

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



N° d'ordre :

N° de série :

UNIVERSITÉ D'EL-OUED

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et de Technologie

Filière: Génie procédé

Spécialité: Génie procédé

Présenté par:

Belaïd Islam

Fouhima Samira

Sahraoui Wassila

Thème

**Les matériaux composites à base d'une
matrice polymérique et charge végétale**

Devant le jury composé de:

Mr. T .Zaiz

Univ. El Oued examinateur

Mr. N . Lami

Univ. ElOued examinateur

Mr. A . BOUGHAZEL

Univ. ElOued Rapporteur

Année universitaire 2012 – 2013

DEDICACE

Je voudrais dédie ce modeste travail:

*Mes très cher parents qui m'ont tant soutenu et encouragé dans
tout les domaines et surtout pour réaliser ce mémoire*

Mes frères et mes sœurs

Mes oncles et tantes

Mes amis

Tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près.

Belaid islam

DEDICACE

Je voudrais dédie ce modeste travail:

*Mes très cher parents qui m'ont tant soutenu et encouragé dans
tout les domaines et surtout pour réaliser ce mémoire*

Mon frère YOUNES et mes sœurs

Mes oncles et tantes surtout oncle FOUHMA KHALED

Mes amis

Tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près.

Fouhima samira

DEDICACE

Je voudrais dédie ce modeste travail:

*Mes très cher parents qui m'ont tant soutenu et encouragé dans
tout les domaines et surtout pour réaliser ce mémoire*

Mes frères et mes sœurs

Mes oncles et tantes

Mes amis

Tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près.

Sahrawi Wassila

REMERCIEMENTS

La première personne que je veux remercier est bien évidemment mon directeur de mémoire qui ma soutenu et merveilleusement encadré. Merci Ms. A. BOUGHÉZAL. Vos conseils avisés m'ont souvent permis d'avancer dans mes travaux et surtout merci pour ta confiance et ta franchise

Nos vifs remerciement à tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près.

Je souhaite aussi remercier ici ma famille, mes parents, mes frères, mes oncles et mes tantes qui ont toujours cru en moi et m'ont toujours soutenu et poussé pour que j'arrive jusque là.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE01

Chapitre I :les polymères

I .1.Historique.....02

I.2 . Définition 03

I.3. Classification des polymères organiques.....03

I.3. 1.Selon leur origine ,on peut les classer en trois catégories.....03

I.3. 2.Selon leur domaine d'application.....04

I.3. 3.Selon leur structure(dimensionnalité).....04

I.4. Le polymère utilisés.....05

I.4.1. polychlorure vinyle (pvc).....05

I.4.1.1. Définition.....06

I.4.1.2.Préparation.....07

I.4.1.3.Synthèse du monomère.....07

I.4.1.4.Polymérisation.....08

Chapitre II: Les fibres végétales

II.1.Les charges.....09

II.1.1.Les charges organiques.....09

II.1.2.Les charges minérales.....09

II.1.3.Oxydes et hydrates métalliques.....10

II.1.4.Le verre.....10

II.1.5.Le carbone	10
II.2. Définition.....	10
II.3.Origines des fibres végétales	11
II.4.Classification des Fibres Végétales	12
II.4.1. Les Fibres de Feuilles.....	12
II.4.2. Les Fibres de Tiges.....	12
II.4.3. Les Fibres de Bois.....	12
II.4.4. Les Fibres de Surface.....	12
II.5. Principales catégories de fibres végétales.....	13
II.5.1.Fibres libériennes (extraites de la partie extérieure de la tige).....	13
II.5.1.1.Le lin.....	13
II.5.1.2.Le chanvre.....	13
II.5.2.Fibres extraites des feuilles.....	14
II.5.2.1.Le sisal.....	14
II.5.2.2. L'abaca.....	14
II.5.3.Fibres extraites de poils séminaux des graines.....	14
II.5.3.1.Le coton.....	14
II.5.3.2.Le kapok.....	15
II.5.4.Fibres extraites de l'enveloppe du fruit.....	15
II.5.4.1.Le coco.....	15

II.5.5.Fibres extraites des tiges ou des troncs (paille de blé, de riz, d'orge ou d'autres cultures telles que le bambou).....	15
II.6.Caractéristiques Physiques et Mécaniques des Fibres Végétales.....	15
II.7. Quelques avantages des fibres naturelles par rapport aux fibres synthétiques.....	17
II.8.Applications limitées de ces fibres dans le domaine du composite.....	17

Chapitre III: Matériaux composite

III .1. Définition d'un matériau composite.....	18
III.2 Constituants des matériaux composite.....	18
III .3 Structure du composite.....	19
III.3.1 les monocouches.....	19
III .3.2 Les stratifiées.....	19
III.3.3 Les sandwichs.....	20
III.4.Matrices.....	20
III .4.1.Résines thermodurcissables.....	20
III .4.2.Résines thermoplastiques.....	21
III.5.Les renforts.....	21
III .5.1.Les différentes natures de renfort.....	22
III .5.1.1.Fibres minéraux ou organiques.....	22
1.Fibres de Carbone.....	22
2.Fibres de verre.....	22
3.Fibre aramide.....	22
4. Les fibres de polyéthylène de haut module.....	22

5.Fibre de silice (ou de quartz).....	22
III .5.1.2.Les fibres naturelles.....	23
III.6. Avantages et inconvénients des composites.....	23
III.7. Les grands procédés de transformation.....	24
III .8.Les marches d'application des composite.....	24
<u>Chapitre IV .Produits et matériels utilisés</u>	
IV .1. Produits.....	25
IV. 1.1. le polychlorure de vinyle (PVC).....	25
IV .1.2. la fibre végétale	25
IV .1.3. le solvant	25
IV .2. Matériels	25
IV .3. Méthode de préparation	26
IV .3.1. Préparation de la fibre	26
IV. 3.2. Préparation de la solution de polymère	26
IV. 3.3.Préparation des composites.....	27
IV . 4.Obtention des films.....	27
IV .5.Quelque photos sur le mode opératoire.....	27
IV .6.Structure(de surface) des films des composites.....	27
IV .7. Résultats et discussions	28
Conclusion.....	29
Références.....	30

Introduction générale

Introduction générale

Un composite est un matériau constitué d'une matrice généralement polymérique renforcé par une charge minérale ou organique. La matrice peut être un seul polymère ou un mélange de polymères, elle assure la souplesse surtout du composite, tandis que la charge améliore les propriétés mécaniques et thermiques.

Un composite peut être préparés soit à l'état fondu ou en solution, la méthode de préparation affecte grandement les propriétés finale du matériau.

L'utilisation des matériaux composites ne cesse de croître et les domaines d'application se multiplient d'un jour à l'autre. Cependant, le problème de dégradation et donc les exigences de l'environnement sont en faveur de l'utilisation des composites à base de fibre végétale et c'est dans ce sens que notre travail a été réalisé.

Notre mémoire se compose de deux parties, la première, contient trois chapitres théoriques et la deuxième est une partie expérimentale.

Le premier chapitre se focalise sur les polymères en générale, le deuxième traite le domaine de la fibre végétale et Le troisième chapitre est consacré aux composites.

La partie expérimentale est un travail préliminaire consiste en la préparation de la fibre végétale, la solution de polymère (PVC dans le THF) et les différents composites sous forme de films.

CHAPITRE I

Les polymères

I . Les polymères

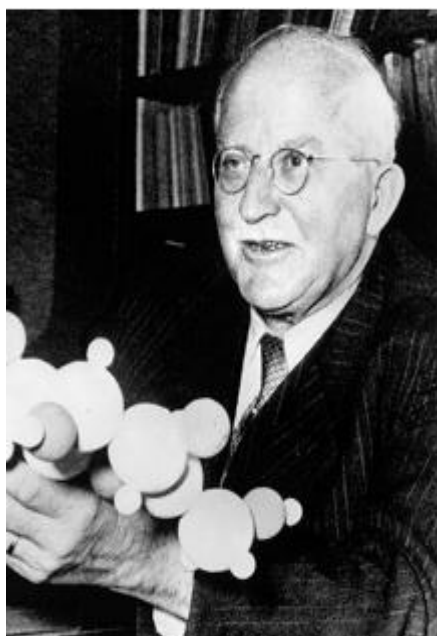
I .1.Historique:

Bien que l'homme ait depuis long temps utilisé des polymères naturels, comme les fibres textiles par exemple, il faut attendre 1830 pour que la science s'y intéresse. Au départ, on a transformé chimiquement des polymères naturels pour générer des polymères artificiels .La vulcanisation du caoutchouc en 1844 par Goodyear et la production de nitrocellulose pour remplacer la soie en sont les deux grands exemples.

Le terme polymère est pour la première fois utilisé en 1866 par Berthelot lors d'une de ses observations, il désigne ainsi probablement le premier polymère synthétique reconnu, le polystyrène.

Une étape importante est franchie avec la production industrielle de polymères synthétiques, comme la bakélite en 1910.

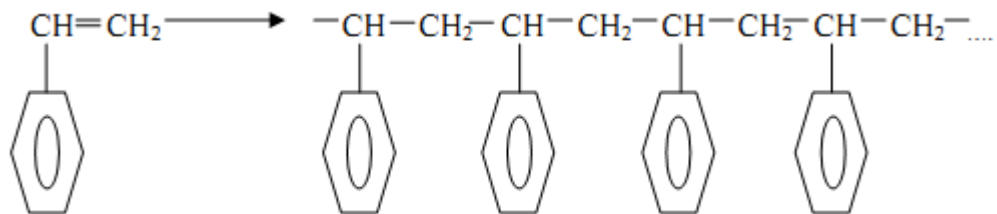
Même si la notion de macromolécule est présagée au début du XIXe siècle, de nombreux chercheurs ne voient là que des agrégats ou micelles. Cette notion n'apparaît que tardivement dans l'histoire de la chimie, dans les années 1920, avec les travaux d'Hermann Staudinger. Il est le premier à proposer la notion de polymère comme connue aujourd'hui, il a ainsi ouvert la voie à la science et à la technologie des polymères Il a obtenu le prix Nobel en 1953 pour ses travaux. Ce n'est cependant qu'au cours de la décennie suivante que la théorie macromoléculaire a définitivement remplacé la théorie micellaire à laquelle elle était opposée [1].



I.2 . Définition :

Le mot polymère dérive du mot grec signifiant "plusieurs parties"(many parts).Il est formé par la jonction de plusieurs petites unités chimiques connues sous le nom de monomères "parties uniques"(single parts).

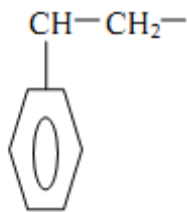
Exemple:



Styrène

Polystyrène

L'unité constitutive de ce polymère est constituée par le groupe d'atomes suivant :



Les polymères peuvent être d'origine biologique (par exemple, cellulose, ADN, et ARN),ou d'origine synthétique (par exemple , polyéthylène,polystyrène,nylon,et polyester) [2].

I.3. Classification des polymères organiques:

I.3. 1. Selon leur origine ,on peut les classer en trois catégories :

- ❖ Les polymères naturels sont issus des règnes végétal ou animal. Leur importance est considérable mais ils ne seront que succinctement décrits dans la première partie de cet ouvrage. On peut cependant mentionner, dans cette catégorie, la famille des polysaccharides (cellulose, amidon...), celle des protéines (laine, soie...), le caoutchouc naturel.

- ❖ Les polymères artificiels sont obtenus par modification chimique de polymères naturels, de façon à transformer certaines de leurs propriétés; les esters cellulose (nitrocellulose, acétate de cellulose...) ont toujours connu une certaine importance économique.
- ❖ Les polymères synthétiques, totalement issus du génie de l'Homme, sont obtenus par polymérisation de molécules monomères. Leur variété est extrême et ce sont eux qui seront le plus souvent considérés par la suite[3].

I.3.2.Selon leur domaine d'application:

Il est difficile de proposer une classification exhaustive tant la variété des propriétés a multiplié les applications des polymères , comme matériaux en particulier. Il est cependant possible de regrouper les polymères en trois grandes catégories :

- ❖ Les polymères grande diffusion (encore appelés polymères de commodité),dont la production annuelle s'évalue par millions de tonnes ,sont devenus d'un emploi quotidien pour tous. Le polyéthylène, le polystyrène, le poly(chlorure de vinyle) et quelques autres sont à classer dans cette catégorie d'une importance économique considérable;
- ❖ Les polymères techniques ont des caractéristiques mécaniques qui leur permettent de se substituer , de plus en plus ,aux matériaux traditionnels (métaux, céramiques..) pour de nombreuses application; les polyamides, les polyacétals...font partie de cette famille .
- ❖ Les polymères spéciaux (ou polymères de fonction) présentent généralement une propriété spécifique qui induit leur utilisation pour une application particulière. C'est dans cette catégorie que se trouvent les polymères conducteurs, photoactifs ,thermostables , adhésifs.

Tous les spécialistes ne donnent pas la même définition à chacune de ces catégories même s'ils s'accordent sur les termes ;un choix a été fait dans le cadre de cet ouvrage, qui veut être une proposition [3].

I.3.3.Selon leur structure(dimensionnalité):

les polymères peuvent encore être classés en trois catégories:

- ❖ Celle des polymères linéaires (ou monodimensionnels), pour lesquels chaque chaîne macromoléculaire est constituée d'un nombre (éventuellement) élevé mais fini d'unités monomères; de tels systèmes correspondent à la polymérisation de monomères bivalents et une macromolécule linéaire peut être très schématiquement continu divisé en intervalles figurant chacun une unité monomère (fig. I.1);un ensemble de chaînes polymères est

constitué d'entités de longueur variable, propriété désignée par le terme de polymolécularité.

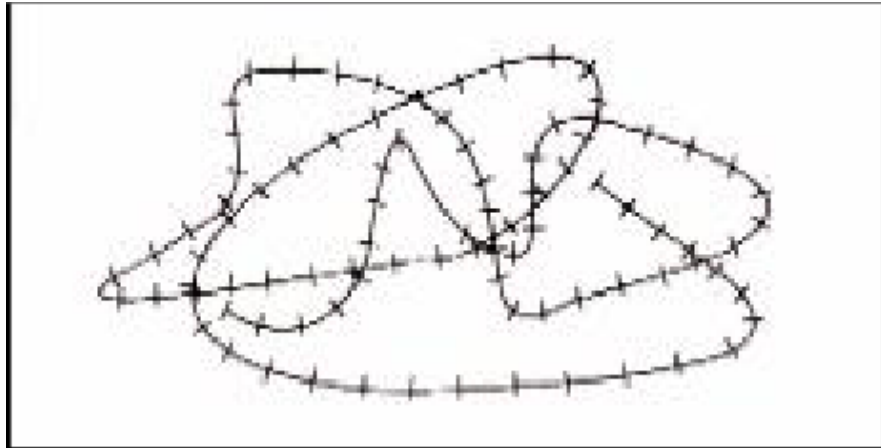


Fig.(I.1) :Représentation de la chaîne d'un polymère linéaire [3].

- ❖ Celle des polymères bidimensionnels, dont certains peuvent être produits par la nature (carbone graphite Kératine...) ; dans le domaine des polymères synthétiques ce sont encore des curiosités de laboratoire. Ils se présentent sous la forme de feuillets bidimensionnels, d'épaisseur comparable à celle des molécules simples(fig. I.2);

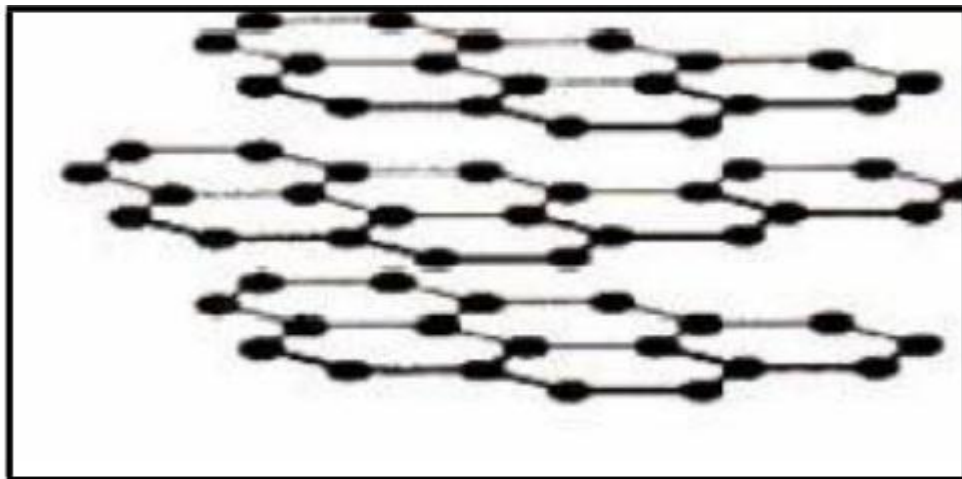


Fig.(I.2) : Représentation schématique d'un polymère Bidimensionnel: le carbone graphite[3].

- ❖ Celle des polymères tridimensionnels, qui résultent de la polymérisation de monomères dont la valence moyenne est supérieure à deux ou encore de la réticulation (formation

d'un réseau tridimensionnel), par voie physique ou chimique, de polymères linéaires. Leur dimension moléculaire peut être considérée comme infinie puisque toutes les unités monomères constitutives d'un objet sont liées de façon covalente pour former une seule macromolécule. Les liaisons se développent dans les trois dimensions et un élément de volume d'un tel système peut être représenté comme sur la figure (I.3).

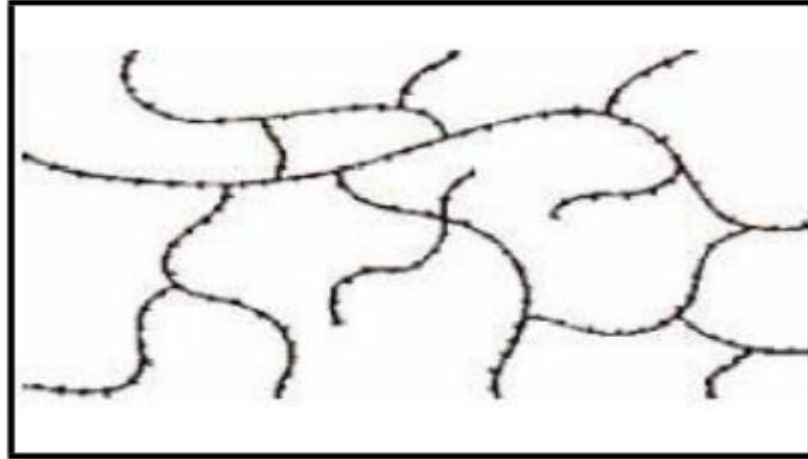


Fig.(I.3) :Représentation schématique d'un polymère tridimensionnel [3].

Cette dernière classification est extrêmement importante puisque toutes les propriétés des systèmes macromoléculaires, les propriétés mécaniques en particulier, sont très fortement influencées par la dimensionnalité des systèmes polymères . Pour bien le souligner, les monographies des familles des polymères synthétiques correspondants, seront présentées dans deux chapitres différents[3].

I.4.Le polymère utilisés:

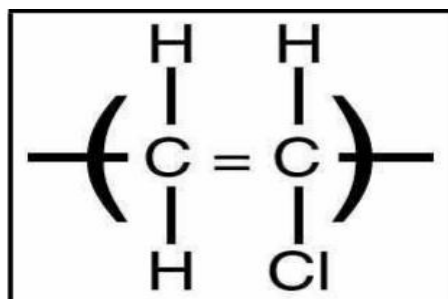
I.4.1. polychlorure vinyle (pvc):

I.4.1.1 . Définition :

Le PVC est une des matières plastiques modernes qui connaît le plus grand succès. Il est utilisé dans notre vie quotidienne pour diverses application et joue un rôle prépondérant dans la protection de notre santé et dans notre sécurité.

Le PVC est fabriqué à partir de deux matières naturelles :

Le pétrole et le sel . le pétrole fait office de source de carbone , le sel de fournisseur de chlore . Comme tous les polymères , le PVC est une longue chaîne composée d'éléments identiques ou monomères . Pour le PVC ,il s'agit du chlorure de vinyle monomère ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$). une molécule de PVC contient 750 à 1.500 monomères[4].



La formule générale de PVC

I.4.1.2.Préparation:

Découvert en 1835 par le physicien français Victor Regnault , le PVC est composé à 57% de chlore et à 43% d'éthylène, hydrocarbure composé de carbone et d'hydrogène issu du pétrole .

Le chlore est obtenu par électrolyse du sel(chlore de sodium : NaCl).Par suite de réaction entre le chlore et l'éthylène, on obtient le chlorure de vinyle monomère (CVM) qui, par polymérisation, donne le PVC.la polymérisation est la réaction chimique par laquelle les molécules s'additionnent les unes aux autre pour former une chaîne de grande longueur . le schéma est le suivant :

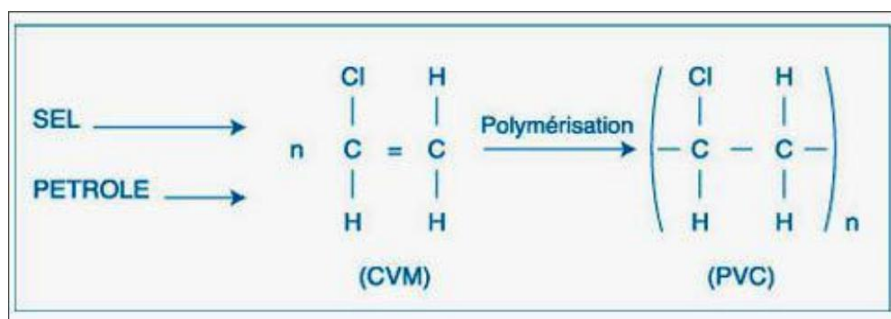


Fig.(I.4): Polymérisation de PVC [4].

I.4.1.3.Synthèse du monomère:

La synthèse du chlorure de vinyle monomère (CVM) est réalisée suivant deux principaux procédés[4] :

L'addition du gaz chlorhydrique sur l'acétylène : $C_2H_2 + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$

La chloration de l'éthylène en 1,2- dichloroéthane , puis pyrolyse de dernier :



I.4.1.4. Polymérisation :

La réaction de polymérisation du chlorure de vinyle monomère par voie radicalaire donne naissance à des macromolécules linéaires de masses moléculaires moyennes déterminées dont la répartition présente une allure gaussienne asymétrique. C'est une réaction fortement exothermique[4] .

Le polymère de base du PVC est une poudre blanche inerte. Voici une présentation schématique de sa structure :

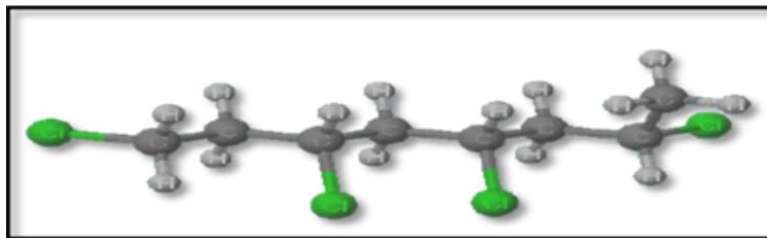


Fig. (I.5): Le polymère de base du PVC [4].

CHAPITRE II

Les fibres végétales

II . Les fibres végétales :

II.1.Les charges:

On désigne sous le nom général de charge toute substance inerte, minérale ou végétale qui, ajoutée à un polymère de base, permet de modifier de manière sensible les propriétés mécaniques, électriques ou thermiques, d'améliorer l'aspect de surface ou bien, simplement, de réduire le prix de revient du matériau transformé.

A l'inverse des matières thermoplastiques, les matières thermodurcissables ont toujours contenu des charges de nature et de forme variées, à des taux souvent élevés pouvant atteindre 60 % en masse.

Pour un polymère donné, le choix d'une charge est déterminé en fonction des modifications recherchées pour l'objet fini. Mais, d'une manière générale, les substances utilisables comme charges des matières plastiques devront d'abord satisfaire à un certain nombre d'exigences :

- ❖ Compatibilité avec la résine de base ;
- ❖ Mouillabilité ;
- ❖ Uniformité de qualité et de granulométrie ;
- ❖ Faible action abrasive ;
- ❖ Bas prix de revient [5].

II.1.1.Les charges organiques:

- ❖ Charges cellulosiques, utilisées en tant que charges des résines thermodurcissables (phénoplastes et aminoplastes).
- ❖ Les avantages de ces matières cellulosiques sont leur coût peu élevé et leur faible densité ;
- ❖ Farines de bois ;
- ❖ Farines d'écorces de fruit et de noyaux ;
- ❖ Fibres végétales ;
- ❖ Pâtes de cellulose ;
- ❖ Amidons [5].

II.1.2.Les charges minérales:

- ❖ La silice(SiO_2), à l'état pur ou combinée avec des oxydes métalliques, est utilisée comme charge ;

- ❖ sous différentes formes, suivant son origine, sa cristallinité, sa dureté et la taille des particules [6].

II.1.3.Oxydes et hydrates métalliques :

L'alumine, les oxydes de zinc, de magnésium, de titane et d'antimoine sont utilisés sous forme de poudres fines comme charges du polypropylène, des compositions polyvinyliques, des résines époxydes, des polyesters insaturés [6].

II.1.4.Le verre :

- ❖ Une nouvelle variété de poudre de verre de granulométrie 13 μm est apparue sur le marché et son incorporation confère aux thermodurcissables de meilleures résistances à l'abrasion et à la compression ; elle permet par ailleurs d'obtenir un retrait plus faible et plus homogène des pièces moulées;
- ❖ Les billes de verre creuses, de densité comprise entre 0,1 et 0,5, sont obtenues par chauffage de billes de verre contenant un agent gonflant [6].

II.1.5.Le carbone:

Le noir de carbone est utilisé depuis très longtemps dans l'industrie des plastiques, à la fois comme colorant. Le noir de carbone améliore la résistance à la chaleur du polyéthylène réticulé par irradiation. La conductivité thermique augmente avec le taux de charges, indépendamment de la taille des particules [6].

II.2. Définition:

Les fibres végétales sont couramment utilisées car ce sont les fibres les plus disponibles. Leur structure complexe est assimilable à celle d'un matériau composite dont la matrice serait principalement constituée d'hémicellulose et de lignine, renforcés par des fibrilles de cellulose disposées en hélice suivant un angle nommé angle micro fibrillaire [7] .



Figure II.1.Fibers végétales[8]

II.3.Origines des fibres végétales :

Les fibres végétales peuvent être issues de différentes parties de la plante : des grains (poils séminaux) , de la tige ou du troc (fibres libériennes) , des fruits (enveloppe) ou des feuilles le bois est un cas particulier (composition , structure , ...) qui doit être traité séparément .

Les fibres végétales européennes sont issues , pour l'essentiel , de la tige des plants (communément une à plusieurs tiges entières) cette tige est composé de 4 zones concentriques , de l'extérieur vers l'intérieur :

- ❖ L'écorce extérieure ;
- ❖ Le libre : dans le quel se trouvent les faisceaux de fibres .
- ❖ Le xylem : moelle interne formée par des cellules riches en lignines ;
- ❖ Le lumen : âme creuse .

Le type de plante , l'origine des fibres et les conditions de croissance sont autant de facteurs jouant sur la variabilité des performances des fibres végétales . afin de pouvoir utiliser les fibres végétales au niveau industriel , il est nécessaire de les extraire de la plante via un processus d'extraction (défibrage) qui dépend de la localisation de fibres dans la plante et de l'objectif visé [9] .

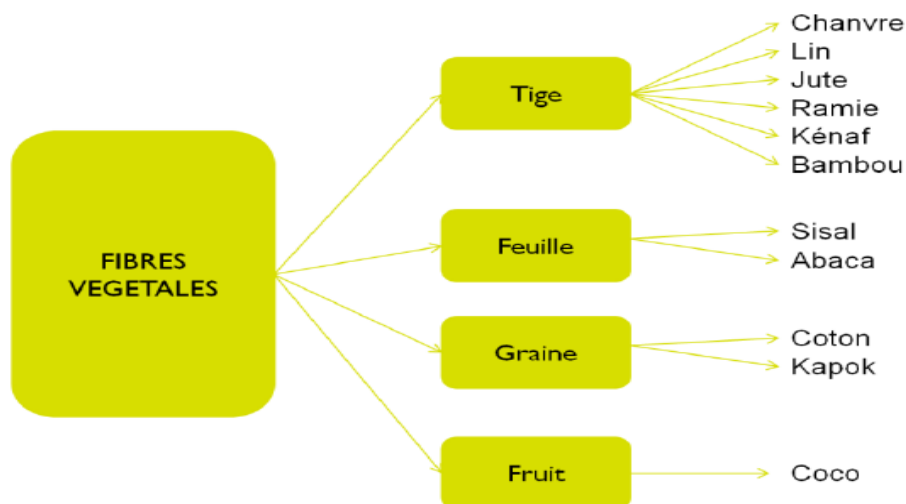


Figure II.2: origines des fibres végétales produits dans le monde[10].

II.4.Classification des Fibres Végétales :

Les fibres végétales sont classées en quatre groupes suivant leur provenance. A s'avoir : les fibres de feuille, de tiges, de bois et de surface:

II.4.1. Les Fibres de Feuilles:

Ces fibres sont obtenues grâce au rejet des plantes monocotylédones. Les fibres sont fabriquées par chevauchement de paquet qui entoure le long des feuilles pour les renforcer ces fibres sont dures et rigides. Les types de fibres de feuilles les plus cultivées sont la fibre de sisal, de Henequen et d'abaca .

De ces fait, plusieurs chercheurs tel que ont montré l'efficacité du renforcement du ciment par les fibres de feuilles [11] .

II.4.2. Les Fibres de Tiges:

Les fibres de tige sont obtenues dans les tiges des plantes dicotylédones. Elles ont pour rôle de donner une bonne rigidité aux tiges de plantes.

Les fibres de tige sont commercialisées sous forme de paquet de cor et en toute longueur. Elles sont par la suite séparées individuellement par un processus de défilage. Les fibres, une fois séparées, sont utilisées dans la fabrication des cordes ou de textile ou bien dans le renforcement du ciment et béton.

Les fibres de tige les plus utilisées sont les fibres de jute, de lin, de ramie de sunn, de kenaf, de urena et de chanvre . rapporte que les fibres de tige, les plus utilisées dans le renforcement du ciment, sont celles de sunn, de chanvre et de jute[11].

II.4.3. Les Fibres de Bois:

Les fibres de bois proviennent du broyage des arbres tels que les bambous ou les roseaux. Elles sont généralement courtes. Plusieurs chercheurs ont montré l'efficacité de ces fibres dans le renforcement des ciments[11].

II.4.4. Les Fibres de Surface:

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

Il est à noter que, les fibres de palmier, qui entourent son tronc, appartiennent à cette famille de fibres[11].

II.5. Principales catégories de fibres végétales:

II.5.1.Fibres libériennes (extraites de la partie extérieure de la tige):

Lin, chanvre, jute, kénaïf, ramie

1.Le lin:

Le lin est une fibre provenant de la tige de la plante. L'extraction de la fibre utile du reste de la plante requiert un traitement considérable. Une fois qu'elle est transformée en fil et en tissu, elle porte le nom de toile de lin. La qualité du lin varie selon les conditions de croissance, l'âge de la plante et le traitement des fibres.

Bien que sa teneur en cellulose soit élevée, le lin n'est pas une fibre aussi pure que le coton. On y trouve également de la lignine, de la pectine, du gras et de la cire. La longueur de ses fibres peut dépasser les 30 cm. Les principales composantes d'une fibre de lin sont la couche extérieure, les paquets de fibres ou fibrilles (le gros de la fibre) et un canal médullaire central[14].

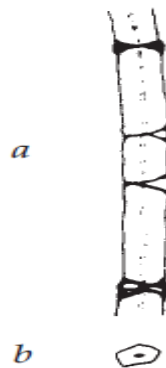


Figure II.3. a:Fibre de lin , vue longitudinale; b:Coupe transversale de la fibre de lin, montrant le canal médullaire central[14].

2.Le chanvre:

le chanvre est une plante à croissance rapide (jusqu'à 3 mètres en quelques jours) de la famille des cannabacées . cette culture trouve facilement sa place au sein d'un assolement puis qu'elle peut être implantée derrière toute autre culture mais elle intervient généralement comme une tête de rotation . son implantation est néanmoins dépendant , la plupart du temps , de la proximité avec une unité de 1^{ère} transformation la culture du chanvre procure de nombreux avantages aux producteurs et à leurs parcelles . étant donné que c'est une culture de printemps , le cycle des assolements à bas de cultures automnales est rompu . cela permet de lutter contre certains ravageurs, adventices ou maladies s'attaquant habituellement aux cultures automnales et

d'en réduire la pression . l'absence de produits phytosanitaires dans l'itinéraire technique fait du chanvre une plante écologique et permet indirectement de régénérer la structure du sol et sa fertilité [9] .

II.5.2.Fibres extraites des feuilles:

Fibres de sisal, de bananier ou de palmier

1.Le sisal:

Leur utilisation est en régression mais, en raison de leur bas prix, elles sont souvent associées aux fibres de verre afin d'abaisser le coût des pièces. On les rencontre sous forme de mat ou de fibres coupées dans les pièces moulées à haute pression [12].

2. L'abaca:

l'abaca (tagal en philippin), *musa textilis*, est une espèce de bananier originaire des philippines, mais qui pousse aussi sur les îles de bornéo et de sumatra, en indonésie. le nom de la plante est parfois écrit « abaka », mais provient de l'espagnol *abacá*, lui-même emprunté au tagalog. en moyenne, cette plante croît jusqu'à environ 6 m de hauteur.

elle a une importance économique, étant récoltée pour sa fibre, appelée chanvre de manille, extraite de ses grandes feuilles oblongues et de ses tiges. la fibre est utilisée pour fabriquer des ficelles et des cordes. elle fut cultivée à grande échelle à sumatra à partir de 1925 par les hollandais, qui en avaient observé la culture aux philippines, pour servir à la fabrication de cordages [13].

II.5.3.Fibres extraites de poils séminaux des graines:

1.Le coton:

Les fibres de coton proviennent des capsules du cotonnier, plante de la famille des malvacées. La qualité du coton dépend de sa variété et des conditions climatiques dans lesquelles il est cultivé.

D'une longueur d'environ 1 à 6 cm, les fibres de coton sont constituées de cellulose presque à l'état pur. Une fibre de coton est composée d'une cuticule extérieure, d'un mur primaire et secondaire (le gros de la fibre) et d'un canal médullaire central (dit lumen). À leur maturité, les fibres de coton ont des murs épais et un lumen discontinu de petite taille. Le mercerisage (procédé ayant recours à la soude caustique et à la tension), fait gonfler la fibre, la

redresse et la rend plus cylindrique, ce qui favorise son lustré, augmente sa résistance et facilite l'ajout de teinture[14].

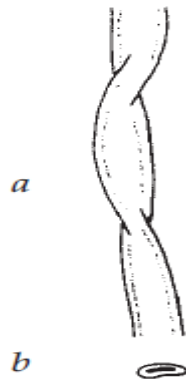


Figure II.4. a: Fibre de coton, vue longitudinale ; b: Coupe transversale de la fibre coton, montrant le canal médullaire central[14].

2.Le kapok:

Le kapok, en malais kapuk, est une fibre végétale que l'on tire de fruits de plusieurs arbres de la famille des bombacaceae. on utilise plus particulièrement ceux de *ceiba pentandra*, le kapokier (aussi appelé « fromager »), un grand arbre des zones tropicales, originaire de java. ceux de *bombax ceiba*, un autre fromager, peuvent également être employés . cette fibre très légère a pour caractéristique son imperméabilité et son imputrescibilité. elle est constituée par les poils fins et soyeux recouvrant les graines [13].

II.5.4.Fibres extraites de l'enveloppe du fruit:

Le coco:

les fibres sont obtenues à partir de l'écorce de la noix de coco. elles sont appelées « coir ». elles sont utilisées principalement en brosseerie pour les poils des balais [15].

II.5.5.Fibres extraites des tiges ou des troncs (paille de blé, de riz, d'orge ou d'autres cultures telles que le bambou):

II.6.Caractéristiques Physiques et Mécaniques des Fibres Végétales:

Généralement une fibre végétale est caractérisée physiquement par son diamètre sa densité et son teneur en eau et son pourcentage d'absorption d'eau. Et elle est caractérisée mécaniquement par sa résistance à la traction, son élongation à la rupture et son module d'élasticité.

Les propriétés physiques et mécaniques des fibres végétales ont été traitées par beaucoup de chercheurs . dans leur étude concernant les fibres végétales, ont constaté que la résistance à la traction et le module d'élasticité des fibres végétales sont proportionnelle à leur teneur en cellulose. Ainsi, ils ont remarqué que la résistance dépend de la forme des spirales des filaments (voir figures 1.2) ils constatent que les fibres à grand angle spiral ont une grande déformabilité, mais une faible résistance, tandis que les fibres à faible angle spirale ont une faible déformabilité et une grande résistance.

A titre d'exemple la figure1-2 schématise une fibre végétale et montre les spirales des filaments des fibres. Ce la est dû à la variation de leur composition chimiques et leur texture et spécialement l'orientation de leurs filaments et leur angle spiral[11].

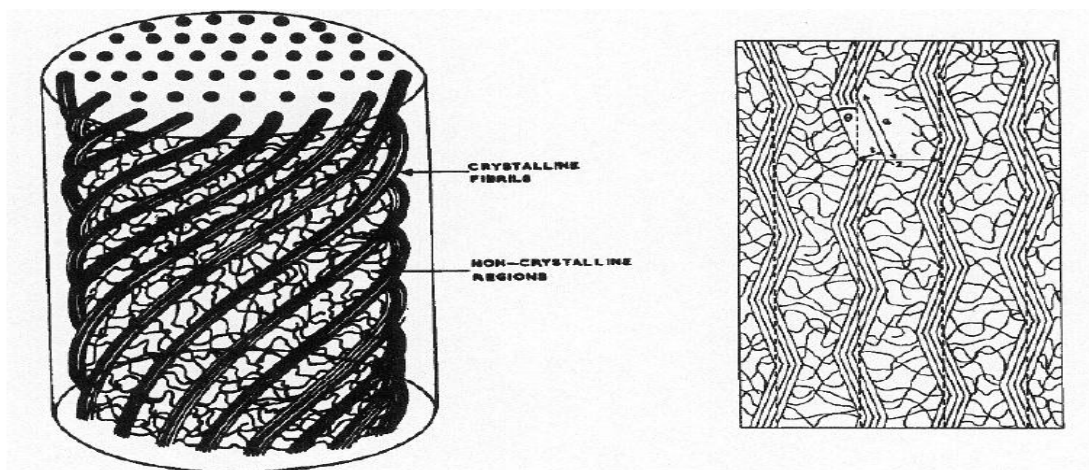


Figure II.4 : Schématisation des fibres végétales[11] .

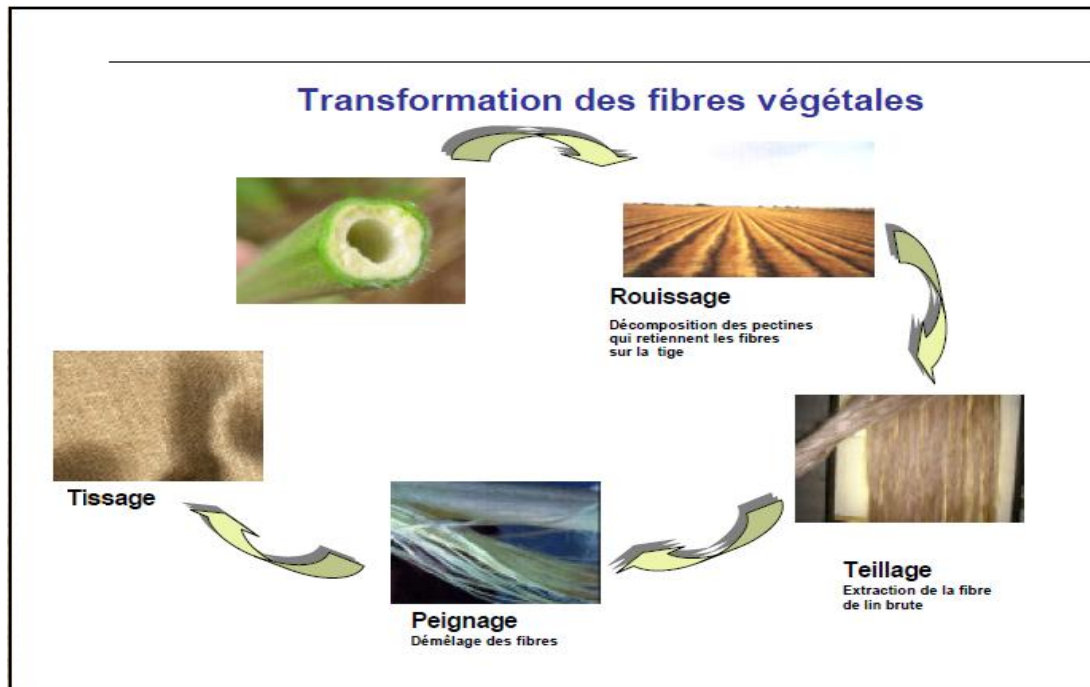


Figure II.5. Transformation des fibres végétales [16]

II.7. Quelques avantages des fibres naturelles par rapport aux fibres synthétiques :

- ❖ Densité des composites;
- ❖ Faible coût;
- ❖ Biodégradabilité;
- ❖ Ressource renouvelable[16].

II.8.Applications limitées de ces fibres dans le domaine du composite:

- ❖ Mise en place de filière de production et de distribution pour répondre aux besoins de l'industrie;
- ❖ Augmentation des connaissances sur ces matériaux (performances, gestion, maîtrise de la biodégradabilité, identifications de ces structures complexes...);
- ❖ Développement de préparation de surface des fibres (ensimage);
- ❖ Développement de technologies industrielles pour transformer ces fibres végétales;
- ❖ Valider le choix de ces fibres dans le cadre d'une démarche d'écoconception [16].

CHAPITRE III

Matériaux composite

III. Matériaux composite:

III .1. Définition d'un matériau composite:

Un matériau composite peut être défini d'une manière générale comme l'assemblage de ou plusieurs matériaux. On appelle de façon courante « matériaux composites » deux arrangements de fibres qui sont noyés dans une matrice. La matrice assure la des l'orientation des fibres, elle permet également de transmettre les sollicitations cohésion et auxquelles sont soumises les pièces. il existe aujourd'hui un grand nombre de matériaux composites que l'on classe généralement en trois familles en fonction de la nature de la matrice :

- ❖ Les composites à matrices organiques (CMO) qui constituent, de loin, les volumes les plus importants aujourd'hui à l'échelle industrielle ;
- ❖ Les composites à matrices céramiques (CMC) réservés aux applications de très haute technicité et travaillant à haute température comme dans les domaines spatial nucléaire et militaire, ainsi que le freinage ;
- ❖ les composites à matrices métalliques (CMM) intéressent les concepteurs des industries automobiles, électroniques et de loisirs pour répondre à des exigences mécaniques spécifiques .

Les composites trouvent leurs principales applications dans le transport aérien, maritime et ferroviaire, le bâtiment, l'aérospatial ainsi que les sports et loisirs, notamment grâce à leur bonne tenue mécanique comparable aux matériaux homogènes comme l'acier et à leur faible masse volumique [6] .

III.2 Constituants des matériaux composites:

Les matériaux composites sont constitués principalement:

- ❖ D'une matrice à laquelle sont ajoutés, dans certains composites des charges
- ❖ un renfort

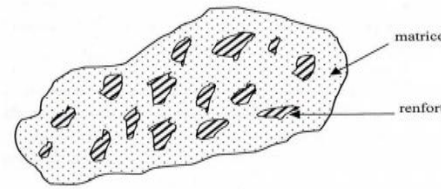


Fig (III.1) : Matériaux composite [6].

III .3 Structure du composite:

Les structures des matériaux composites peuvent être classées en trois types :

- ❖ Les monocouches ;
- ❖ Les stratifiées ;
- ❖ Les sandwiches [6].

III.3.1 Les monocouches:

Les monocouches représentent l'élément de base de la structure composite. Les différents types de monocouches sont caractérisés par la forme du renfort : à fibres longues (unidirectionnelles 1D, réparties aléatoirement), à fibres tissées à fibres courtes.

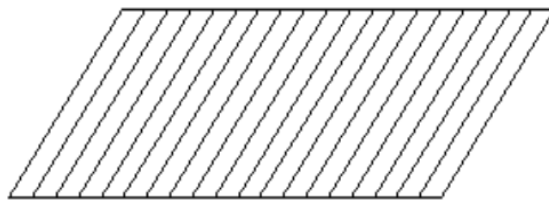


Fig.(III .2):composite monocouche[6].

III .3.2 Les stratifiées:

Un stratifié est constitué d'un empilement de monocouches ayant chacun une orientation propre par rapport à un référentiel commun aux couches et désigné comme le référentiel du stratifié. Le choix de l'empilement et plus particulièrement des orientations permettra d'avoir des propriétés mécaniques spécifiques [6].

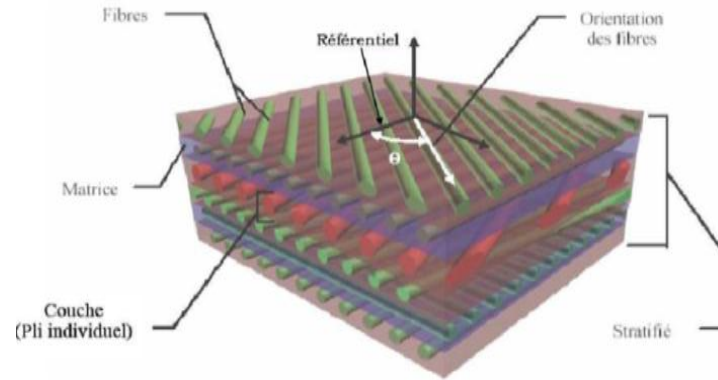


Fig.(III.3) : composite stratifié [6].

III.3.3 Les sandwichs:

Les matériaux composites de types sandwichs sont principalement constitués de deux composants nommés peau et noyau :

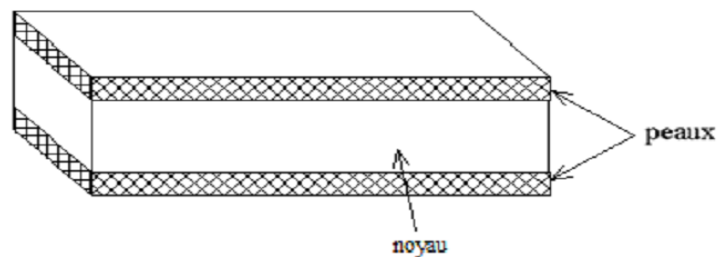


Fig.(III.4):Composite sandwichs[6].

III.4.Matrices:

Dans un grand nombre de cas, la matrice constituant le matériau composite est une résine polymère. Les résines polymères existent en grand nombre et chacune à un domaine particulier d'utilisation. Dans les applications où la tenue de la structure aux très hautes températures est requise, des matériaux composites à matrice métallique, céramique ou carbonées ont été utilisés. Dans le cas des matériaux en carbone des températures de 2200°C peuvent être atteintes. La classification des types de matrices couramment rencontrées est donnée sur la figure (III.5) :

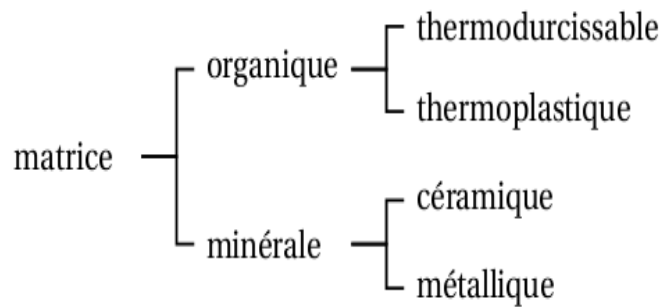


Fig. (III.5): type de matrice [17].

III .4.1.Résines thermodurcissables:

Les résines thermodurcissables ont des propriétés mécaniques élevées. Ces résines ne peuvent être mises en forme qu'une seule fois. Elles sont en solution sous forme de polymère non réticulé en suspension dans des solvants.

Les résines polyesters insaturées, les résines de condensation (phénoliques, aminoplastes, franciques) et les résines époxy sont des résines thermodurcissables.

Les exemples de résines thermodurcissables classiquement rencontrées sont 914 , 5208 , 70 LY556 les matériaux les plus performant sont des caractéristiques mécaniques élevées et une masse volumique faible. Ces caractéristiques sont présentées dans le tableau (III. 1) :

résines	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$\rho \text{ (Kg/m}^3\text{)}$	$\epsilon_t^R(\%)$	$\sigma_t^R \text{ (MPa)}$	$\sigma_c^R \text{ (MPa)}$	E (GPa)
polyesters	60 à 100	1 140	2 à 5	50 à 85	90 à 200	2,8 à 3,6
phénoliques	120	1 200	2,5	40	250	3 à 5
epoxydes	290	1 100 à 1 500	2 à 5	60 à 80	250	3 à 5

Tableau(III. 1) :Caractéristiques des résines thermodurcissables [17] .

III .4.2.Résines thermoplastiques:

Les résines thermoplastiques ont des propriétés mécaniques faibles. Ces résines sont solides et nécessitent une transformation à très haute température. Les polychlorures de vinyle (PVC), les polyéthylènes, polypropylène, polystyrène, polycarbonate polyamide sont quelques exemples de ces résines thermoplastiques. Les résines thermoplastiques classiquement rencontrées sont PEEK, K3Bc . De même que pour les résines thermodurcissables, les matériaux les plus performants ont des caractéristiques mécaniques élevées et une masse volumique faible : ces dernières sont présentées dans le tableau (III .2) :

résines	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$\epsilon_t^R(\%)$	$\sigma_t^R \text{ (MPa)}$	$\sigma_c^R \text{ (MPa)}$	E (GPa)
polyamide	65 à 100	1 140		60 à 85		1,2 à 2,5
polypropylène	900	1 200		20 à 35		1,1 à 1,4

Tableau (III. 2) -Caractéristiques des résines thermoplastiques [17].

III.5.Les renforts :

Les renforts contribuent à améliorer la résistance mécanique et la rigidité des matériaux composites et se présentent sous forme filamentaire, allant de la particule de forme allongée à la fibre continue qui donne au matériau un effet de résistance orientée [18].

III .5.1.Les différentes natures de renfort:

III .5.1.1.Fibres minérales ou organiques:

1.Fibres de Carbone:

Les fibres de carbone ont de très fortes propriétés mécaniques et sont élaborées à partir d'un polymère de base, appelé précurseur. Actuellement , les fibres précurseurs utilisées sont des fibres acrylique s'éla borées à partir du polyacrylonitrile (PAN). La qualité des fibres de carbone finales dépend fortement des qualités du précurseur Le principe d'élaboration est de faire subir aux fibres acryliques une décomposition thermique sans fusion des fibres aboutissant à une graphitisation. Le brai qui est un résidu de raffinerie issu du pétrole ou de la houille est également utilisé pour produire des fibres de carbone[17].

2.Fibres de verre:

Les fibres de verre ont un excellent rapport performance prix qui les placent de loin au premier rang des renforts utilisés actuellement dans la construction de structures composites[17].

3.Fibre aramide:

Souvent appelée KEVLAR, la fibre d' aramide est issue de la chimie des polyamides aromatiques. Il est possible de trouver deux types de fibres d'aramide de rigidités différentes:

- ❖ les fibres bas module : utilisées pour les câbles et les gilets pare-balles
- ❖ les fibres haut module : employées dans le renforcement pour les composites hautes performances [5].

4. Les fibres de polyéthylène de haut module:

Elles présentent une très bonne résistance à la traction mais une mauvaise mouillabilité. Pour des structures peu sollicitées, on peut encore utiliser des fibres synthétiques courantes de polyamide ou polyester [5].

5.Fibre de silice (ou de quartz) :

Elles sont produites comme le verre, par fusion, et sont essentiellement utilisées pour leur haute tenue chimique et thermique dans les tuyères pour moteur de fusée [5].

III .5.1.2.Les fibres naturelles:

Elles pourront constituer une alternative intéressante aux fibres de verre grâce à leur plus grande recyclabilité (par incinération) lorsque leurs propriétés physiques seront mieux appréhendées. Les industriels (Sommer) et certains CRITT développent des composites avec des fibres naturelles (lin, chanvre, mais également sisal) , En outre :

- ❖ leurs propriétés mécaniques pourraient atteindre celles des fibres de verre (module de Young) ;
- ❖ la fibre se travaille très facilement avec les technologies du textile (tissage) [18] .

III.6. Avantages et inconvénients des composites :

Les composites sont préférés à d'autres matériaux parce qu'ils offrent des atouts liés à:

- ❖ leur légèreté ;
- ❖ leur résistance la corrosion et aussi à la fatigue ;
- ❖ leur insensibilité aux produits comme les graisses, les liquides hydrauliques, les peintures et les solvants ;
- ❖ leur possibilité de prendre plusieurs formes, d'intégrer des accessoires et permettre la réduction de bruit.

Cependant certains inconvénients freinent leur diffusion:

- ❖ les coûts des matières premières et des procédés de fabrication ;
- ❖ la gestion des déchets engendrés et la réglementation de plus en plus stricte .

L'industrie des matériaux composites doit donc aujourd'hui relever certains défis tels que:

- ❖ la maîtrise des émanations de produits organiques volatiles, par exemple le styrène ;
- ❖ la maîtrise des procédés de transformations et des performances des matériaux qui sous entend une très bonne connaissance des constituants mis en place ;

- ❖ la mise en place de technologies et des filières pour la gestion des déchets en fin de vie qui est la partie la plus difficile à satisfaire en raison du caractère thermostable de la plupart des composites [19].

III.7. Les grands procédés de transformation:

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites sont plus nombreux que les techniques de transformation des métaux ; toutefois leur industrialisation est encore récente ce qui engendre de nombreuses difficultés quant à la prédictibilité des résultats.

D'un point de vue industriel, on distingue principalement :

- ❖ les procédés manuels de transformation ;
- ❖ les procédés de transformation par moulage ;
- ❖ les procédés de transformation en continu ;
- ❖ les procédés de fabrication de formes de révolution [17] .

III .8.Les marches d'application des composites:

- ❖ le secteur médical ;
- ❖ les équipements de sports et loisirs ;
- ❖ la construction électrique ;
- ❖ la construction industrielle ;
- ❖ Le secteur de l'automobile[18] .

CHAPITRE IV

Parti expérimental

IV .Produits et matériels utilisés :

IV .1. Produits :

IV. 1.1. le polychlorure de vinyle (PVC) :

le PVC utilisé produit par de Skikda , Algérie .

- ❖ Formule générale : $\sim (\text{CH}_2\text{-CHCl-})_n\sim$;
- ❖ Masse molaire : $M=30000 \text{ M}$;
- ❖ Degree de polymérisation : 970 à 1070 ;
- ❖ $65 < K_w < 67$;
- ❖ Viscosities apparent : 0.89 à 0.95 ;
- ❖ Densité : $1.16 \sim 1.35$;
- ❖ $T_g = 50 \sim 80^\circ \text{C}$

IV .1.2. la fibre végétale :

La fibre végétale utilisée est origine du palmier dattier (zone de culte oued souf) . Le dattier est un palmier de 15 à 20 m de haut, au tronc cylindrique, le stipe , porte une couronne de feuilles.

Nom scientifique : Phoenix dactylifera .

IV .1.3. le solvant :

Le tetrahydrofurane THF.

- ❖ Formule chimique : $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$;
- ❖ Masse molaire : $M=72.11 \text{ g/mole}$;
- ❖ Densité : $0.886 \sim 0.889$;
- ❖ Point d'ébullition : $65 -66.5^\circ\text{C}$;

IV .2. Materials :

- ❖ Fiole jaugée 200 ml ;
- ❖ Boite de pétrie ;
- ❖ Barreau aimanté ;
- ❖ Bécher ;
- ❖ Agitateur + plaque chauffant ;
- ❖ Balance ;

- ❖ Eprouvette graduée ;
- ❖ Spatule .

IV .3. Méthode de préparation :

IV .3.1. Préparation de la fibre :

Les feuilles du palmier dattier sont séchées par exposition au soleil (après nettoyage), déchiquetées et broyées. La poudre obtenue est exposée encore une fois au soleil a fin d'éliminer au maximum l'humidité présente.

IV. 3.2. Préparation de la solution de polymère :

10 gr de polymère (PVC) sont dissoutes dans 100 ml du solvant (THF) sous agitation continue à température ambiante jusqu'à l'obtention d'une solution homogène.

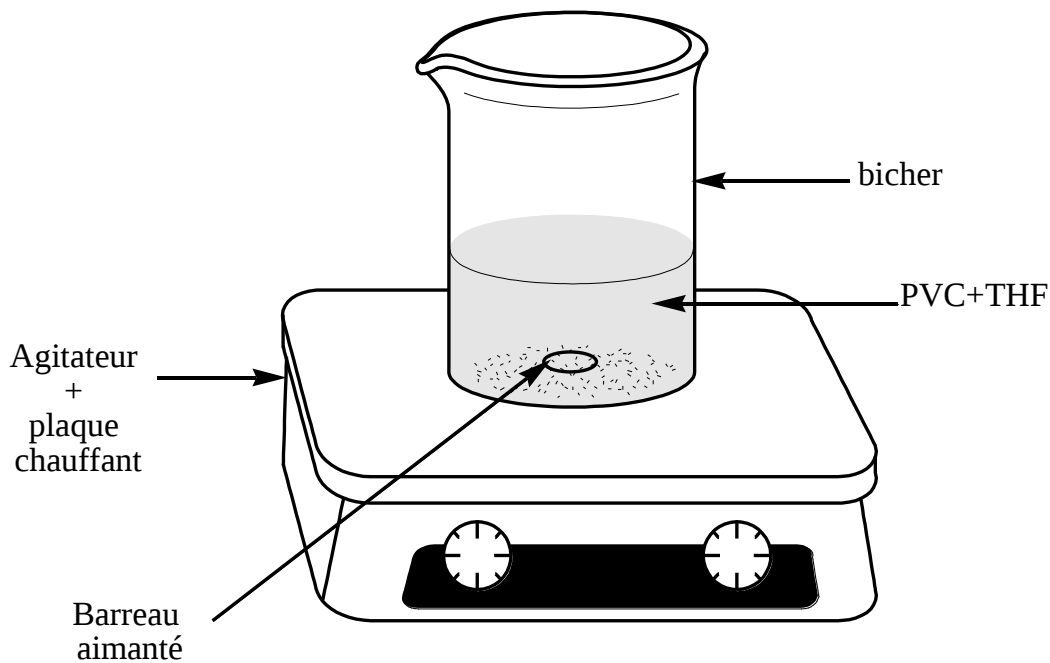


Fig. IV.1 :Schéma du mode opératoire

IV. 3.3.Préparation des composites:

Dans chacune des boites pétries,on met 20ml de la solution et une quantité déterminée de poudre de la fibre végétale sous agitation.

La composition des composites préparés sont comme suit:

Composite1: 20ml de la solution+0.2gr de fibre

Composite 2: 20ml de la solution +0.4gr de fibre

Composite 3: 20ml de la solution +0.6gr de fibre

Composite 4: 20ml de la solution +0.8gr de fibre

Composite5: 20ml de la solution +1gr de fibre

IV . 4.Obtention des films:

Les films des composites sont obtenus par évaporation du solvant a l'air libre et a temperature ambiante .

IV .5.Quelque photos sur le mode operatoire:

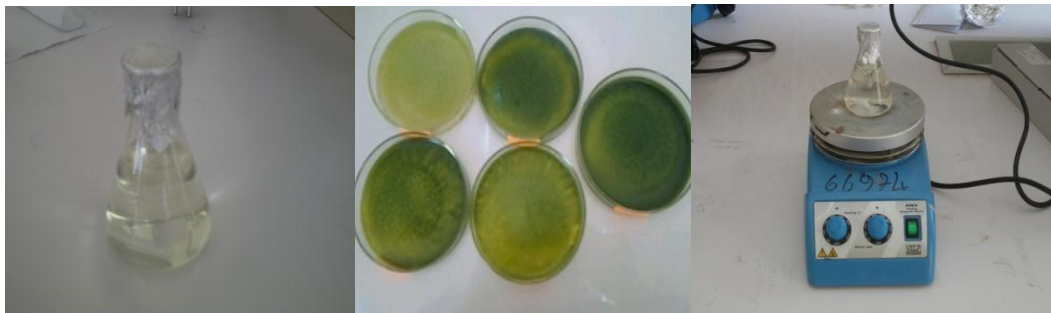


Fig IV.2 : photos sur le mode operatoire

IV .6.Structure(de surface) des films des composites:



Fig. IV.3: PVC+0g de fibre Fig. IV.4 : PVC+0.2g de fibre Fig. IV.5 :PVC+0.4g de fibre

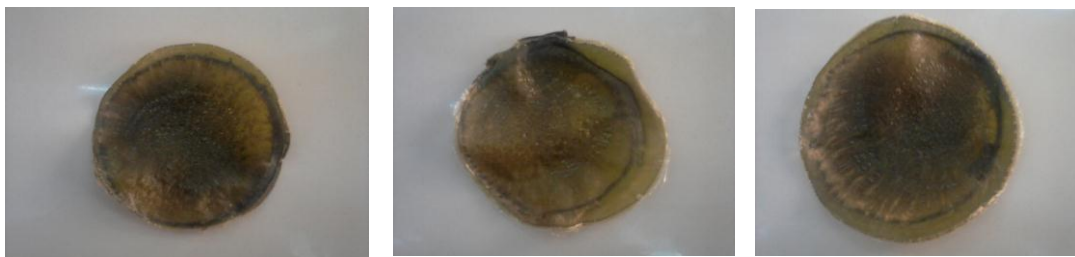


Fig. IV.6 :PVC+0.6g de fibre Fig. IV.7 :PVC+0.8g de fibre Fig. IV.8 : PVC+1g de fibre

IV .7. Résultats et discussions :

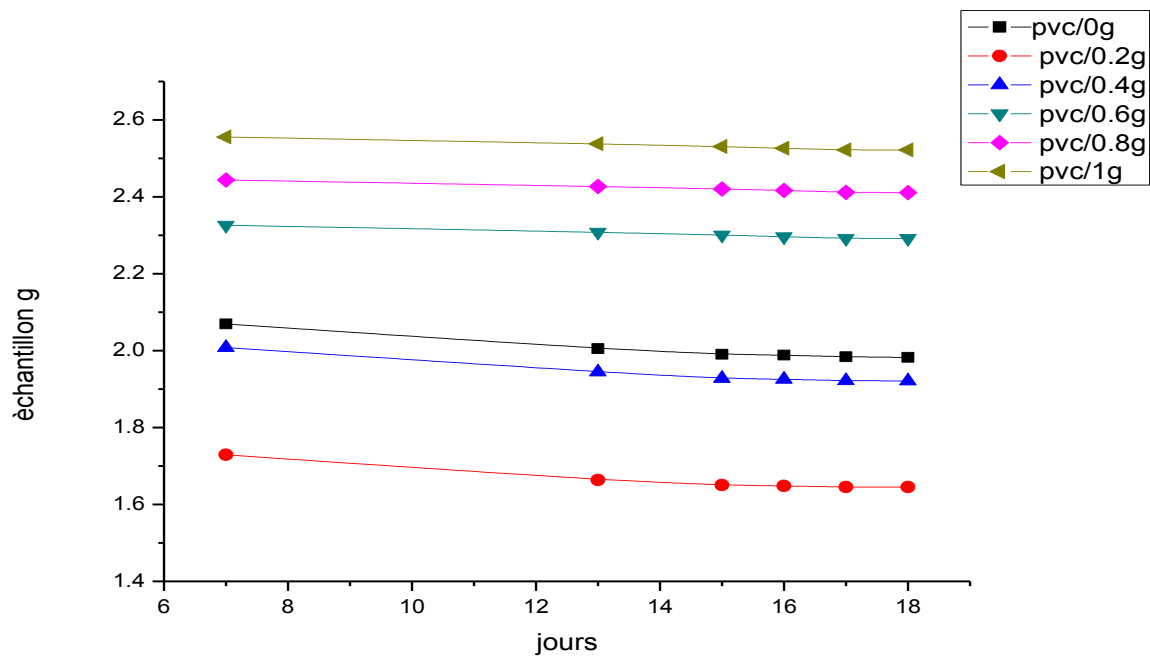


Fig. IV. 9 : la courbe de variation de poids en fonction du temps

Mesure du poids des films :

La figure (IV. 9) représente la variation du poids des films composites en fonction du temps d'évaporation du solvant (THF), on constate que le poids diminue en fonction du temps indiquant l'évaporation du solvant. Cette diminution diffère d'un composite à l'autre, ceci peut être expliquer par la différence de la morphologie des composites.

Conclusion général

Notre travail, qui est une initiation dans le domaine des composites à base d'une matrice polymère et une charge végétale, nous a permis quand même d'avoir une idée sur la préparation (méthode et conditions opératoires) et les propriétés des composites obtenus sous forme de films minces. Il en résulte que les propriétés de différents composites sont en fonction de la quantité de la charge incorporée, d'une part et d'autre part, de la quantité de la matrice polymères.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques :

- [1]: C. Thomas , D. Vincent, G. Céline , Les polymères, Université libre de bruxelles .
- [2] : K .Boudraa , Elaboration et caractérisation de réseaux de polymères interpénètres à base de monomères d'acrylate de butyle(Abu) et d'éthyle-hèxyl-acrylate (EHA): Gonflement dans des solvants isotropes , 3juillet 2006.
- [3] : M . Fontanille ,Y .Gnanou , Chimie et physico-chimie des polymères, Juin 2005.
- [4] : S .Maou ,propriétés thermiques de mélanges à base de PVC et PVC- PEHD et les phénomènes de dégradation , 2012.
- [5] : Glossaire des matériaux composites , (C.A.R.M.A) , centre d'animation régional en matériaux avances , octobre 2006
- [6] : M^{elle} M. Hadadi , Etude numérique avec comparaison expérimentale des propriétés thermo physiques des matériaux composites à matrice polymère , Master en Physique , université el Hadj Lakhdar BATNA , 2010/2011
- [7] : P. IAUDET , Structure et propriétés de fibres de nanotubes de carbone à haute énergie de rupture , DOCTEUR , L'UNIVERSITÉ BORDEAUXI , 11 Octobre 2007 .
- [8] : Diversité des paillages en fibres végétales - Dossier Paillage - Février 2006 .
- [9] : H. Bewa , A. Anjers , Evaluation de la disponibilité et l'accessibilité de fibres végétales à usages matériaux en France, mars2011.
- [10] : fibres et renforts végétaux, BP 601, F10901 TROYES cedex 9, mars 2012.
- [11] : M. ABDESSAMED , Influence des ajouts de fines minérales sur les Performances Mécaniques des Bétons Renforcés de Fibres Végétales de Palmier Dattier - magister, 06/11/2006.
- [12] : N. Beloucif , étude d'un composite ABS charge végétale , Université ferhat ABBAS de sétif , licence , 2011.
- [13] : http://fr.wikipedia.org/wiki/Mat%C3%A9riau_Abaca , 20/05/2013.
- [14] : Les fibres naturelles, notes de l'icc -1030, chemin Innés, Ottawa ON K1A 0M5 Canada
- [15] : D. Weidmann , Technologies des textiles De la fibre à l'article , 2e édition , WWW.dunod.com

[16] : H. Bindi , J. Léveque , A. Parisse , Conférences technique , (C.A.R.M.A) , 28 Septembre 2006.

[17] : L. Gornet , Généralités sur les matériaux composites , Cel-00470296 , version 1 - 6 April 2010

[18] : E. Babacar , Nouveaux matériaux composites thermoformables a base de fibres de cellulose , tel-00268828, version 1 - 1 April 2008 , 30 Janvier 2008

[19] : L. Berreur , L'industrie française des matériaux composites , 14 décembre 2001

Résumé

Notre travail consiste en la préparation des composites a base d'une matrice polymères et une charge végétale. La charge végétale a comme rôle le renforcement du matériau d'une part et de facilité la dégradation lors de l'utilisation du composites d'autre part pour des raisons environnementales.

La fibre végétale issue du palmier dattier de la région de Oued souf. Nous estimons par ce modeste préliminaire travail a réintégrer les ressources végétaux de la région dans les travaux académiques.

Mots-clés: Composite, fibre végétale, PVC, bio charge, polymère en solution.

Summary:

Our work is the preparation of composites based on a polymer matrix and a vegetable filler. Plant load as part of the building material on the one hand and ease degradation when using the composite secondly for environmental reasons.

The vegetable fiber from the date palm region Oued souf. We believe that by preliminary modest work to reintegrate the plant resources of the region in academic work.

Keywords: Composite, vegetable fiber, PVC, organic load, polymer solution.

ملخص

إن استعمال المواد المركبة أصبح في تزايد والبحوث في هذا الميدان في تطور مستمر يأتي عملنا في هذا السياق و يتمثل في اضافة الألياف النباتية المستخرجة من سعف النخيل-في منطقته واد سوف- إلى نوع من المبلمرات ألا وهو PVC ويكون الخلط بالاذابه. العينات التي تحصلنا عليها أخذنا صور لسطحها كما قمنا بقياس وزنها.

كلمات مفتاحيه: مركب، والألياف النباتية، بولي كلوريد الفينيل، الحمل العضوي، حل البوليمر