...etc.

III. Matrices thermodurcissables:

Les thermodurcissables sont des polymères qui ne peuvent être mis en forme qu'une seule fois, mais possèdent une stabilité thermique beaucoup plus élevée en comparaison avec les matériaux thermoplastiques, un grand avantage pour des applications d'une demande très élevée. Cette famille comporte les polyesters insaturés (vinyle ester, les dérivés allyliques, les polyesters condensés, etc.), les résines époxydes et les résines de condensation (les phénoliques, les aminoplastes,...etc.) [9]

IV. Adhésion fibre/matrice :

La liaison entre fibres et matrice est créée pendant la phase d'élaboration du matériau composite.

L'adhésion entre les fibres et la matrice est sans doute le point le plus important au niveau des caractéristiques des matériaux composites. En effet, leurs propriétés mécaniques chutent si l'adhésion fibre/matrice est mauvaise. Pour les WPC, ce phénomène est lié au fait que les fibres végétales sont hydrophiles et polaires alors que les polymères thermoplastiques couramment utilisés pour ces composites, sont hydrophobes et apolaires [4].

V. Méthodes de mise en œuvres:

Il existe deux grandes techniques de fabrication des composites bois : les techniques de la plasturgie et les techniques de l'industrie du bois.

V-1-Techniques plasturgistes :

Dans le domaine de plasturgie, l'injection, compression et l'extrusion sont les principaux procédés utilisés jusqu'à présent pour la fabrication des composites bois-polymère. Le point commun des techniques plasturgistes est de réaliser un mélange des matières

Chapitre I : Les matériaux composites bois-polymères.

premières à une température correspondante à la phase liquéfiée des plastiques. Ce mélange à chaud conduit à différents modes de fabrication. Ces modes peuvent être appliqués aux composites à renforts végétaux à condition que la température de mise en œuvre reste assez basse pour éviter la dégradation des fibres

L'extrusion : L'extrusion est un procédé de fabrication et de transformation de matières à l'état granulaire ou poudre en un profilé. Lors de l'extrusion, les fibres sont incorporées au thermoplastique fondu à l'aide d'un système de vis [17]. L'extrusion de bois-polymères se définit comme le mélange de fibre de bois et de polymère thermoplastique. Le but est de fabriquer un matériau qui ressemble au bois naturel. C'est un procédé à basse température (70 à 200°C) qui permet à la fois de mélanger de la farine de bois et un thermoplastique, ainsi que la mise en forme du matériau grâce à une filière adaptée. Les extrudeuses utilisées sont à simple vis ou généralement à doubles vis co-rotatives ou contrarotatives qui permettent d'améliorer la qualité du mélange bois/polymère [6].

La compression : Le composite est introduit entre deux plaques chauffantes et soumis à de grandes pressions. La température doit être choisie de façon à affliger un minimum de dégradation thermique à la fibre. On procède à un refroidissement rapide du moule pour limiter la coalescence des cellules [17].

L'injection : est un procédé semi-continu dans lequel un polymère fondu est injecté d'abord dans un moule tempéré et retenu sous pression. Puis, on le retire lorsqu'il est solidifié. Le polymère fondu et homogénéisé, s'entasse à l'avant de la vis dans la zone d'accumulation. Lorsqu'une quantité prédéterminée de polymère a été plastifiée, la vis agit comme un piston et injecte la résine à haute pression vers le moule tempéré. Avec ce procédé, on peut fabriquer une large variété de produits pour différentes applications. En particulier, les composites bois-polymères fabriqués par injection ont l'avantage d'avoir des performances supérieures à ceux fabriqués par extrusion puisque les fibres de bois dans ce cas sont mieux orientées dans la matrice plastique. De plus, leur conception est simple et ils ont une excellente finition [17].

A green fern frond is positioned diagonally across the left side of the image, resting on a dark, textured wooden surface. The wood grain is prominent, showing various knots and patterns. The text is centered in the upper half of the image.

Chapitre II:
Les fibres
végétales

I. Fibres végétales :

Les fibres naturelles ont récemment attiré l'attention des scientifiques et ingénieurs en raison des avantages qu'elles fournissent par rapport aux fibres de renforcement classiques comme les fibres de verre. Le développement des composites comportant des fibres naturelles est donc un sujet d'intérêt depuis les vingt dernières années. Ces fibres naturelles sont des fibres à faible coût et à faible densité et elles possèdent des propriétés spécifiques, par exemple elles sont biodégradables et non abrasives [4].

La légèreté et les capacités acoustiques, comme l'isolation phonique, font aussi partie des avantages de l'utilisation de fibres végétales dans les WPC [10].

I.1. Structure de la fibre végétale :

La paroi cellulaire du bois est multicouche et constituée d'une couche intercellulaire et de deux parois, primaire et secondaire, elle-même contient trois couches : S1, S2, S3.

- **La couche intercellulaire** : apparaît après la division de la cellule mère. Son épaisseur varie entre 0,5 et 1,5 μm . Cette couche permet de lier les cellules les unes aux autres, elle possède une importante quantité de lignine.
- **La paroi primaire** : très mince mesure environ 0,1 μm d'épaisseur, elle contient une grande quantité de lignine.
- **La paroi secondaire** : Elle est constituée de trois sous-couches:
 - **La sous-couche S1** est constituée de micro fibrilles croisées, avec un angle compris entre 60° et 80° par rapport à l'axe de la cellule.
 - **La sous-couche S2** constitue la partie la plus volumineuse de la paroi. Elle est composée de micro fibrilles en hélice formant un angle de 5° à 50° par rapport à l'axe de la cellule.
 - **La sous-couche S3** est relativement mince. Son épaisseur varie entre 0,5 et 1,1 μm . Elle est constituée de micro fibrilles dont l'orientation varie entre 60° et 90° par rapport à l'axe de la cellule.

Chacune de ces trois sous-couches contient également de la lignine et des hémicelluloses [11].

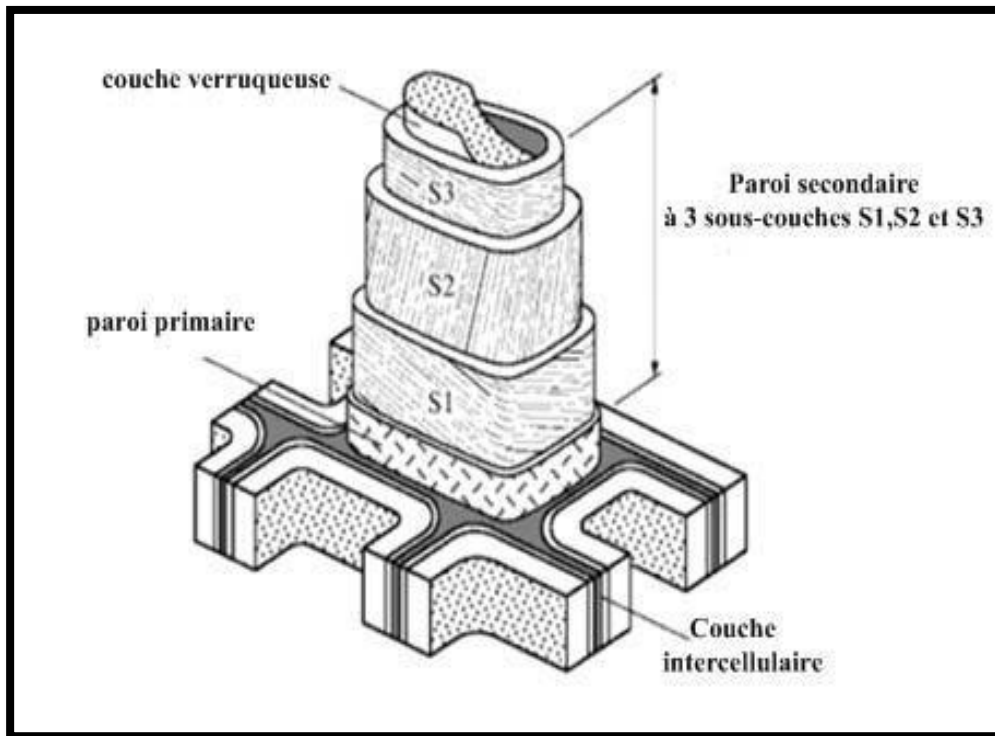


Figure 2: Représentation schématique des différentes couches de la paroi cellulaire [10].

I.2. Constitution d'une fibre végétale :

Les fibres végétales sont des structures biologiques principalement composées de cellulose, hémicelluloses et de lignine [14]. Dans une proportion beaucoup plus faible elles contiennent aussi des extractibles, des protéines et certains composés inorganiques [15].

I.2.1. La cellulose :

Est une macromolécule formée de cycles d'environ 500 à 5000 unités monomères de glucose enchaînés linéairement, comme la montre la Figure 2. Les molécules disposées en forme de ruban, sont stabilisées par des liaisons hydrogènes intermoléculaires et forment des alignements hautement structurés qui sont les micros fibrilles.

Ces micro fibrilles sont liées entre elles par des liaisons hydrogène et de Van Der Waals, ce qui donne à ce matériau une très grande rigidité [5].

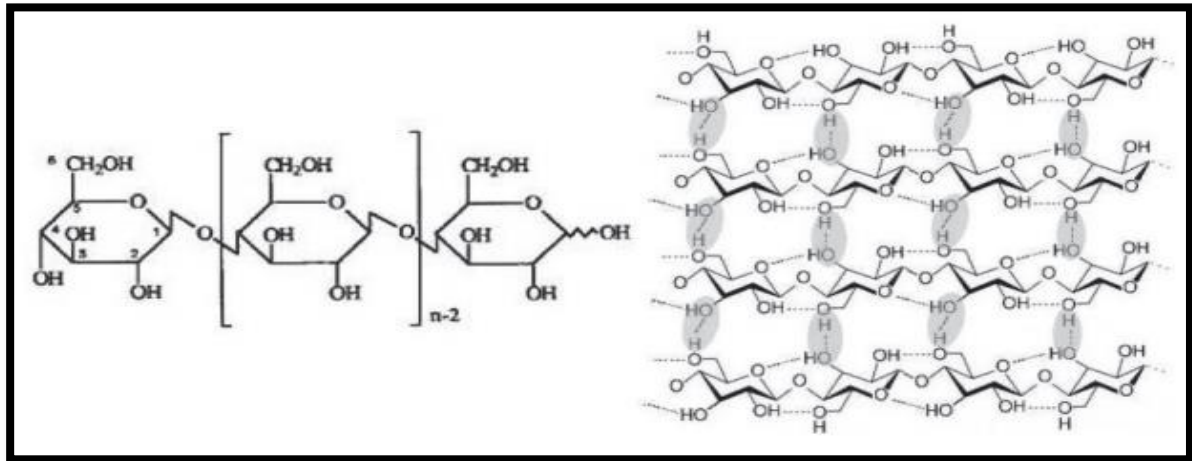


Figure 3: Structures de la cellulose [5].

I.2.2. L'hémicelluloses :

Sont des polymères plus courts et de masse molaire inférieure aux celluloses. Ils sont des hétéro-polysaccharides composés d'unités de glucose, Xylose, Mannose, etc. comme le montre la Figure 4. Leurs hétérogénéités et leurs ramifications empêchent la formation significative de zones cristallines. Quelle que soit l'espèce d'arbre on retrouve la même structure pour la cellulose alors que les hémicelluloses ont des compositions et des structures qui varient considérablement selon qu'elles proviennent de feuillus ou résineux [5].

La dégradation des hémicelluloses rend le bois fragile et rigide. Les hémicelluloses ont donc un rôle très important dans les propriétés viscoélastiques du bois [10].

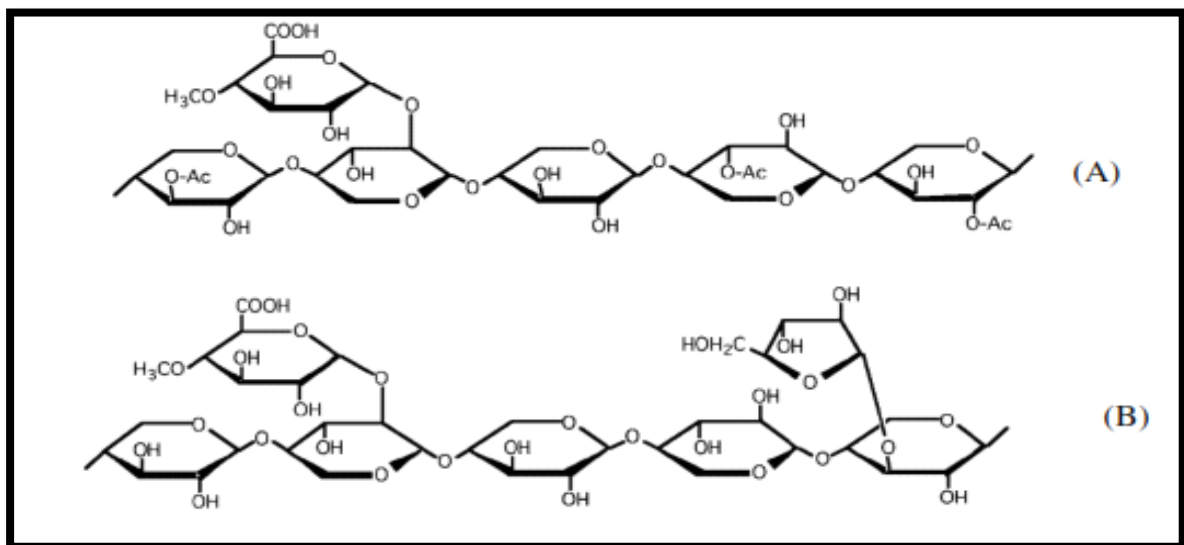


Figure 4 : Structure chimique partielle de deux hémicelluloses [11].

- A)- O-acétyl-4-O-méthylglucuronoxylane de feuillus,**
B)- Arabino-4-O-méthylglucuronoxylane de résineux [11].

I.2.3. Les lignines :

La lignine est constituée de polymères phénoliques tridimensionnels, amorphes possédant trois unités différentes de type pénylopropane : les alcools p-coumarylique, coniférylique et sinapylique [12].

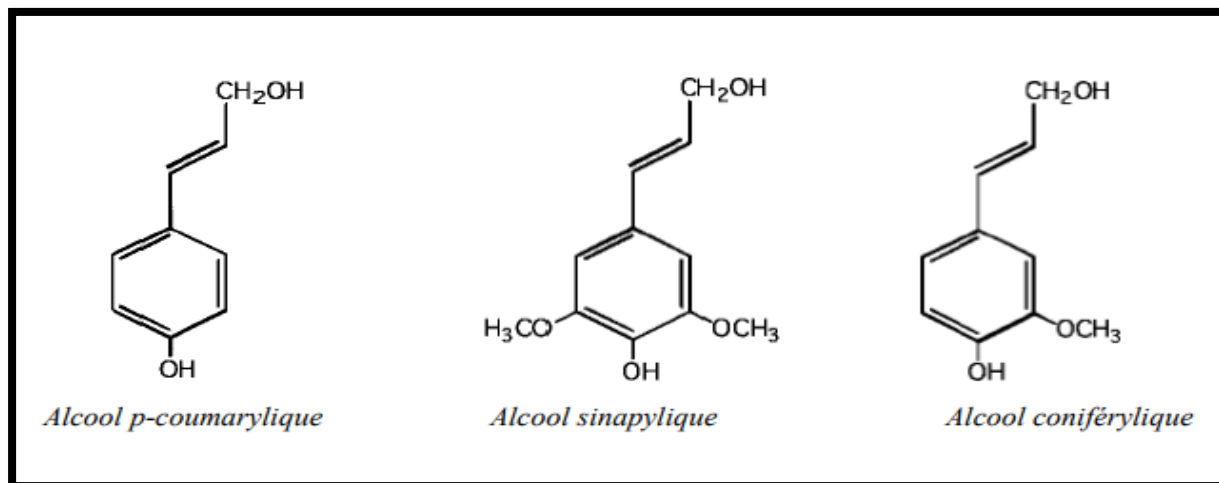


Figure 5: Précurseurs de la biosynthèse de la lignine [11]

La lignine contribue à la résistance mécanique des parois cellulaires et soutient la cohésion des fibres dans la partie boisée. En considérant la fibre comme un matériau composite, la lignine représenterait la matrice. Elle sert d'agent complexant pour les minéraux et aide à la conservation de l'humidité dans les plantes. La lignine est responsable de la rigidité et de la dureté des bois et des plantes. Elle est peu sensible à la dégradation biologique, elle crée une barrière morphologique à la pénétration et à la progression des agents pathogènes, et contribue à la protection naturelle des végétaux contre certaines attaques parasitaires [13].



**L e r o s e a u
c o m m u n**

I. Le roseau commun :

Le roseau commun (*PHRAGMITES australis*) est l'une des espèces végétales envahissante [18]. Il s'agit d'une espèce hydrophile qui se trouve naturellement dans les milieux humides ou les plaines inondables, comme les marais d'eau douce ou saumâtre [19].



Figure 6 : Photo d'un roseau commun [18]

Le roseau commun est une graminée de grande taille (Figure 6), et l'une des plantes vasculaires les plus répandues dans le monde [20].



Figure 7: Image d'une population de roseaux communs [28]

La biomasse du roseau commun atteint son maximum de juillet à septembre. Les jeunes pousses commencent à émerger d'Avril à Mai et se développent pendant l'été [21]. Le taux de croissance semble linéaire [22] et son diamètre varie peu au cours de son développement [23]. Les colonies peuvent contenir jusqu'à 325 tiges/m² et les plantes peuvent atteindre en moyenne 2,74. Les tiges sont produites chaque printemps, mais meurent à la fin

de l'automne. Elles restent érigées en hiver et s'affaissent progressivement au printemps suivant, formant une litière qui se désagrège lentement. Seul 85% de la litière se décompose en un an [24].

II. Composition chimique de la fibre du roseau :

Une fibre du roseau commun est constituée comme toutes les fibres végétales de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine, de cendres, et de silice. Le tableau I donne le pourcentage massique des principaux composés d'une fibre de roseau commun :

Fibre de roseaux	Cellulose	Lignine	Hémicellulose	Cendre	Silice	Autres
Composé (%)	44.72	22.8	20.0	3	2	7.48

Tableau 1 : Composition chimique d'une fibre de roseau [25]

III. Utilisations du roseau commun :

Les roseaux étaient utilisés localement, dans les toitures des maisons et pour fournir de la litière aux animaux. Ils constituent un abri de choix pour les passereaux et les petits mammifères. Ils sont aussi largement utilisés dans les stations d'épurations à filtre planté de roseaux (phyto-épuration), en effet, les racines (rhizomes) assurent une grande surface de contact entre sol-eau usées. Ces derniers produisent des exsudats toxiques pour les bactéries pathogènes [26]

IV. Impacts sur l'environnement :

Le roseau est une espèce qui présente des inconvénients pour l'environnement que nous énumérons comme suit [27] :

1. Plantes agressives très difficile à contrôler.
2. Il colonise rapidement un site grâce à des rhizomes et stolons qui peuvent s'étendre sur plusieurs mètres en quelques semaines.
3. Adaptable et résistant, il tolère les inondations et le sel de déglacage.
4. Son expansion est favorisée par les perturbations humains (lessivage d'engrais, la dégradation des berges).
5. Les milieux envahis par le roseau commun sont denses et impénétrables.
6. Ils ont une flore peu diversifiée et sont peu propices à la nidification des oiseaux aquatiques.

A close-up photograph of an olive branch with several green olives. The olives are elongated and have a vibrant green color. The leaves are dark green and have a silvery underside. The background is blurred, showing more of the olive tree and some reddish-brown soil. The text "Les grignons d'olive" is overlaid in the center in a white, serif font.

Les grignons d'olive

I. Définition et types des grignons d'olives:

Les grignons d'olive sont des résidus solides issus de l'extraction de l'huile d'olive. Ils sont constitués de pellicule (l'épicarpe de fruit), la pulpe (mésocarpe), coque et amande du noyau (l'endocarpe) [28].

Ils contiennent aussi une certaine quantité de matières grasses (3 à 7%) et une importante quantité d'eau (la margine), variable selon la variété des olives et surtout du procédé d'extraction [29].

On distingue quatre types de grignon :

- ✓ **Grignon brute:** c'est le résidu de la première extraction de l'huile d'olive.
- ✓ **Grignon épuisé:** c'est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant (l'hexane). Il est caractérisé par une faible teneur en huile et une teneur en eau réduite du fait qu'il a été déshydraté pour permettre le processus de l'extraction.
- ✓ **Grignon partiellement dénoyauté:** produit après dénoyautage du grignon brut ;
- ✓ **Grignon épuisé et partiellement dénoyauté:** sont constitués essentiellement par la pulpe et une petite proportion de coque qui ne peuvent pas être séparés complètement par les procédés de tamisage ou de ventilation [30].

II. Composition chimique des grignons d'olive :

La composition chimique des grignons varie selon le stade de maturité des olives et le procédé d'extraction de l'huile. Le tableau II : donne une indication sur cette composition:

Composition chimique des grignons	Matière Sèche	Matières Minérales	Matières Azotées Totales	Cellulose brute	Matières Grasses
Valeurs (%)	75-80%	3-5%	5-10%	35-50%	8-15%

Tableau 2 : Composition chimique indicative de grignons d'olives [31]

III. Valorisation des grignons :

La valorisation du grignon d'olive constitue une source potentielle de revenu complémentaire pouvant contribuer à l'amélioration de la rentabilité des exploitations oléicoles. Parmi les possibilités de valorisation de grignon d'olive, nous pouvons citer :

a) L'extraction de l'huile de grignon :

L'huile de grignon est récupérée par un solvant. Elle est utilisée pour la consommation humaine et en industrie pour la fabrication du savon.

b) Alimentation du bétail :

Etant comme un produit non toxique, le grignon peut être destiné à l'alimentation des animaux.

c) Utilisation de grignon comme un engrais :

Les cendres peuvent être utilisées comme un engrais en raison de leurs teneurs élevées en oxyde de potassium et en phosphore.

d) Milieu de culture pour les levures :

Le grignon d'olive est un milieu de culture de différentes levures, grâce à sa richesse en éléments minéraux, en sulfate d'ammonium et en oligo-élément [30].



Le
chêne
zéén

I. Le chêne zéen :

Le chêne zéen ou chêne des canaries (*Quercus canariensis*) de la famille des fagacées, est un chêne originaire du Sud de Portugal, de l'Espagne, de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc, il n'est pas actuellement présent dans les îles canaries. Bien plus répandu en Afrique du Nord, où il constitue la majeure partie des forêts semi caducifoliées en situation littorale dont fait partie la Kabylie [36].

Le chêne zeen est une espèce monoïque pouvant atteindre plus de 30m de hauteur et un diamètre de 1.30m à 2m, avec un fût très élancé. [37]et possède un bois très dur et très dense. La résistance aux chocs est excellente [11].



Figure8 : Arbre du chêne zeen

II. Composition chimique du bois de chêne zeen :

Le bois est principalement constitué de trois polymères : la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Le tableau III donne le pourcentage massique des principaux composés du bois chêne zeen

Composé	cellulose	Hémicellulose	Lignine	Autres
Proportion %	42	22	26	10

Tableau 3 : pourcentage massique des principaux composés du bois chêne zeen[38].

The background of the image is a close-up, vertical view of oak wood grain. The wood has a warm, light brown to tan color with prominent, wavy, and somewhat irregular grain patterns. The texture is natural and organic, with various shades of brown and some darker, almost black, lines representing the wood's growth rings and natural imperfections. The lighting is even, highlighting the fine details of the wood's surface.

Le bois hêtre

I. Le hêtre:

L'aire de répartition du hêtre se limite principalement à la partie occidentale et centrale de l'Europe occupant 12 millions d'hectares au niveau européen. Il se retrouve sur la quasi-totalité du territoire à l'exception de la méditerranée. La France et ses conditions (relief, sol, pluviométrie) permettent au hêtre de se développer dans les plaines C'est une essence se développant en particulier sur les sols calcaires, sensible aux conditions météorologiques notamment le gel, il souffre d'un excès ou d'un déficit en eau et d'une sécheresse de l'air [39].



Figure 9 : Photographie de hêtres (à gauche). Bureau et chaise en hêtre (à droite) [39].

II. Domaines d'utilisation du bois hêtre :

Au vu de sa durabilité naturelle qui empêche une utilisation en extérieure sauf en cas de traitement, le hêtre a trouvé son utilisation dans l'ameublement intérieur. Il est utilisé pour réaliser des planchers et escaliers, ainsi que pour des panneaux, contreplaqués et placages. Son bois est aussi travaillé pour fabriquer des jouets ou des ustensiles de cuisine [40].

III. Composition chimique :

Le hêtre est composé comme toute biomasse ligno-cellulosique : de cellulose, hémicelluloses et de lignine, ainsi que de composés extractibles.

Le tableau IV présente les valeurs hautes et basses trouvées dans la littérature [41]:

Constituants	Taux (% par rapport à la matière sèche)	
Cellulose	39%	47%
Hémicelluloses	21%	35%
Lignine	22%	25%
Autres	1%	3%

Tableau 4 :Composition en polymère du hêtre[41].

IV. Propriétés du bois hêtre :

Les données présentées ici sont des valeurs moyennes. Ces dernières peuvent varier selon la hauteur, l'humidité de l'arbre et à cause de l'hétérogénéité propre aux espèces forestières.

- La densité du hêtre (à 12% d'humidité) avoisine les 710 kg/m³.
- Cette espèce est considérée comme un bois mi-dur.
- Il présente une bonne résistance à la compression et à la flexion. Son module d'élasticité tourne autour des 14 GPa et la contrainte de rupture en flexion autour de 110 MPa.
- Concernant l'aspect durabilité et imprégnation, la norme NF EN 35044 place le hêtre dans les espèces non-durables vis-à-vis des champignons et sensible aux termites.
- Le hêtre nécessite un temps de séchage relativement long afin d'éviter la formation de fentes, ainsi que pour la maîtrise des tensions internes lors de la découpe en grumes. Néanmoins c'est un bois facile à usiner permettant d'obtenir des pièces de bonne qualité [39].

Le hêtre non traité possède de nombreuses qualités mais concède deux problèmes majeurs : sa durabilité et sa stabilité dimensionnelle qui limitent son utilisation à un usage intérieur et dans des lieux où l'humidité n'est pas trop importante. Il apparaît nécessaire de traiter ce bois afin d'augmenter ses performances et ainsi étendre sa gamme d'utilisation. Son imprégnabilité le rend particulièrement apte à recevoir un produit de traitement jusqu'à cœur. La durabilité d'un bois peut être améliorée grâce aux techniques de préservation. Par ailleurs, il est possible de modifier sa structure, par des traitements, afin de le stabiliser dimensionnellement [40].



Chapitre III :
Le PVC

I. Le PVC :

Le Poly (chlorure de vinyle) est un polymère thermoplastique de grande consommation, amorphe ou faiblement cristallin, connu sous le sigle PVC. Il est généralement sous formule chimique $-(CH_2-CHCl)_n$.

Le PVC est obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle (CVM) ou mono chloéthylène [32]



Figure 10 : Schéma de polymérisation du chlorure de vinyle [33].

Il est fabriqué à partir de sel, matière naturelle abondante, à hauteur de 57 %, et de dérivés de pétrole, à hauteur de 43 %. Ces dérivés sont des résidus issus de la transformation du pétrole brut en carburant. Il se présente sous forme de poudre, à laquelle en fonction de son utilisation finale sont ajoutés différents adjuvants : lubrifiants, stabilisants, plastifiants, charges... [34].

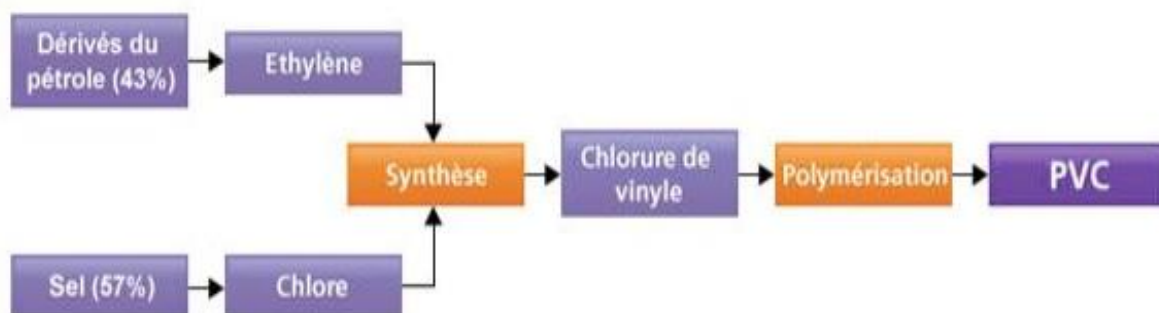


Figure 11: Schéma de fabrication du composant de base : la résine PV ou compound [34].

II. Propriétés du PVC :

Il s'agit d'un plastique dur et solide résistant à l'eau, à la combustion et aux UV, auquel on ajoute souvent des plastifiants pour améliorer sa souplesse. Ce matériau se caractérise également par une très bonne résistance chimique aux acides, par contre, il est sensible à certains solvants organiques (aromatiques, cétoniques et chlorés)

Le polychlorure de vinyle ne doit pas être brûlé avec d'autres déchets en plein air car il dégage de l'acide chlorhydrique en présence de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, il peut être recyclées après utilisation. Il est généralement ductile [35].

Le tableau suivant montre quelques caractéristiques du PVC :

PROPRIETES	PVC
Masse Volumique (kg/m ³)	1,03-1,58
Résistance à la traction (°C)	160-220
Résistance à la traction (MPa)	41-52
Module de traction (GPa)	2,41-4,14
Allongement à la rupture (%)	2-80
Résistance à l'impact (J/m)	21-1068
Température de distorsion à chaud (°C)	57-82
Tf (°C)	160-220
Tg (°C)	75-105

Tableau 5: Propriétés du PVC [6].

III. Les applications du PVC :

Le polychlorure de vinyle trouve aujourd'hui de nombreuses utilisations dans l'industrie. On distingue principalement trois types de matériaux [35] :

- Le PVC rigide, lisse et dur, utilisé pour fabriquer les tuyaux de canalisation, les garnitures et habillage des fenêtres.
- Le PVC souple, qui sert à recouvrir les manches de pinces et les câbles ou à fabriquer des plafonds tendus ; des imperméables et des rideaux de douche.
- Les films de PVC plastifié utilisés pour le marquage publicitaire ou comme emballage ; sous forme de film étirable.

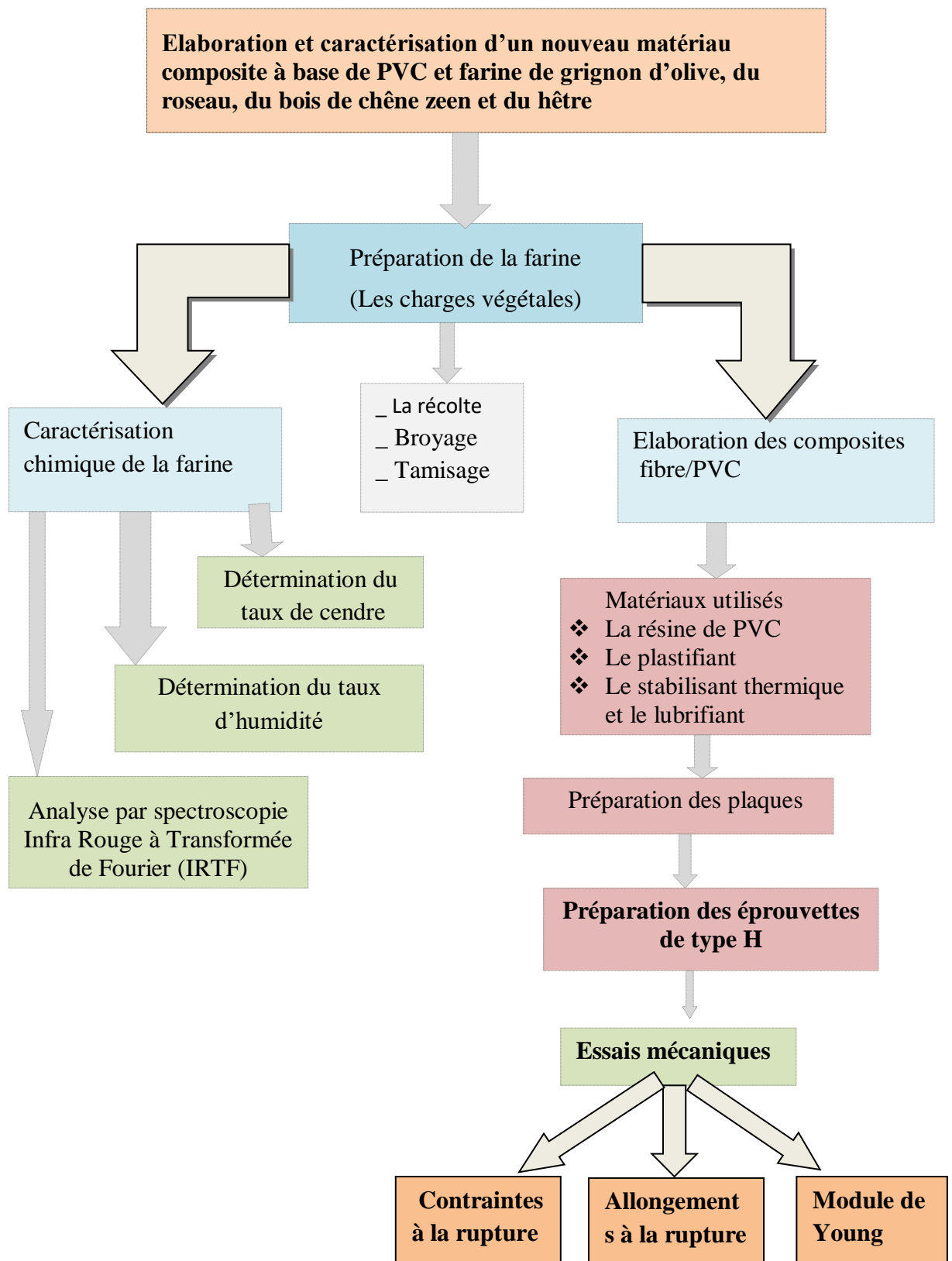
Cette matière plastique figure aussi en bonne place parmi les nouveaux revêtements de sol et sert à fabriquer les bouteilles, les pellicules photo.

Chapitre IV : Matérielles et méthodes



Méthodologie :

Toutes les étapes de travail sont regroupées dans l'organigramme suivant :



IV.1. La mise en œuvre des matériaux

IV.1.1. Préparation de la farine (les charges végétales)

IV.1.1.1. La récolte de grignon d'olive, du roseau, du bois de chêne zeen et du bois hêtre

Les fibres utilisées sont le grignon d'olive, provenant d'une huilerie de la région Illoulla-oumalou, le roseau récolté dans la plaine de Tazmalt El Kaf(Oued Aïssi), le bois de chêne zeen provient de la forêt akfadou, cependant le bois hêtre provient d'un déchet de menuiserie.

IV.1.1.2. Broyage

On a réduit en poudre tous nos matériaux (bois, roseau et grignon d'olive) à l'aide d'un broyeur.



Figure 12 : Exemple du broyeur utilisé (original 2019).

IV.1.1.3. Tamisage

Après broyage, la farine est calibrée au moyen d'un tamis de diamètre de 125 μ m.



Figure 13 : Tamis utilisé de marque RETSCH AS 200 (original 2019).



Figure 14 : Les échantillons après Broyage et Tamisage

IV.1.2. Elaboration des composites fibre/PVC

Au sein de laboratoire chimie de l'usine CABEL situé à Oued Smar. On a préparé 4 plaques des composites PVC/fibres de Bois chêne zeen, roseau, grignon et du hêtre, plus une plaque de pvc vierge

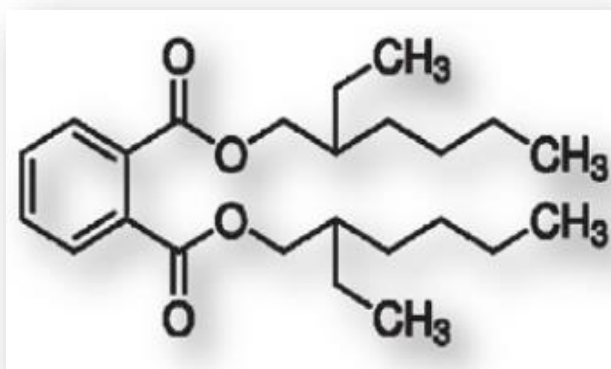
IV.1.2.1 Matériaux utilisés

❖ La résine de PVC

Une matrice de type SE-1200 produite par la société américaine polymérisée en suspension, de masse volumique 0,509-0,520 g/cm³ et de valeur K-wert 71, une densité de 0,481-0,561 g/cm et une viscosité de 0,99-1,030.

❖ Le plastifiant

Le plastifiant utilisé dans la préparation des composites est fourni par la société générale des plastifiants (Tunisie). Il s'agit du Di-Octyle Phtalate (DOP) de formule brute $C_{24}H_{38}O_4$ et de masse molaire 390,6 g/mol.



❖ Le stabilisant thermique et le lubrifiant

Les stabilisants thermiques et le lubrifiant utilisés dans la préparation des différentes Formulations sont regroupés dans le tableau.

Produit	Nature	Formule chimique	Nom commercial	Fournisseur	Aspect
Stabilisant thermique	Complexe calcium-zinc		Reapak BCV/3037	BETAQUIMI CA Espagne	Poudre blanche
Lubrifiant	Poudre Blanche	$CH_3-[CH_2]_{16}-COOH$	Stéarine JOS	Henkel Allemagne	Ecailles blanches

Tableau 5 : Les stabilisants thermiques et le lubrifiant utilisés.

IV.2. Préparation des plaques

Avant la préparation des plaques on a élaboré la formule suivante :

Résine PVC	100 (p.c.r)
Plastifiant	30 (p.c.r)
Stabilisant	4 (p.c.r)
Lubrifiant	0,5 (p.c.r)

IV.2.1. Malaxage des ingrédients (dryblend)

Pour chaque formulation On a introduit dans un récipient :

- 200g de la Résine PVC
- 8g Stabilisant Ca /Zn
- 1g de lubrifiant
- 20gde la charge végétale a une granulométrie de 125 μ m.

A l'aide d'une spatule, on a mélangé les produits ci-dessus pendant 5min Puis on a ajouté 60 g de plastifiant DOP dans le mélange.



Figure 15 : Images du mélange avant et après l'ajout de la fibre (original 2019).

IV.2.2 Malaxage et chauffage (rendre le dryblend sous forme pâteux)

La préparation des composites a été faite sur un mélangeur à deux cylindres de marque LESCUYER, avec une vitesse de rotation de 25 tr/min à une température de 140°C et un Temps de 4-5 minutes jusqu'à fusion du polymère puis incorporation de la farine



Figure 16 : Mélangeur à deux cylindres de marque LESCUYER (original 2019).

IV.2.3 Plastification (exercer une pression sur le compound et le rendre plastique)

Chaque formulation est ensuite soumise à un moulage par pressage à chaud sous une Pression de 300 KN et à une température de 170°C à l'aide d'une presse de marque FONTJINE pendant 5 minutes.

Les plaques ainsi obtenues avec une épaisseur de 2 mm sont refroidies à Température ambiante.



Figure 17: Presse de marque FONTJNE (original 2019).



Figure 18: Images des plaques avant et après passage à la presse (original 2019).



Figure 19: Images des Cinq plaques préparé (original 2019).

IV.3. Préparation des éprouvettes de type H

Nous avons découpé les plaques préparées en éprouvettes de type **H** qui sont représentées dans la figure 20, pour chaque échantillon.

Six éprouvettes ont été découpées, dont les caractéristiques suivantes :

- Longueur totale : $75 + 2$ mm.
- Longueur partie calibrée : $25 + 0,5$ mm.
- Largueur aux extrémités : $12,5 + 1$ mm.
- Largueur partie étroite : $4 + 0,1$ mm.

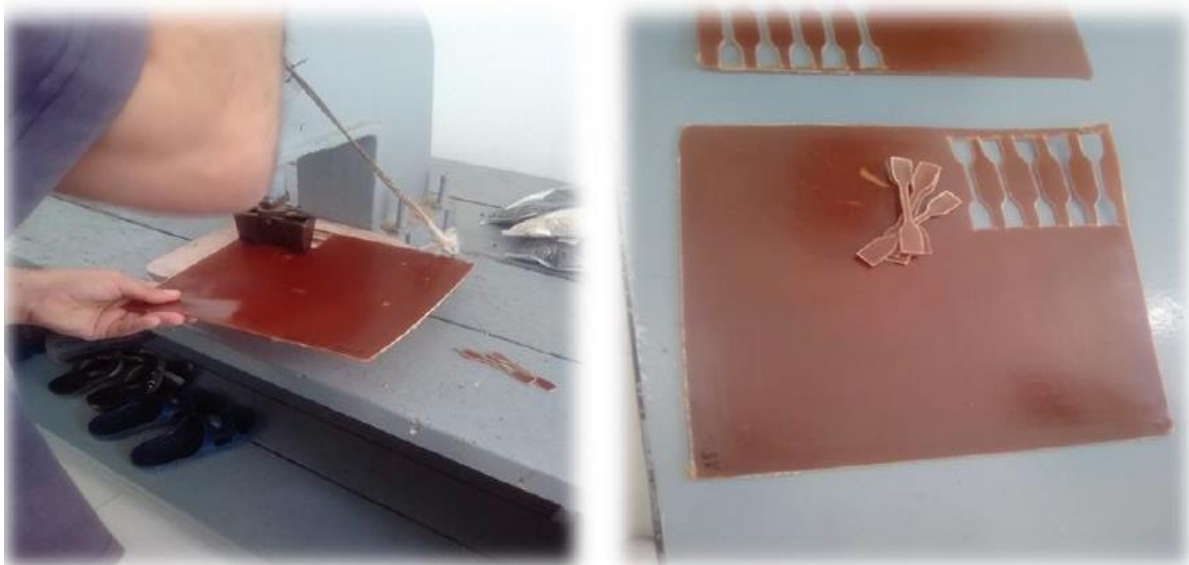


Figure 20 : Des éprouvettes de type H (original 2019).

IV.4. Essais mécaniques

IV.4.1. Test de traction

Les tests mécaniques ont été réalisés sur une machine d'essai de traction, de marque ZWICK de type BTC-FR 2.5TN.D09. L'essai est réalisé selon la norme NFC 32-200 à une température de 19.3°C et à une vitesse de 50 mm/mn sur les éprouvettes préparées.



Figure 21 : Machine d'essai de traction de marque ZWICK de type BTC-FR 2.5TN.D09 (original 2019).



Figure 22 : Eprouvettes avant et après test d'attraction (original 2019).

Nous avons étudié trois caractéristiques :

- **Contrainte à la rupture:** C'est la charge de traction supportée par l'éprouvette à l'instant de sa rupture par unité de surface ;
- **Allongement à la rupture:** C'est l'augmentation de la distance entre les repères sur la partie calibrée de l'éprouvette produite par une charge de traction au moment de la rupture de l'éprouvette ;
- **Module d'élasticité:** C'est le rapport de la contrainte de traction à la déformation correspondante dans la limite de contrainte maximale qu'une matière peut supporter.

IV.5. Caractérisation chimique de la farine

IV.5.1. Détermination du taux de cendre

Le taux de cendres correspond le plus souvent au taux de cendres non exogènes ou la teneur en matière minérale. Le pourcentage en cendres ou la teneur en matière minérale TC(%) est calculé selon cette équation :

$$TC \% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 : masse du creuset vide (g);

m_1 : masse de l'ensemble creuset-échantillon sec (g);

m_2 : masse de l'ensemble creuset-échantillon calciné (g).

Mode opératoire

- Peser le plus précisément possible (à 0,0001 g près) le creuset à vide et noter la masse m_0 .
- Placer environ 2 g de la farine dans le creuset et l'étaler en une couche uniforme.
- Peser le creuset + la farine et noter la masse m_1 .
- Placer les creusets dans le four à moufle à $T= 550^{\circ}\text{C}$ pendant 3h30min jusqu'à Disparition des particules charbonneuses sans présence de points noirs (imbrûlés)
- Retirer les creusets du four pour les laisser refroidir pendant 10 min, puis les transférer dans un dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à température ambiante;
- Peser et noter la masse m_2 , une fois les creusets refroidis.

**Figure 23** : Four à moufle**Figure 24** : Les échantillons après le four**Figure 25** : Cristallisoir**IV.5.2. Détermination du taux d'humidité**

Le Taux d'humidité ou la teneur en eau correspond à la quantité d'eau perdue par une substance lors d'un chauffage à 105°C pendant 24 heures. Elle est exprimée en pourcentage en masse et égale à :

$$\text{TH \%} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 : la tare du creuset vide (en g).

m_1 : la masse du creuset et la prise d'essai avant chauffage.

m_2 : la masse du creuset et du résidu après chauffage jusqu'à poids constant.

Les méthodes de détermination de l'humidité sont nombreuses et variées, basées toutes sur le séchage du végétal dans différentes conditions [42].

La norme française (NF B 51-004 février 1942) préconise de mesurer la masse anhydre d'un échantillon après séchage à $103\pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à obtention d'une masse constante [10]. Pour réaliser cette expérience, nous avons suivi la méthode décrite ci-dessous.

Mode opératoire

- Peser les creusets à vide et noter m_0 .
- Prendre 2g de chaque échantillon
- Placer ces échantillons dans les creusets et les numéroter puis noter m_1 .
- Mettre les creusets dans une étuve à 105°C durant 24 heures pour obtenir des échantillons à l'état anhydre.
- Sortir ces échantillons de l'étuve et les laisser refroidir dans un cristalliseur.
- Peser l'ensemble une seconde fois et noter m_2 .
- Faire ensuite le calcul pour obtenir le taux d'humidité (TH).



Figure 26 : Les farines dans l'étuve

IV.6. Analyse par spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier (IRTF)

La spectroscopie infrarouge est une technique simple et fiable utilisée aussi bien en chimie organique qu'inorganique, en recherche et dans l'industrie. Cette technique exploite le fait que les molécules absorbent des fréquences spécifiques caractéristiques de leur structure.

Les absorptions correspondent aux fréquences de résonance, à savoir les fréquences telles que le rayonnement absorbé correspond à la fréquence de la liaison ou du groupe en vibration.

La partie infrarouge du spectre électromagnétique est généralement divisée en trois régions :

- **L'infrarouge proche, moyen et lointain**, cette appellation se rapportant au spectre visible.

L'infrarouge proche à plus haute énergie, de **14000 à 4000 cm^{-1}** , peut exciter des vibrations harmoniques. L'infrarouge moyen de **4000 à 400 cm^{-1}** , peut être utilisé pour étudier les vibrations fondamentales et les structures associées rotations-vibrations. L'infrarouge lointain, (**400 – 10 cm^{-1}**)

Pour ce faire, on a utilisé l'analyse infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), à l'aide d'un spectrophotomètre IRTF.



Figure 27 : L'appareil de l'Infrarouge (Fourrier FTIR-8400S de type SCHIMADZU).



**Chapitre V:
Résultats et Discussions**

V.1. Caractérisation chimique de la farine

V.1.1. Détermination du taux de cendre

La Figure 28 montre les teneurs en cendres pour les différentes farines végétales pour le diamètre 125 μm .

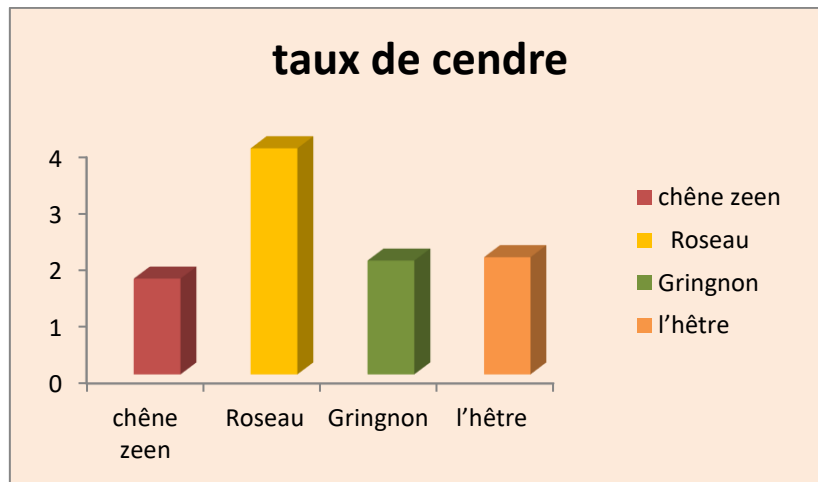


Figure 28 : Histogramme du taux de cendres.

Après l'incinération de nos échantillons, on constate que la matière organique a totalement disparue et il ne reste que la matière minérale appelée cendre tels que des macroéléments (Calcium, Silicium, Potassium, chlore, phosphore ...) et des micros éléments (Zinc, Bore, Cuivre) dont certains de ces derniers sont toxiques (Plomb, Arsenic, Nickel...) nommés aussi Éléments Traces Métalliques (ETM)[44].

Nous remarquons que la teneur en cendres la plus élevée est celle du Roseau, contrairement aux bois de chène zeen, bois hêtre et grignon. Ceci peut être expliqué par le fait que la fibre de roseau est une plante semi-aquatique dite vasculaire qui affectionne les milieux humides (se trouve souvent dans les marais), donc elle transporte les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance grâce à la sève brute absorbée au niveau de ses racines.

Les cendres des feuillus sont en général plus riches en matières minérales que celles des résineux.

La différence observée peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que la saison d'abattage, la nature du sol en matières minérales et la nature du bois (bois rouge résineux et chène zeen feuillus). La quantité et la nature des matières minérales formant les cendres varient

également avec les diverses parties de l'arbre. L'écorce en contient plus que le bois, les branches plus que le tronc et le tronc plus que les racines [44], notre bois été pris du duramen.

V.1.2. Détermination du taux d'Humidité

La figure 29 résume les résultats de l'étude comparative de la mesure du taux d'humidité des quatre fibres étudiées pour diamètres 125 μm

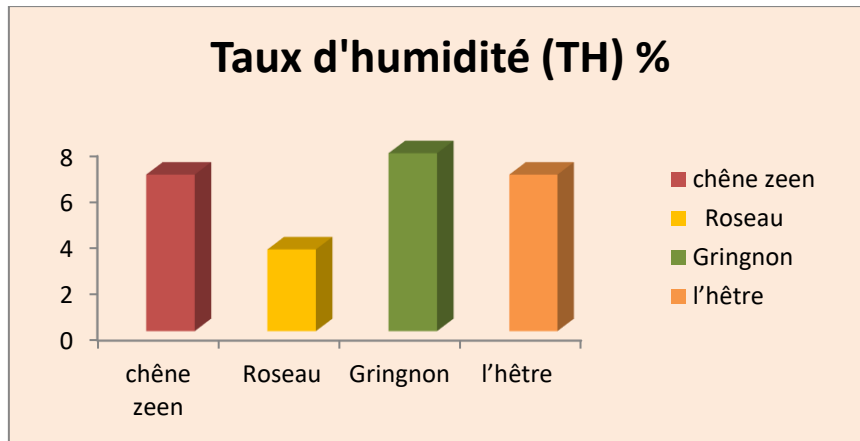


Figure 29 : Histogramme du taux d'humidité.

La variation de la teneur en eau des farines dépend de plusieurs facteurs, telle que la nature du bois (sa composition structurale) et le caractère hydrophile de la farine des végétaux utilisés. Le séchage des différentes farines du bois conduit à l'évaporation totale de l'eau de surface qui est une eau libre d'où la détermination du taux d'humidité du bois.

Nous remarquons que la teneur en humidité la moins élevée est celle du Roseau, et la plus élevée est celle du grignon Ceci peut être expliqué par le caractère hydrophile du Roseau qui est une plante annuelle qui colonisent les milieux humides [47].

L'humidité des grignons est due vraisemblablement à son exposition à l'air libre et aux aléas climatiques. En effet, les grignons sont généralement jetés dans la nature et se retrouvent ainsi exposés au soleil et à la pluie [49].

Les molécules d'eau dans les composites PVC/fibres végétales sont localisées au sein des fibres végétales, à caractère hydrophile. En amont de la fabrication du composite, plus le taux d'humidité des fibres sera élevé, plus le module élastique, la contrainte maximale et la stabilité thermique du composite diminueront, ceci à cause de la formation de bulles, de la dégradation thermique, de la mauvaise adhésion fibres/matrice, etc.

V.2. Propriétés d'attraction

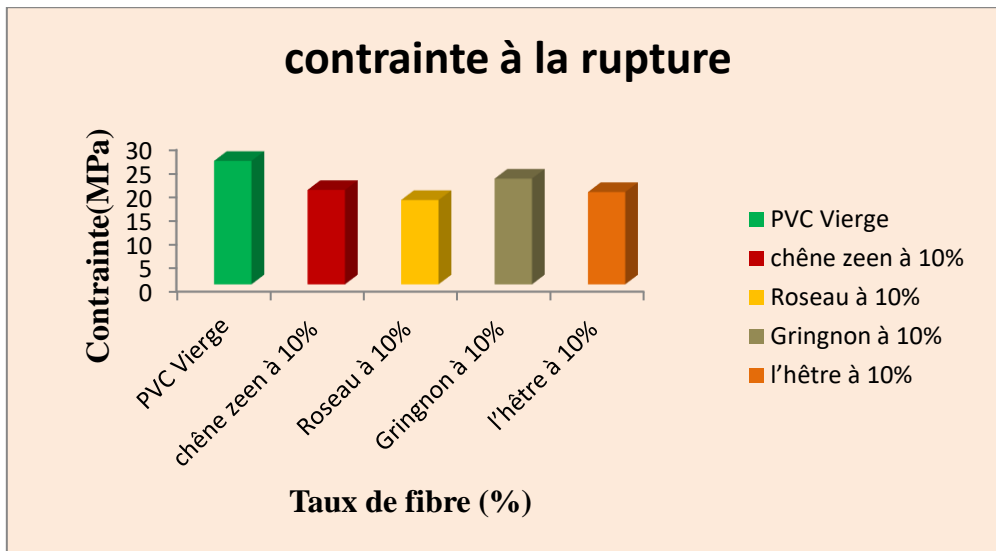


Figure 30 : Histogramme des contraintes à la rupture des différents composites.

PVC/farine.

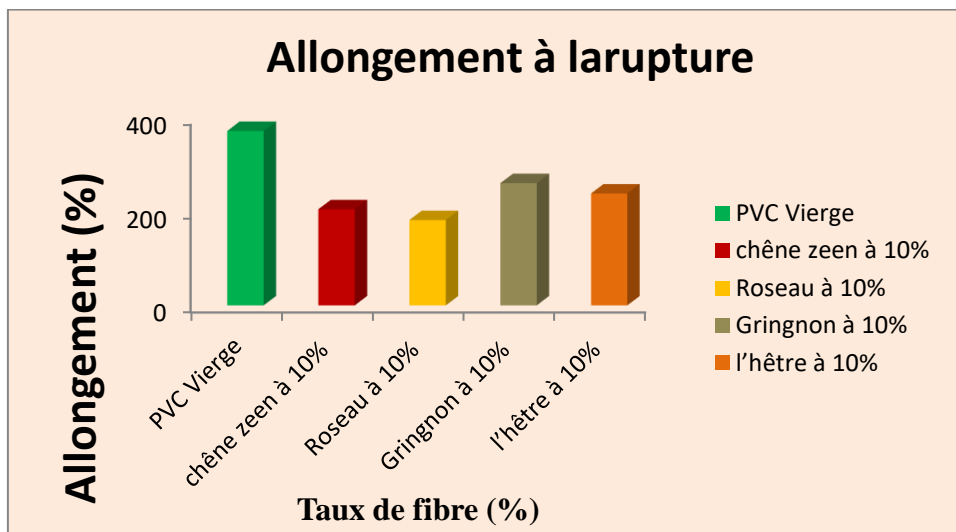


Figure 31 : Histogramme des allongements à la rupture des différents composites PVC/farine.

Les histogrammes des figures 30 et 31 illustrent la contrainte et l'allongement à la rupture en fonction de différentes charges de fibre à taux de 10%.

Les résultats obtenus montrent que les deux propriétés mécaniques déjà citées ont une tendance à diminuer en fonction du taux de la fibre. Cette diminution peut être expliquée par le fait que le PVC est hydrophobe et les fibres sont hydrophiles qui conduit à une absorption

d'eau, puis une diminution des propriétés mécaniques d'autant plus que l'humidité joue un rôle de lubrifiant (plastifiant) entre les molécules de PVC et la surface des fibres.

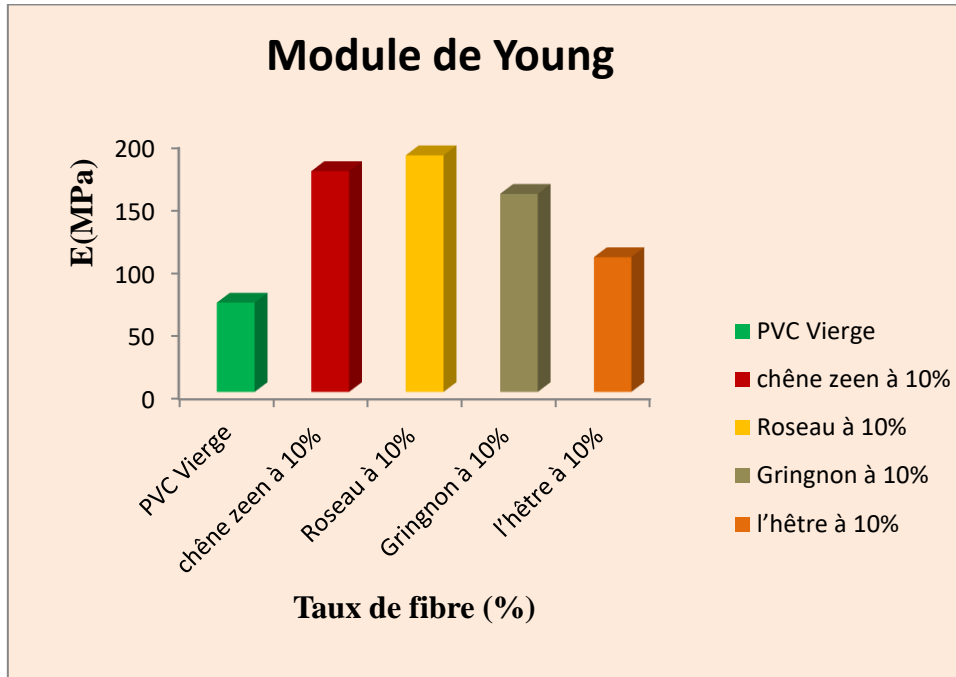


Figure 32 : Histogramme du module de Young des différents composites PVC/farine.

L'histogramme de la figure 32 illustre le module d'élasticité en fonction de différentes charges de fibre à taux de 10%.

On remarque que tous les modules de différentes formulations sont supérieurs au module du PVC vierge qui a un module de valeur 71.29 MPa.

Les résultats obtenus montrent que le module de Young a une tendance à augmenter en fonction du taux de fibre, ce fait est attribué probablement à la bonne orientation de la fibre et la rigidité apportée par cette dernière au PVC.

On remarque aussi que cette amélioration est plus significative pour le Roseau comparativement aux autres charges.

V.3. Analyse par IRTF

V.3.1. Les résultats de l'analyse spectrale des différentes farines.

La spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier est basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par le matériau analysé. Elle permet via la détection des vibrations

caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans le matériau.

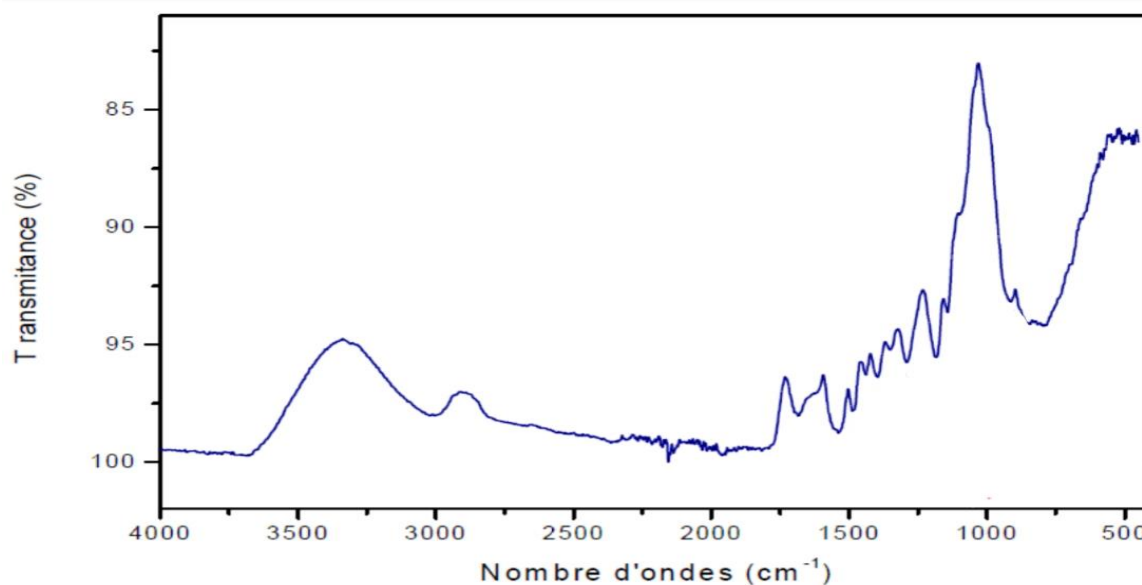


Figure 33 : Spectre IR de la fibre vierge de chêne zéen.

On observe une large bande à 3422-3175 cm^{-1} , qui est due principalement aux groupements OH caractéristiques des hémicellulose et de la lignine et un pic 2924 cm^{-1} correspond aux polysaccharides. Des groupements carbonyle C=O de longueur d'onde de 1737 cm^{-1} traduit l'existence de l'acétyle et acides carboxyliques et/ou des esters des xylanes présents dans les lignines et hémicelluloses. On observe également la présence d'un pic à 1655 cm^{-1} correspond à des cétones conjuguées, la bande 1490-1426 cm^{-1} est signe de l'existence d'hémicellulose, et la bande 1317-1267 cm^{-1} est attribuée à la vibration (C-O) des groupements méthoxy de la lignine. Une dernière bande de 1160-1057 cm^{-1} correspond aux vibrations de valence des liaisons C-O et C-O-C, 806 cm^{-1} est attribuée au groupement C-H de noyau aromatique de la lignine, tandis que le pic de longueur d'onde de 668 cm^{-1} correspond à la cellulose.

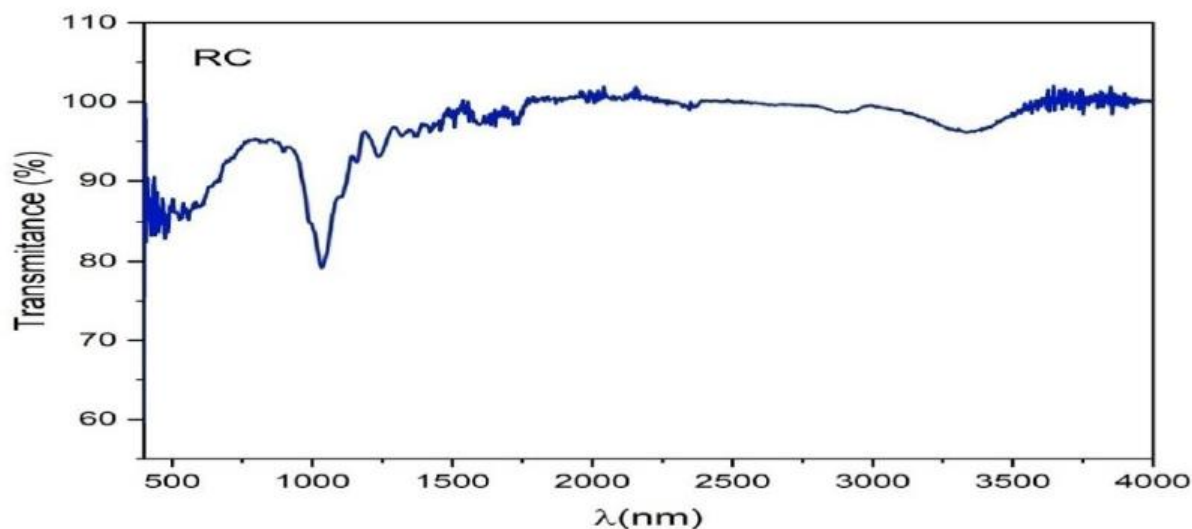


Figure 34 : Spectre IR de la fibre de Roseau.

Pour le spectre IR enregistré pour la fibre de R.C, On remarque une bande vers 3600-3000 cm^{-1} attribuée à l'élongation des groupements hydroxyles O-H de la cellulose, des fonctions alcools et phénols de la lignine et de l' hémicellulose[46, 47], et une autre bande d'intensité moyenne centrée vers 3000-2900 cm^{-1} qui correspond à l'élongation des liaisons (C-H) aliphatique et aromatique dans les groupements méthyle et méthylène des segments de la cellulose, hémicellulose et de la lignine de cette fibre Une série de bandes centrées observée aux environs de 1739-1690 cm^{-1} , associée aux vibrations d'élongation des groupements carbonyles (C=O) des groupes acétyles des substances d'hémicelluloses, et vers 1580-1512 cm^{-1} traduit la vibration de déformation de C=C de la lignine, l'élongation des liaisons (C=C) du cycle aromatique présent dans la structure de la lignine.

On note également l'apparition des bandes d'absorption entre 1480 et 1390 cm^{-1} qui sont essentiellement dues aux vibrations de déformation des groupements -CH₂ et -CH₃, contenus dans les structures de la lignine et l'hémicellulose. Des bandes vers 1038 cm^{-1} qui correspondent à la déformation des liaisons (C-O) dans les alcools primaires et déformation des (C=O) non conjugués, et une dernière bande vers 700 cm^{-1} lié à la déformation du groupement (C-OH) [45, 46].

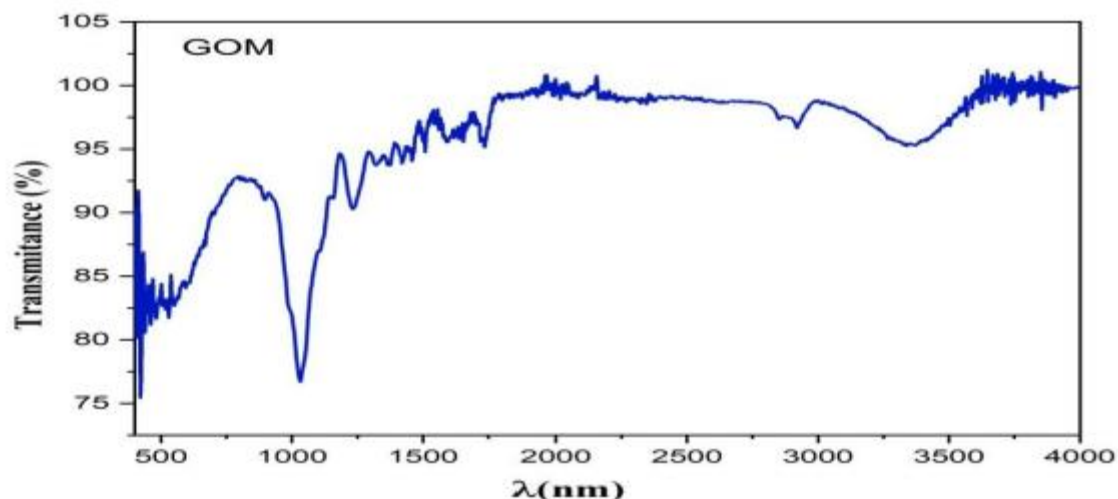


Figure 35: Spectre IR de la farine de grignon.

On observe une large bande à $3425\text{-}3175\text{ cm}^{-1}$, qui est due principalement aux élongations des groupements OH caractéristiques des hémicellulose et de la lignine.

Des groupements carbonyle C O de longueur d'onde de 1751 cm^{-1} traduit l'existence de l'acétyle, et acides carboxyliques et/ou des esters des xylanes présents dans les lignines et hémicelluloses [46, 48].

On observe également la présence d'une bande moyenne à $1495\text{-}1426\text{ cm}^{-1}$ due aux vibrations de déformation des groupements -CH_2 et -CH_3 , contenus dans les structures de la lignine et l'hémicellulose, et une faible bande à $1313\text{-}1267\text{ cm}^{-1}$ est attribuée à la vibration (C-O) des groupements méthoxy de la lignine.

Une dernière bande faible à $1164\text{-}1057\text{ cm}^{-1}$ qui correspond aux vibrations de valence des liaisons C-O et C-O-C, une moyenne bande au environ de 807 cm^{-1} qui correspond à une déformation des groupements C-H de noyau aromatique de la lignine [46, 48].

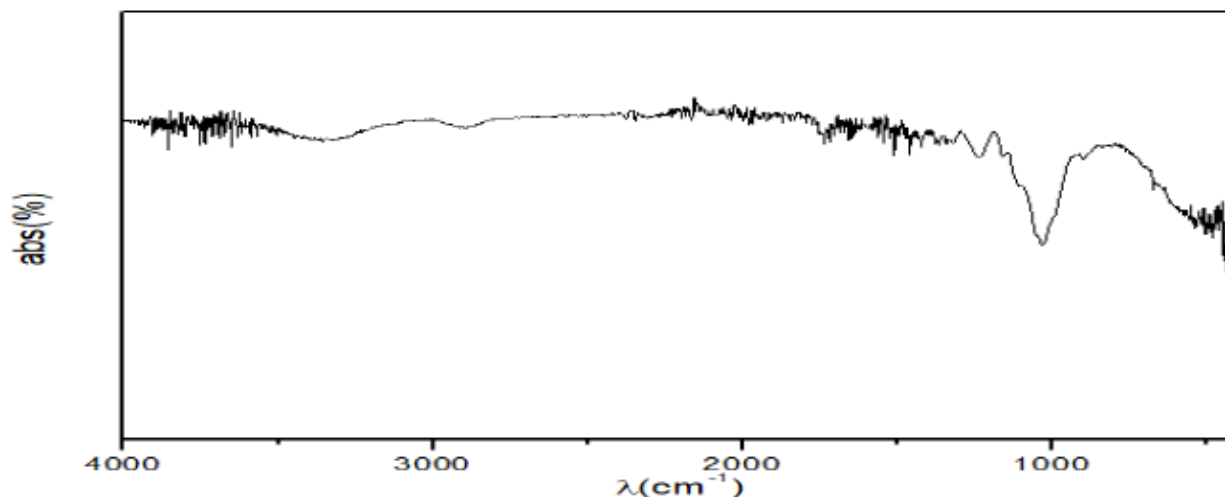


Figure 36 : Le spectre IR de la fibre vierge du hêtre.

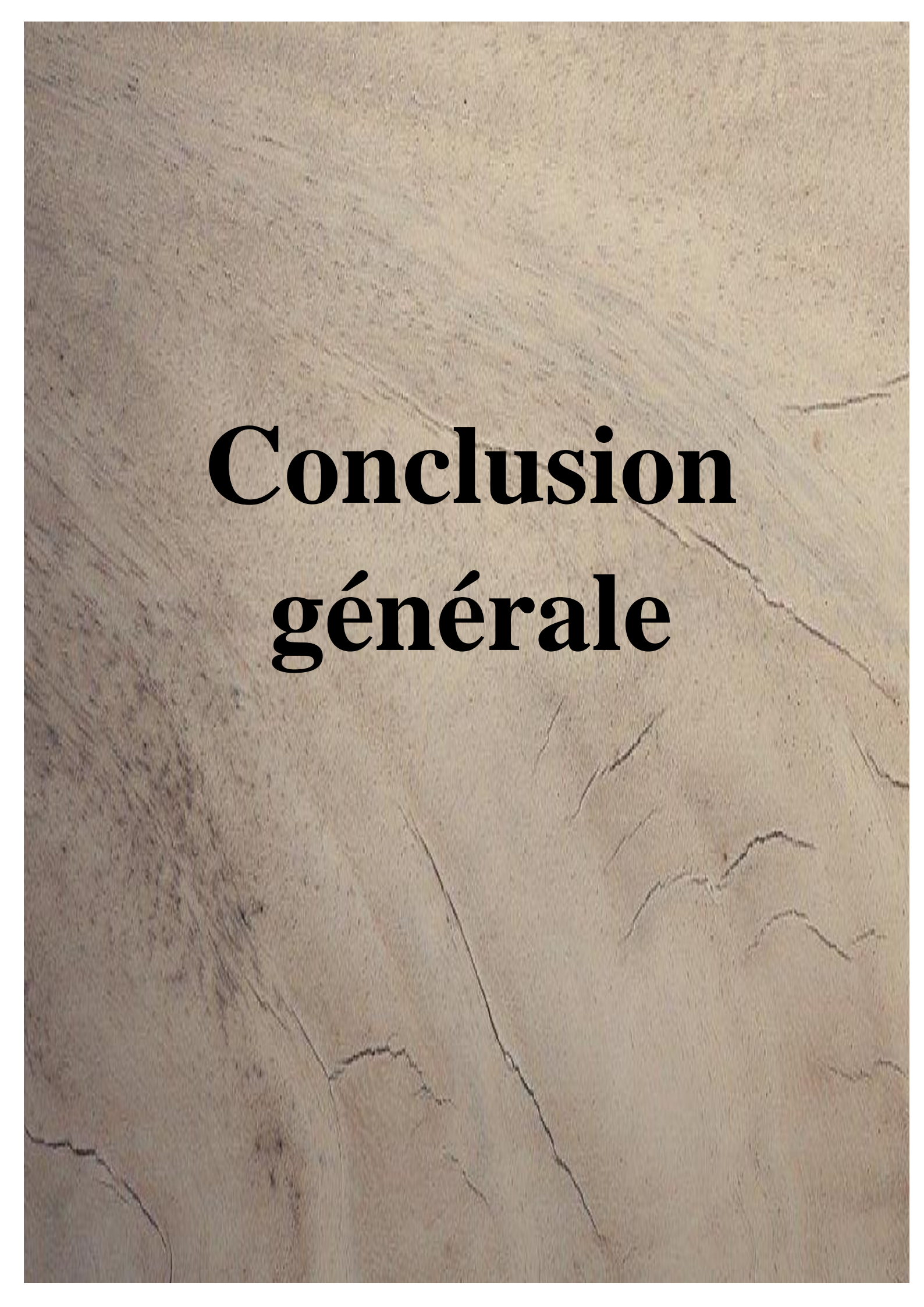
La large bande observée aux alentours de 3300 cm^{-1} est attribuée à la vibration d'élongation des groupements hydroxyles et plus particulièrement de la liaison -OH dans les structures phénoliques et aliphatiques de la cellulose. La bande à 2920 cm^{-1} correspond aux vibrations par élongation des groupements C-H des fragments aliphatiques. La bande à 2850 cm^{-1} est caractéristique des vibrations d'élongation de la liaison CH_2 (méthylène) des groupes méthoxyl aromatiques de la lignine. La bande à 1509 cm^{-1} est attribuée aux vibrations de déformation au sein des cycles benzéniques. Cependant, ce pic est attribué aux vibrations de déformation de la double liaison $\text{C}=\text{C}$ du cycle aromatique de la lignine [43].

Les vibrations de déformation des liaisons -CH combinées aux vibrations du cycle aromatique des pectines, lignines, et hémicellulose sont détectées aux alentours de 1450 cm^{-1} .

La bande à 1253 cm^{-1} est attribuée à la déformation des groupes acétyles de la lignine. La bande à 1165 cm^{-1} provient de l'élongation antisymétrique des liaisons C-O-C des hémicelluloses et principalement de la cellulose [43].

Le pic à 1030 cm^{-1} est indicatif des élongations C-O à la position C-3, des élongations C-C et C-O à la position C-6 de la cellulose. Enfin, les vibrations de déformation du plan C-H aromatique sont détectées pour toutes les longueurs d'ondes inférieures à 900 cm^{-1} [43].

L'analyse de ces spectres d'absorption infrarouge montre une similitude entre la composition structurale (cellulose, hémicellulose, lignine et pectines) de ces farines.

The background of the page is a light beige or tan color with a marbled pattern. The pattern consists of irregular, wavy lines and veins in shades of brown and grey, creating a textured, organic appearance. The text is centered on this background.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les fibres naturelles apportent un intérêt considérable en remplaçant les fibres Synthétiques dans les matériaux composites. Les fibres naturelles issues de végétaux présentent des avantages économiques, physico-chimique telle que leur faible densité.

Cependant leur caractère hydrophile est souvent incompatible avec la plupart des matrices polymériques hydrophobes.

L'objectif de ce travail est l'élaboration d'un composite biodégradable à base de PVC renforcé par une charge végétale, mais aussi caractériser les différentes formulations élaborées à la recherche de nouveau matériau originaire des ressources naturelles végétales abondantes, afin de lutter contre la pollution d'une part et de valoriser nos ressources naturelles délaissées.

Pour cela on a exploité quatre charges végétale :

La fibre de roseau commun, afin de valoriser cette plante en raison de sa grande disponibilité en Kabylie et du fait qu'elle est une espèce colonisatrice. Le chêne zeen et le grignon d'olive qui se trouvent en quantités importantes dans nos régions, et bois hêtre (déchet de menuiserie) tout en profitant des caractéristiques et propriétés qui revêtent cette fibre naturelle mais aussi qui caractérisent le thermoplastique employé.

Les fibres utilisées n'ont subi aucun traitement chimique, elles ont été ajoutées à une teneurs de 10% pour un seul diamètre de 0,125mm pour déduire enfin que le composite élaboré avec un taux de 10% de la fibre végétale de roseau donne les meilleurs propriétés mécaniques donc une voie prometteuse, ainsi le composé obtenu permet de profiter des propriétés très intéressantes que confèrent ces fibres, tout en obéissant aux exigences économiques et environnementales et en préservant le développement durable.

Aussi, un point importants qui a incité au développement de cette recherche est le fait d'utiliser des techniques simples et peu coûteuses par rapport aux autres.

**Les références
Bibliographiques**



Références bibliographique

- [1] A.Ashori; Wood–plastic composites as promising green-composites for automotive industries, *BioresourceTechnol*, 2008.99:4661-4667.
- [2] P.Wambua, J.Ivens, I.Verpoest; Natural fibres: Can they replace glass in fibre reinforced plastics?, *Compos SciTechnol*, 2003. 63: 1259-1264.
- [3] A.Fadel, Influence des diverses modifications du Genêt d’Espagne sur les propriétés mécaniques, rhéologiques et thermiques de composites à matrice thermoplastique, mémoire magister, 2014.p 4,66,67.
- [4] M. Laurent AUGIER Etude de l’élaboration de matériaux composites PVC/bois à partir de déchets de menuiserie : formulation, caractérisation, durabilité et recyclabilité, mémoire doctorat, institut national polytechnique de Toulouse, 2007.
- [5] Mohamed Ali Lahmar. Caractérisation d’un composite bois polymère pour utilisation en plaques de bardage par l’extérieur. Génie mécanique [physics.class-ph]. Université de Lyon, 2016.p2.
- [6] SLAMA, I. Caractéristiques physico-mécaniques des composites bois plastiques provenant de la valorisation des résidus des panneaux mdf- étude des possibilités de recyclage. Thèse de la maîtrise en ingénierie. Université du Québec à Chicoutimi. Québec. 2008. p3-6
- [7] A. Wachowski. « Les Parois de Cellules Végétales», [en ligne], 2006. Disponible sur :<http://www.lycees.ac-rouen.fr/lgcorneille/SPIP/IMG/DS206.pdf>
- [8] ArrakizPZ.; El Achaby M.; Kakou AC.;Vaudreuil S. ; Benmoussa K. ; Bouhfid R. Mechanical properties of high density polyethylene reinforced with chemically modified coirfibers : impact of chemical treatments. *Mater Design*, 37:379-38, 2012.
- [9] B.L. El Hadji, Nouveau matériaux composites thermo formables à base de fibre de cellulose, Thèse doctorat, 2008.p 32,47, 48
- [10] Jebrane, M. Fonctionnalisation Chimique Du Bois Par Trans esterification Des Esters D’enol. Thèse de doctorat. Bordeaux 1 : Ecole Doctorale Des Sciences Chimiques,2009.

- [11] B.Talel, Utilisation d'une méthode optique sans contact pour décrire le comportement mécanique de composites bois/plastique 'WPC', thèse doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2011.
- [12] Thi .S, Thiebaud, "Valorisation chimique de composés ligno-cellulosiques: obtention de nouveaux matériaux", thèse de doctorat, Institut National Polytechnique De Toulouse, Sciences des Agro ressources, 1995.
- [13] Si Ahmed Fatiha, élaboration et caractérisation des matériaux composites à fibres végétales. Thèse de doctorat. Université des sciences et de la technologie houari Boumediene, 2014.p20.
- [14] Jodin P., «Le Bois, Matériau d'Ingénierie». Association pour la recherche sur le bois en Lorraine, Nancy, France, (1994).
- [15] Rowell R.M, Young R.A, Rowell J.K., «Paper and composites from agro-based resources». Ed Rowell R.M, Lewis publishers, Boca Raton, USA, (1997).
- [16] Maya Jacob John, Sabu Thomas; Rubber Nan composites: Preparation, Properties and Applications; Chapitre 8, Sabu Thomas and Ranimol Stephen (Ed), John Wiley & Sons Pte Ltd, 2010
- [17] BOUMERDASSI, K. Elaboration Et Caractérisation D'un Composite Biodégradable A Matrice Thermoplastique Et Renfort Polysaccharide. Mémoire de magistère .Boumerdès: Univ M'hemed BOUGGARA DE BOUMERDES,2008.
- [18] JODOIN.Y., LAVOIE, C., VILLENEUVE, P., THÉRIAULT, M., BEAULIEU, J., BELZILE.F., (2008): Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. *Journal of Applied Ecology*, 45, 459-466.
- [19] MEYERSON. L.A., SALTONSTALL. K., WINDHAM. L., KIVIAT. E., FINDLAY. S., (2000): A comparison of *Phragmites Australis* in freshwater and brackish marsh environments in North America. *Wetlands Ecology and Management*, 8, 89-103.
- [20] LAVOIE. C., JEAN. M, DELISLE.F, LETOURNEAU. G., (2003): Exotic plant species of the St Lawrence River wetlands: a spatial and historical analysis. *Journal of Biogeography* 30:537-549.

- [21] HASLAM. S., (1972) : *Phragmites communis* Trin. (*Arundo phragmites* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin.exSteudel). *Journal of Ecology*, 60, 585- 609
- [22] OSTENDORP.W., (1991): Damage by episodic flooding to *Phragmites* reeds in a prealpine lake: proposal of a model. *Oecologia* 86:119-124.
- [23] HARA. T.,VAN DER TOORN. J. MOOK. H., (1993): Growth dynamics and size structure of shoots of *Phragmites australis*, a clonal plant. *Journal of Ecology* 81:47-60.
- [24] BELOVA. M., (1993): Microbial decomposition of freshwater macrophytes in the littoral zone of lakes. *Hydrobiologia* 251:59-64.
- [25] ROWELL R.M., YOUNG R.A., ROWELL J.K., (1997): Paper and composites from agrobased resources, Ed Rowell R.M, Lewis publishers, Boca Raton, USA.
- [26] MARIKA. T., JAANIS.J.JAAK. T., (2009): Microbial biomass, activity and community composition in constructed wetlands. *Science of the total environment*, 407, 3958-3971.
- [27] J. Saint, OBV du Fleuve, Une espèce exotique envahissantes : Le roseau commun ou *phragmites* Australie.
- [28] H.Sébire, La gestion des espèces végétales exotiques envahissantes prioritaires dans les municipalités de l'Estrie, maîtrise en environnement, Centre Universitaire de formation en environnement et développement durable, Sherbrooke, 2015.p 81
- [29] N.Babakhouya, Récupération des métaux lourds par l'utilisation des absorbants naturels, Mémoire de magister, 2010.
- [30] BOUDISSA F, 2012. Influence des radiations micro-ondes sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive imprègne de margines. Mémoire de Master, faculté des sciences, université MOULOUD MAMMERI, Tizi-Ouzou, 90p.
- [31] NEFZAOUI A,1991 «Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits option méditerranéennes série séminaire N° 16, P101-108, Ecole supérieure d'horticulture Sousse, Tunisie.
- [32] PH.Tingaut, Modification de la structure chimique du bois par des Alcoxysilanes diversement substitués, Thèse de Doctorat. Université Bordeaux, 2006.p 17-27.

- [33] Allinger, Cava, Johnson, De Jongh, LE BEL et STEVENS, Chimie organique (application). Ed. Mc GRAW-HILLV3, 1984.
- [34] M. Malha, «Mise en œuvre, Caractérisation et Modélisation de Matériaux Composites : Polymère Thermoplastique Renforcé par Des Fibres De Doum.». Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Rabat, Université Mohammed V, Agdal, 2013, 151 p.
- [35] Aldjia, B. Safia, N. Elaboration et caractérisation d'un matériau composite à base de PVC et farine de bois de chêne zeen. Mémoire de magistère. Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou. Tizi-Ouzou. 2015. p8-11-20-21-22.
- [36] QUEZEL.P., MEDAIL.F.(2003):Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier SAS. 483.
- [37] TAFER.M.(2000) :Etude de la variabilité situationnelle de la qualité du bois de Quercus canariensis Willd, dans la forêt domaniale des Beni Ghobri. Thès. MagUniv. U.M.M.T.O)
- [38] KILMARTIN. P.A., ZOU.H. WATERHOUSE. A.L., (2001): Cyclic Voltammetry Method Suitable for Characterizing Antioxidant Properties of Wine and Wine Phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 1957-1965.
- [39] Aurélie Imbert. Vers une voie de valorisation du hêtre : synthèse de monomères furaniques biosourcés et furfurylation. Génie chimique. Université de Lorraine, 2017. Français.
- [40] Armand, G. Le hêtre autrement. (Institut pour le développement forestier, 2002).
- [41] Teissier du Cros, E. Le Hêtre. (Institut national de la recherche agronomique, 1981).
- [42] Martial.P., (2017), "Modification de l'énergie de surface du bois par fluoration", thèse de doctorat, Université Clermont Auvergne.
- [43] Mariem.B., (2015), "Étude comparative et optimisation de prétraitements des écorces de bois pour l'extraction des composés phénoliques", thèse de doctorat, l'Université de Technologie de Compiègne.
- [44] Projet A.B.Cendres de Guyane - SIMA-PECAT Guyane - Note Technique n°1 – Décembre 2013.

[45] A.Fadel, Influence des diverses modifications du Genêt d'Espagne sur les propriétés mécaniques, rhéologiques et thermiques de composites à matrice thermoplastique, mémoire magister, 2014.p 4, 66, 67.

[46] Tableau de fréquences de vibrations des principales fonctions rencontrées dans les composés organiques.

[47] Z. Debit, Caractérisation chimique du bois de chêne zéen (*Quercus canariensis* wild.) et du roseau commun (*Phragmites Australie*) : Dosage des polyphénols, mémoire master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2015.p 13,34

[48] A.Oussaid, Elaboration et caractérisation d'un nouveau matériau composite à base de PVC et de la farine de bois de chêne zeen modifiée, mémoire master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2016.p 29.

[49] L. Touati.«Valorisation des grignons d'olive Etude de cas : Essai de valorisation en Biocarburants». Mémoire de master, Université de Bejaia, 2013.



Annexe

Annexe 01 : Essai de traction

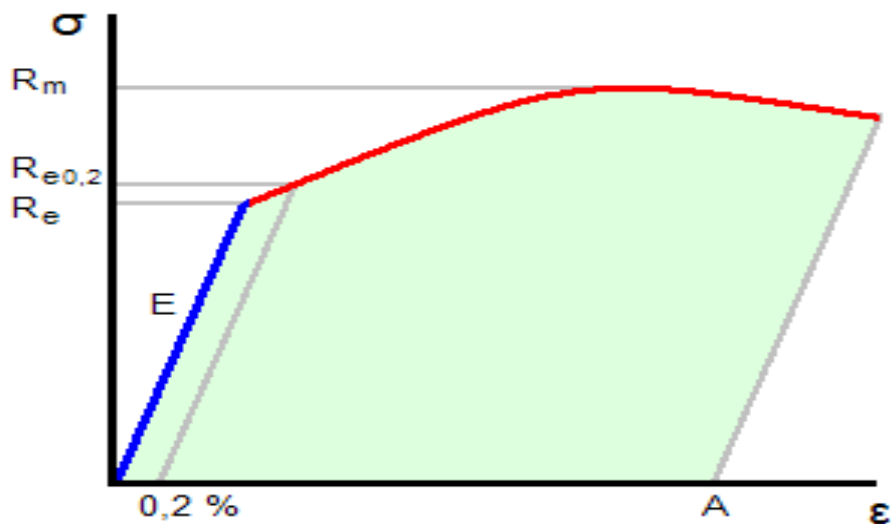
Un essai de traction est une expérience de physique qui permet de mesurer le degré de résistance à la rupture d'un matériau quelconque.

Cet essai ou expérience consiste à placer une petite éprouvette du matériau à étudier entre les mâchoires d'une machine de traction qui tire sur la barre jusqu'à sa rupture.

On enregistre l'allongement et la force appliquée, que l'on convertit ensuite en l'allongement et la force appliquée, que l'on convertit ensuite en déformation et contrainte.

L'essai de traction donne des valeurs importantes :

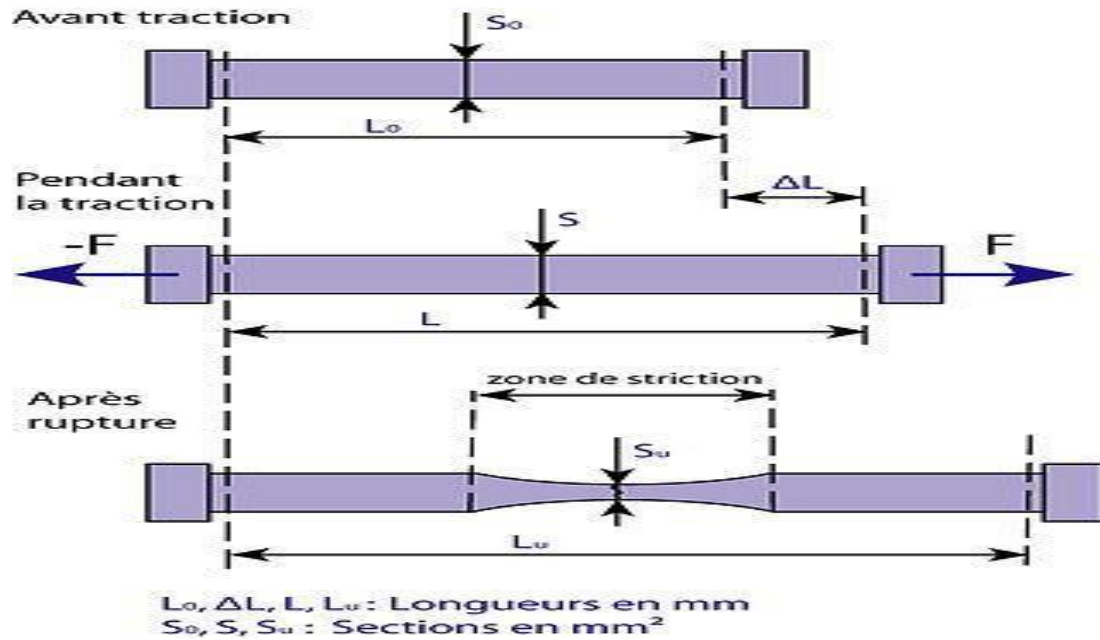
- le module de Young E , ou module d'élasticité longitudinale.
- la limite d'élasticité R_e (Réversible).
- la limite à la rupture R_m .
- l'allongement à la rupture A , qui mesure la capacité d'un matériau à s'allonger sous charge avant sa rupture.
- Rupture du matériau au point B.
- OD : Régime élastique.
- DC : Déformation plastique.
- CB : Réduction localisée de la section S_0 .



Graphe de test de traction

Allongement à la rupture

L'allongement à la rupture est une caractéristique sans dimension des matériaux. Elle définit la capacité d'un matériau à s'allonger avant de rompre lorsqu'il est sollicité en traction.



Évolution d'une barre soumise à un essai de traction

Avec :

L_0 : la longueur initiale, longueur de la barre avant le début de l'essai de traction.

L_u : longueur de la barre juste avant la rupture.

Annexe 02 : Module d'Young

Le module d'Young ou module d'élasticité est la constante qui relie la contrainte de traction et la déformation pour un matériau élastique isotrope.

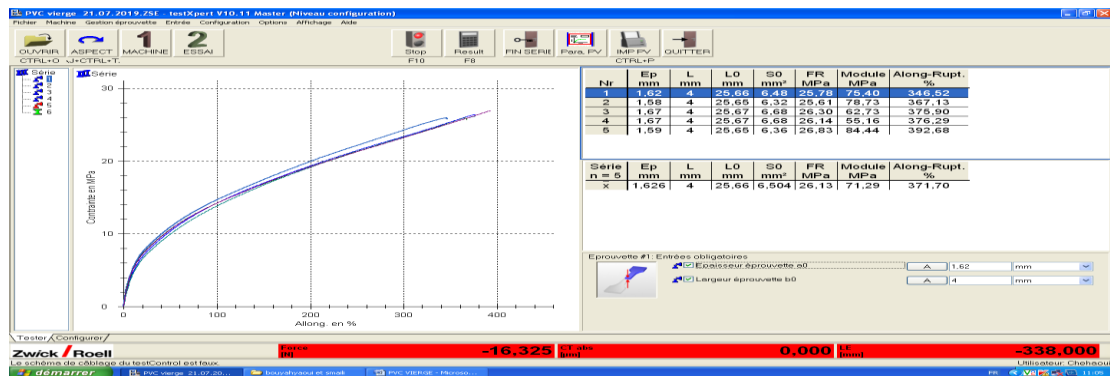
Le module d'Young est la contrainte mécanique qui engendrerait un allongement de 100 % de la longueur initiale d'un matériau (il doublerait donc de longueur), si l'on pouvait l'appliquer réellement : dans les faits, le matériau se déforme de façon permanente, ou se rompt, bien avant que cette valeur soit atteinte

- E : module d'YOUNG ou module d'élasticité longitudinale (GPa).
- Le module d'YOUNG caractérise la raideur du matériau :
- E élevé : matériau rigide ;
- E faible : matériau souple.

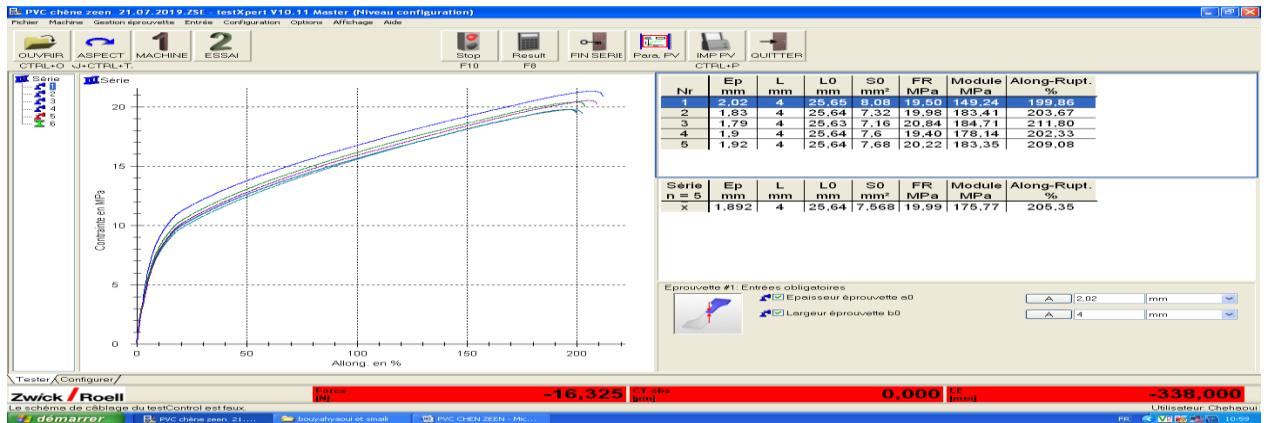
ANNEXE

Annexe 03 : Les graphes et tableaux suivants montrent les résultats obtenus lors d'essai traction à l'entreprise CATEL

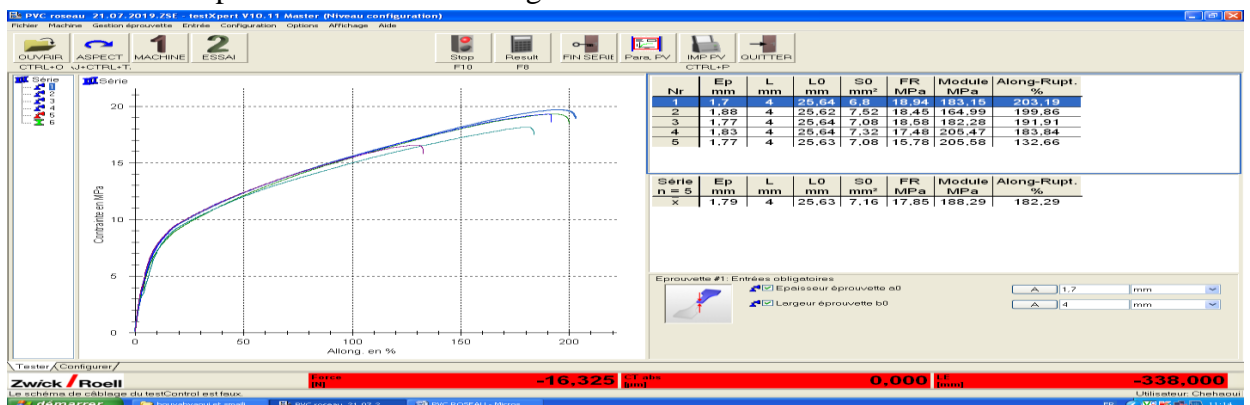
➤ Epreuve de pvc vierge



➤ Epreuve à 10% de charge de Bois chêne zeen.

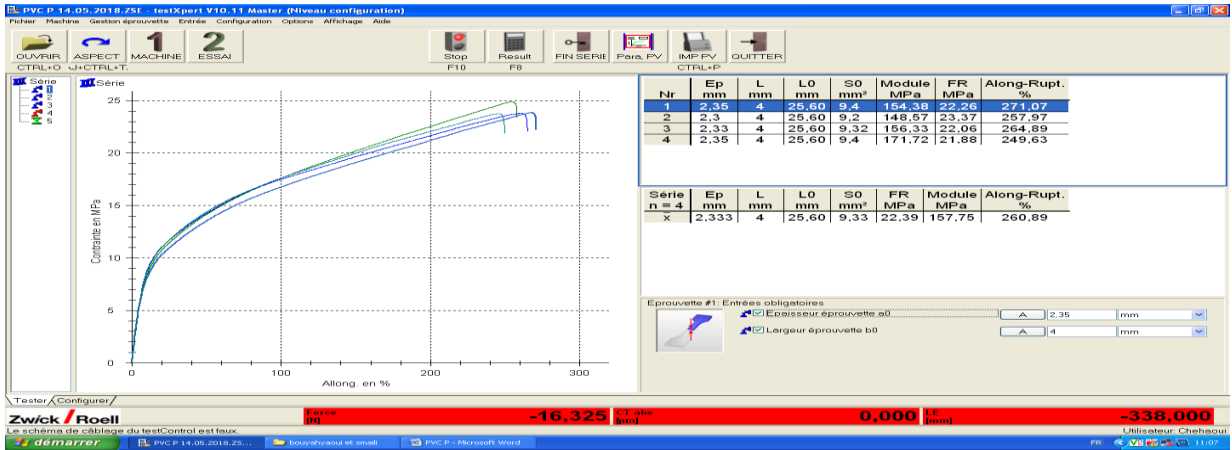


➤ Epreuve à 10% de charge de roseau

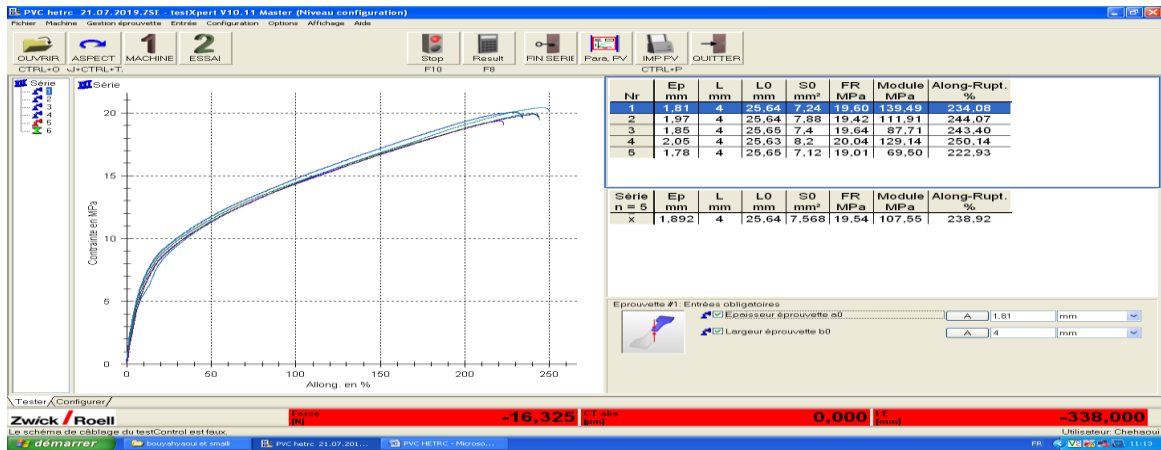


ANNEXE

➤ Epreuve à 10% de charge de grignon



➤ Epreuve à 10% de charge du hêtre



ANNEXE

Annexe 04: le tableau suivant donne les résultats obtenus lors du test de taux de cendre.

Echantillons	Creuset vide m_0 (g)	Creuset + Echan m_1 (g)	Creuset+ cendre m_2 (g)	TC (%)
Hêtre	19.1024	21.1024	19.1441	2.08
Roseau	31,773	33,773	31,853	4
Grignon	35,005	37,005	35,0454	2,02
chêne zeen	33.7196	35.7196	33.7537	1.7

Tableau : Résultats des pesées des échantillons avant et après incinération

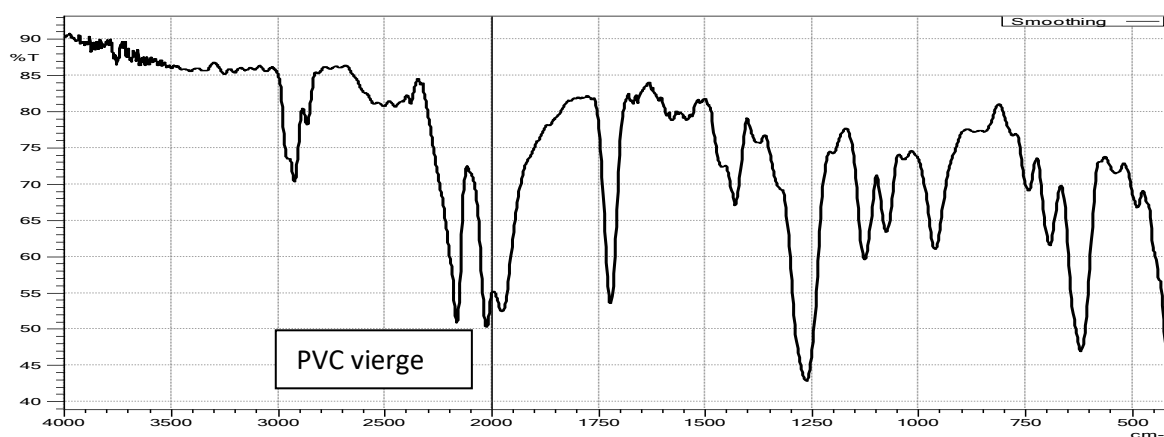
Annexe 05:le tableau suivant donne les résultats obtenus lors du test de taux d'humidité.

Echantillons	Creuset vide m_0 (g)	Creuset+Echan m_1 (g)	Creuset+ reste du bois m_2 (g)	TH (%)
Hêtre	19.1024	21.1024	20.9174	9.25
Roseau	17.3135	19.3135	19.2427	3.54
Grignon	18.8634	20.6834	20.529	7.72
chêne zeen	13,2897	15,2942	15,1583	6.79

Tableau : Résultats des pesées des échantillons avant et après le test de taux d'humidité

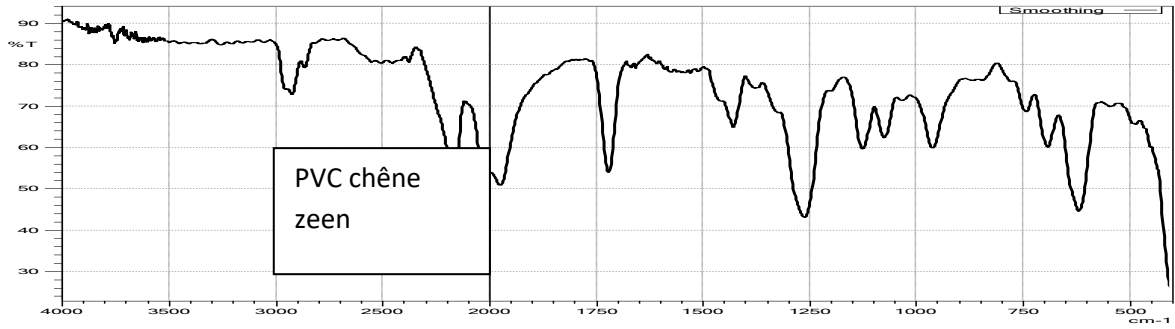
Annexe 06: Analyse par IRFT :

Les figures suivantes représentent les résultats d'analyse IRFT.

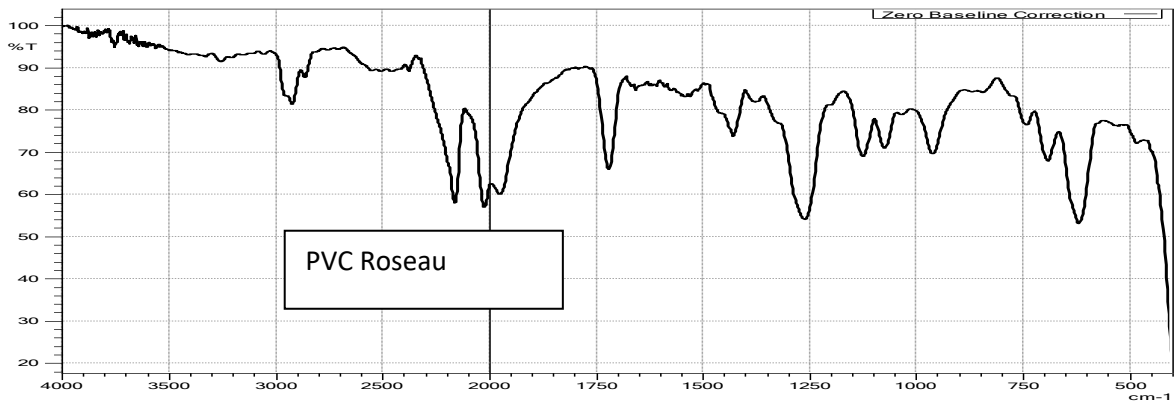


Spectre IR de PVC vierge

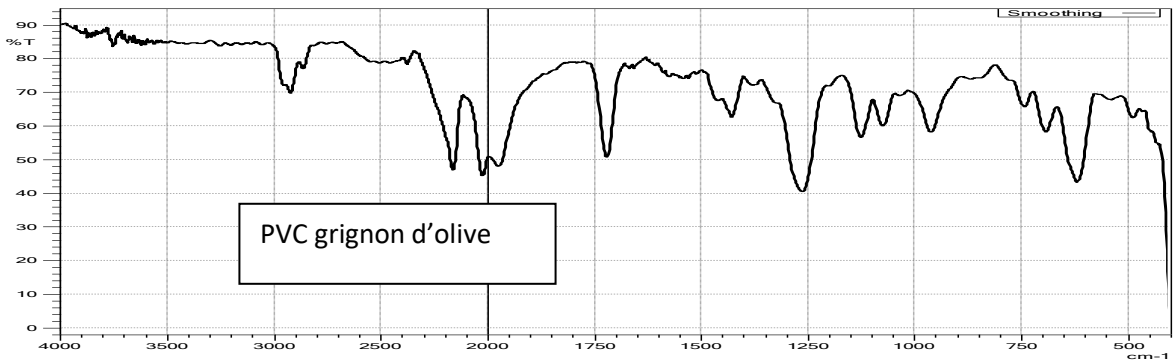
ANNEXE



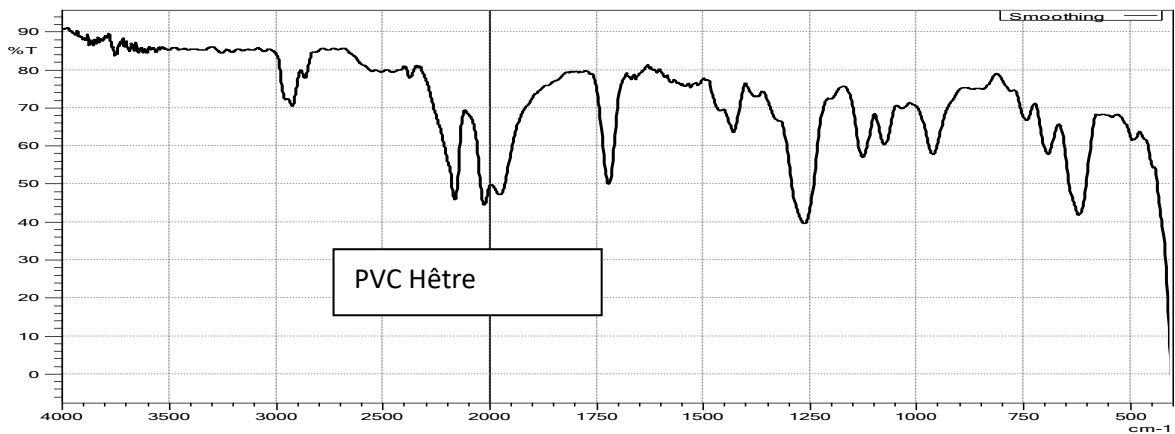
Spectre IR de PVC chêne zeen



Spectre IR de PVC Roseau



Spectre IR de PVC grignon d'olive



Spectre IR de PVC Hêtre

Annexe 07 : Les résultats de l'analyse spectrale des différents composites PVC/farine.

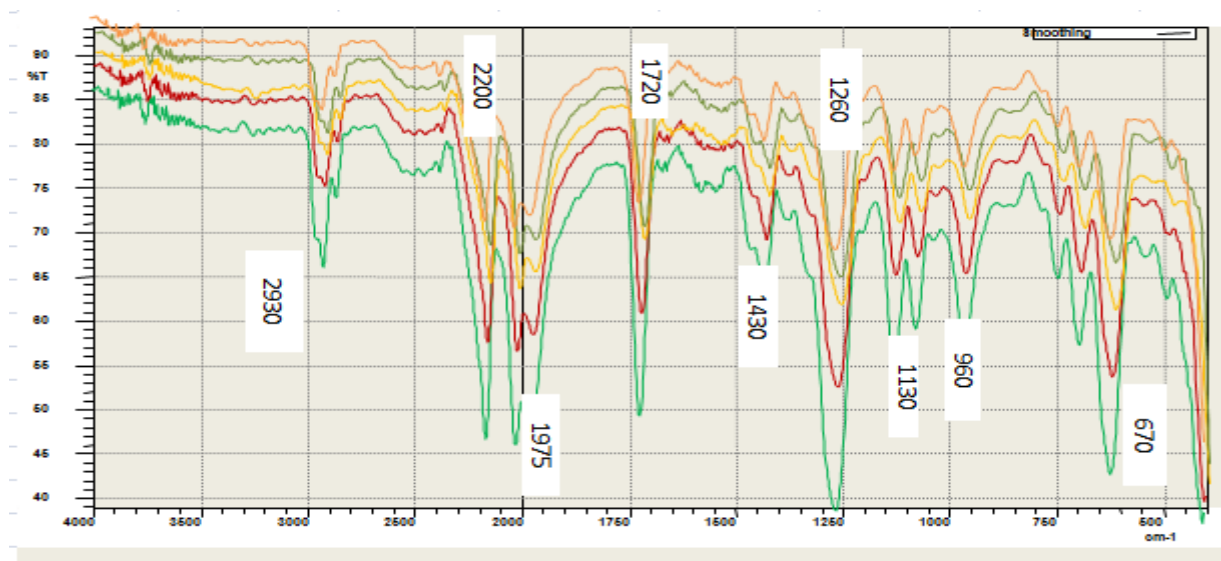


Figure: Spectre IR des différents composites PVC/farine.

On remarque que les Spectre IR des différents composites PVC/farine se superposent largement, ce qui nous a permis d'interpréter un seul spectre.

Une bande d'intensité moyenne centrée vers $3000-2900\text{ cm}^{-1}$ qui correspond à l'élongation des liaisons (C-H) aliphatique et aromatique dans les groupements méthyle et méthylène des segments de la cellulose, hémicellulose et de la lignine

Le pic vers 1750 cm^{-1} correspondant aux groupements carbonyles C=O.

Le spectre révèle aussi une bande d'absorption centrée à 1739 cm^{-1} , associée aux vibrations d'élongation des groupements carbonyles C=O des groupes acétyles des substances d'hémicelluloses.

Les bandes d'absorption se trouvant entre 1453 et 1412 cm^{-1} et à 1383 cm^{-1} sont essentiellement dues aux vibrations de déformation des groupements -CH₂ et -CH₃, contenus dans les structures de la lignine et l'hémicellulose. Enfin, un pic vers 607 cm^{-1} lié à la déformation du groupement (-OH)

Tableaux d'attribution des différentes fréquences d'absorption pour les compositions (spectres IR):

Nombre d'onde (cm ⁻¹)	607	750 – 850	830 - 970	1200 - 1260	2850-2970	2970
Attribution	lié à la déformation du groupement (-OH)	Elongation C-Cl	Déformation CH ₂	vibrations de déformation des liaisons -CH	Elongation CH ₂	élongation des liaisons (C-H) aliphatique et aromatique

Tableau : Les bandes d'absorption enregistrées pour les Spectre IR des différents composites PVC/farine.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'élaborer et de caractériser un matériau composite à matrice PVC et à charge d'origine végétale : farine de grignon d'olive, de roseau, de bois chêne zéen et de bois hêtre. Ces dernières sont obtenues par broyage de la sciure des bois et tamisage à une granulométrie de 0,125mm. Les échantillons sont préparés avec différentes techniques et appareils, avec un simple mélangeur, ensuite moulés par compression. En utilisant des teneurs en bois à 10% en poids afin de préparer le composite. L'optimisation des paramètres opératoires tels que, le taux d'humidité, le taux de cendres, les tests de traction, l'analyse IRTF est effectuée.

Les résultats ont montré que le composite élaboré de fibre du roseau donne des meilleures propriétés mécaniques. Enfin, on déduit que l'ajout du bois améliore considérablement les caractéristiques mécaniques de ces composites.

Mots clef : Composite, élaborer, bois, caractériser, fibre, propriétés mécaniques.

Abstract

The aim of this work is to develop and characterize a PVC-matrix composite material with vegetable origin, flour of the olive pomace, of common reed, of zeen oak wood and beech wood. The latter is obtained by grinding the sawdust and sieving to a particle size of 0.125 mm. The samples are prepared with various techniques and apparatus, with a simple mixer, and then compression molded. Using wood up to 10% by weight in order to prepare the composite. The optimization of the operating parameters such as, the moisture content, the ash content, the tensile tests, the FTIR analysis were carried out.

The results showed that the elaborate fiber of common reed gives better mechanical properties. Finally, it can be deduced that the addition of wood greatly improves the mechanical properties of these composites.

Keywords: Composite, elaborate, wood, characterize, fiber, mechanical properties.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تطوير وتوصيف المواد المركبة مصفوفة بولي كلوريد الفينيل مع أصل نباتي, من فرينة ثفل الزيتون, القصب, خشب البلوط والزان. يتم الحصول على الأخيرة عن طريق طحن نشارة الخشب إلى جسيمات من حجم 0.125 مم. يتم إعداد العينات مع مختلف التقنيات والأجهزة, مع خلط بسيط, ثم ضغط مصبوب. باستخدام محتويات الخشب تصل إلى 10% بالوزن من أجل إعداد المركب. وقد تم إجراء التحسين الأمثل لمعاملات التشغيل مثل معدل الرطوبة, معدل الرماد, اختبارات الشد والتحليل IRTF. أظهرت النتائج أن مركب الألياف المعقد للقصب يعطي خواص ميكانيكية أفضل. وأخيرا يمكن استنتاج أن إضافة الخشب يحسن إلى حد كبير من الخصائص الميكانيكية لهذه المركبات.

الكلمات المفتاحية: مركب, وضع, خشب, خصائص, ألياف, خواص ميكانيكية.