



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued
Faculté de la Technologie



Mémoire de Fin d'Etude
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie des procédés
Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

Ben Abdelhamid Belgacem

Kerrouchi Ali

Thème

*Elaboration d'un filtre composite à base
d'une matrice polymère PVC et l'étude de
sa capacité pour la filtration des eaux
polluées*

Soutenu le 05/06/2018

Devant le Jurés :

Mr. B. Khaled

Président

Université d'El Oued.

Mr. O. Ben mya

Examinateur

Université d'El Oued.

Mr. A. Boughezal

Rapporteur

Université d'El Oued.

2017/2018



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



Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued

Faculté de la Technologie

Mémoire de Fin d'Etude

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie des procédés

Spécialité: Génie chimique

Présenté par:

Ben Abdelhamid Belgacem

Kerrouchi Ali

Thème

*Elaboration d'un filtre composite à base
d'une matrice polymère PVC et l'étude de
sa capacité pour la filtration des eaux
polluées*

Soutenu le 05/06/2018

Devant le Jury:

Mr. B. Khaled

Président

Université d'El Oued.

Mr. O. Ben mya

Examineur

Université d'El Oued.

Mr. A. Boughezal

Rapporteur

Université d'El Oued.

2017/2018

Remerciements

*Nous remercions Dieu tout puissant clément et miséricordieux. Nous tenons, avant tout, à exprimer notre profonde gratitude à monsieur **Abdeslam Boughezal**, notre encadreur et qui a assumé la direction de ce travail. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de nos reconnaissances pour son dévouement, sa patience, sa disponibilité, ses conseils et son aide constant qu'il nous a apporté tout au long de ce travail*

Nous adressons nos vifs remerciements à tous les enseignants du département de génie des procédés qui par leur enseignement, leur encouragement et leur aide ont contribué à notre formation durant toutes nos études à l'Université d' Echahid Hamma Lakhdar

El-Oued .

Nous tenons à remercier, également, tous les ingénieurs du laboratoire de GP pour leurs aides et contributions permanentes.

Enfin, que toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, soient chaleureusement remerciées.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a oeuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et soeurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes professeurs qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Ben abdelhamid Belgacem

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de
l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure
bonne santé et longue vie.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de
et bien sur A mes frères: «

maamar et abd elrazak,aicha .

sans oublié ma grand-mère et mes

beaux-parents que j'aime.

A toute ma famille, et mes amis:

mahmoud ,lakel ,...

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce
projet soit possible, je vous dis merci.

Kerrouchi Ali



Sommaire

sommaire

| | |
|--|-----|
| liste des figures..... | I |
| liste des tableaux..... | II |
| abréviations et symboles..... | III |
| Introduction générale..... | 01 |
| Chapitre I : LES POLYMERES | |
| I.1.Introduction..... | 02 |
| I.2. Historique..... | 02 |
| I.3 . Notions sur les polymères..... | 05 |
| I.4. Définitions..... | 05 |
| I.4.1. Monomères..... | 05 |
| I.4.2. Polymère..... | 06 |
| I.5. Procédés d'obtention des polymères..... | 06 |
| I.5.1. Les polymères naturels..... | 06 |
| I.5.2. Les polymères artificiels..... | 06 |
| I.5 .3. Les polymères synthétiques..... | 07 |
| I.6. Propriétés des polymères..... | 07 |
| I.6. 1. Propriétés physiques des polymères..... | 07 |
| I.6.2. Propriétés thermiques..... | 08 |
| I.6.2.1. La température..... | 08 |
| I.7. Applications des polymères..... | 08 |
| I.8. Le PVC (polychlorure de vinyle)..... | 09 |
| I.8.1. Introduction..... | 09 |
| I.9. Définition le PVC (polychlorure de vinyle)..... | 10 |
| I.10. Structure du PVC..... | 10 |
| I.11.Utilité et domaine d'application PVC..... | 11 |

| | |
|--|----|
| I.11.1. Les applications les plus importantes utilisées..... | 11 |
|--|----|

Chapitre II: les composites polymères et la filtration

| | |
|---|----|
| I.1. Généralité sur les composites..... | 12 |
| II.1.1. La matrice..... | 12 |
| II.1.2. Le renfort..... | 13 |
| II.1.3. Remarques..... | 14 |
| II.1.4. Différence entre la matrice et Le renfort..... | 14 |
| II.1.5. Quelques exemples des matériaux composites..... | 15 |
| II.2. Composites renforcés par des fibres naturelles..... | 16 |
| II.3. Fibres naturelles..... | 17 |
| II.4. Source des fibres naturelles..... | 17 |
| II.4.1. Fibres végétales..... | 18 |
| II.4.1.1. Classification des fibres végétales..... | 19 |
| II.4.2. Fibres animales..... | 19 |
| II.4.3. Fibres minérales..... | 19 |
| II.5. Les membranes dans la filtration..... | 20 |
| II.5.1. Les membranes..... | 20 |
| II.5.2. Les modules membranaires..... | 20 |
| II.6. Composite à basse de fibres du palmier dattier..... | 21 |
| II.6.1. Description et zone de culture..... | 21 |
| II.6.2. palmiers Dattes | 22 |

CHAPITRE III :PARTIE EXPERIMENTALE

| | |
|---|----|
| III .1.Méthodologie expérimentale..... | 24 |
| III.1.1 produits et matériels..... | 24 |
| III.1.1 .1 .Les produits..... | 24 |
| III.1.1 .2 .Le matériel..... | 25 |
| III.1.2.Méthode de préparation..... | 26 |
| III.1.2.1. Préparation des fibres du palmier dattier..... | 26 |
| III.1.2. 2.Préparation des composites..... | 29 |
| III .1.3.Les appareils utilisés..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| III .1.3. 1. Spectrophotométrie infrarouge..... | 31 |
| III .1.3. 2. Spectrophotométrie d'absorption UV-visible..... | 32 |
| III .1.3.3. Mesures et tests expérimentales..... | 33 |
| III .2. Résultats et discussion..... | 34 |
| III .2.1. Caractérisation par IRTF | 34 |
| III .2.2. Variation du poids des films composites | 36 |
| III .2.3. Le taux d'absorption d'eau | 37 |
| III .2.4. Test de filtration (cas du bleu de méthylène) | 40 |
| Conclusion générale..... | 45 |
| Références bibliographiques..... | 46 |
| ANNEXES..... | 49 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : La constitution d'un polymère | 06 |
| Figure II.1 : Structure simplifiée matériau composite..... | 12 |
| Figure II.2 : Types de matrice | 13 |
| Figure II.3 : Types de renfort | 14 |
| Figure II.4 : Différentes matières naturelles animales, végétales et minérales..... | 17 |
| Figure II.5 : Représentation schématique d'un procédé de séparation membranaire... | 21 |
| Figure II.6 : Présentation schématique d'un palmier dattier..... | 22 |
| Figure III.1 : Poudre de PVC..... | 24 |
| Figure III.2 : Ulves de Palmier dattier..... | 24 |
| Figure III.3 : Collecte et broyage des fibres | 26 |
| Figure III .4 : Image de l'appareillage d'extraction par solvant | 27 |
| Figure III .5: Image de l'opération de lavage par de l'eau distillée | 27 |
| Figure III .6: Image de la fibre du palmier dattier,(A) avant traitement (B)après traitement par NaOH..... | 28 |
| Figure III.7: Image de la rebroyage de la fibre..... | 28 |
| Figure III .8 : Composite 1 | 29 |
| Figure III .9: Composite 2 | 29 |
| Figure III .10 : Composite 3..... | 29 |
| Figure III .11 : le spectrophotomètre infrarouge utilisé..... | 30 |
| Figure III.12: le spectrophotomètre UV-visible utilisé..... | 31 |
| Figure III.13: Image du dispositif de filtration (à gauche)et schéma simplifier(droite)..... | 33 |
| Figure III.14: Spectre IR pour les différence 3 types de fibre | 35 |
| Figure III.15: Spectre IR pour les 3 types des composites..... | 35 |
| Figure III.16 : La variation du poids des membranes composites en fonction du temps d'évaporation du solvant | 36 |
| Figure III.17: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température ambient | 38 |
| Figure III.18: Histogrammes de variation du taux d'absorption des composites à température ambiante | 38 |
| Figure III.19: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température de à 40 °C | 39 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure III.20: Histogramme de variation du taux d'absorption des composites de à 40 °C..... | 39 |
| Figure III.21: La courbe d'étalonnage du bleu de méthylène | 41 |
| Figure III.22: Échantillon avant la filtration | 41 |
| Figure III.23: Échantillon après la filtration | 41 |
| Figure III.24: Membrane vierge | 42 |
| Figure III.25 : Membrane après filtration..... | 42 |
| Figure III.26: Spectre IR (avant et après filtré)..... | 42 |
| Figure III.27: Image montrant l'effet de la durée de filtration | 43 |
| Figure III.28: Variation de l'absorbance en fonction de la durée de filtration (temps)..... | 44 |
| Figure III.29: Histogrammes de la variation de la capacité de filtration en fonction du temps..... | 44 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I.1 : montre des étapes importantes dans l'histoire des polymères..... | 3 |
| Tableau II.1 : Exemples des matériaux composites..... | 15 |
| Tableau III.1 : La composition de différents composites membranes préparés | 29 |

Abbreviations des symboles

| Symboles | Désignation |
|---------------------------------|------------------------------------|
| PVC | polychlorure de vinyle |
| CVM | chlorure de vinyle monomère |
| UV-visible | L'ultraviolet et visible |
| UV | rayonnement ultraviolet |
| PE | polyéthylène |
| PP | Polypropylène |
| PS | polystyrènes |
| PU | Polyuréthannes |
| Tg | Température de transition vitreuse |
| Tf | Température de fusion |
| Kg | kilogramme |
| m | Mètre |
| FV | Fibre vegetal |
| FPD | fibres de palmier dattier |
| THF | Tétrahydrofurane |
| NaOH | Hydroxyde de sodium |
| C ₂ H ₆ O | Ethanol |
| MMC | Métal Matrix Composites |
| IMC | Intermétallique Matrix Composites |
| CCC | Carbone- Carbone Composites |
| PMC | Polymère Matrix Composites |

Introduction générale

Introduction general

Les matériaux composites sont d'une grande importance dans la vie quotidienne, ils ne cessent de se développer d'un jour à l'autre en remplaçant d'autres matériaux conventionnels tels que l'acier, le cuivre, l'aluminium....etc. Ce développement est la première cause de la diversification et d'élargissement de leurs domaines d'applications.

Parmi ces domaines dont trouve ces matériaux leurs applications, la filtration membranaire des eaux polluées. C'est un axe très intéressant en matière de la recherche scientifique visant la préservation de l'environnement.

L'objectif de notre travail est d'élaborer une membrane composite à base d'une matrice polymère et d'une fibre végétale (palmier dattier ou *phoenix dactylifera*) et d'exploiter par la suite sa capacité de filtration d'une eau polluée par un colorant synthétique en basant sur quelques paramètres a savoir le rapport matrice/fibre, le traitement de la fibre, type du solvant.....etc.

Notre manuscrit est répartie en trois chapitres. Dont deux constitue la partie théorique. Il est subdivisé comme suit :

- Le chapitre 1 traite les notions de base sur les polymères et leurs applications ;
- Le chapitre 2 se focalise sur les composites polymères et leurs utilisations dans le domaine de la filtration ;
- Le chapitre 3, constitue la partie pratique, présente en premier la méthodologie expérimentale et en second les résultats et leurs discussions.

Partie Theorique



Chapitre I:

Généralité sur les polymères

Chapitre I : Généralité sur les polymères

I.1. Introduction :

Le terme plastique est devenu le nom générique des composés organiques Macromoléculaires. Les matériaux polymères sont utilisés pour leurs propriétés mécaniques et leurs Aptitudes à être facilement mis en forme. Ces qualités sont liées à la structure qui se décline à différents niveaux : de l'agencement des différents atomes et groupes d'atomes qui constituent la molécule de polymère (macromolécule) jusqu'à celui du matériau constituant l'objet final.

Le terme générique de matière plastique ne désigne pas un matériau unique. Comme le terme métal ne désigne pas uniquement le fer ou l'aluminium, la matière plastique désigne de manière générique des matériaux qui diffèrent les uns des autres par leurs Structures, leurs modes d'obtention, leurs compositions et leurs propriétés.

Tous les plastiques ont néanmoins une chose en commun : ils sont constitués de grandes chaînes moléculaires aussi appelées macromolécules. L'unité de base de ces chaînes est les monomères, ces macromolécules, et donc par extension les matières plastiques, sont également appelés polymères [1].

I.2. Historique :

Le terme de polymère a été utilisé pour la première fois en 1832 par Jacob Jacobs Pericleus. Historiquement, les polymères naturels ont été utilisés par les humains sous la forme de matériaux ou de fibres de tissus. La rareté de certains chercheurs s'est mobilisée à la fin du XIXe siècle, en convertissant chimiquement des polymères naturels et en générant des polymères synthétiques. Ainsi, ils ont créé une nitrocellulose (celluloïd, soie artificielle) pour remplacer la boutique de soie ivoire ... ou de nouvelles propriétés qui pourraient conduire à de nouvelles applications de matériaux (ébonite avec vulcanisation maximale du caoutchouc naturel).

Il a franchi une étape importante avec la production industrielle des premiers polymères synthétiques (bakélite et caoutchouc synthétique). Mais dans la théorie de Stodinger, sa diversité a augmenté de façon spectaculaire. L'utilisateur principal et la plupart des polymères vinyliques synthétiques utilisés aujourd'hui proviennent de son travail.

Les polymères ont été utilisés dans la décennie 1940-1950 pour remplacer de nombreux matériaux traditionnels. Ce processus n'est pas toujours fait avec le sérieux que vous méritez, résultant en une réputation pour les antiquités de mauvaise qualité. La recherche dans les laboratoires industriels et académiques et de surmonter les principales lacunes des polymères, qui sont maintenant utilisés dans des applications plus sophistiquées dans les domaines de la technologie de pointe.

Le jury du Nobel a voulu honorer ce jeune drapeau en décernant des prix Chimie ou physique dans plusieurs de ses représentants : Le STAUDINGER commencer bonus, mais nous pouvons aussi mentionner Zeigler Natta Flory Trinity MC Dyadmad, Shirakawa, émigre récemment, une autre Trinité Chauvin, Grubbs et Schrock. Pierre Gilles de Jeunes a également été honoré par le jury du prix Nobel. Les polymères n'étaient qu'un de ses domaines d'intérêt, mais son nom est connu de tous les scientifiques pour ses théories sur les polymères.

Les matières plastiques sont le fruit et le produit humain le plus important découvert par l'homme et développé jusqu'à devenir le matériau industriel principal dans les temps modernes, où les progrès scientifiques et technologiques réalisés aujourd'hui peuvent produire de nombreux nouveaux types de matières plastiques. Beaucoup de nouvelles espèces arrivent sur la route. Le tableau montre des étapes importantes dans l'histoire des polymères :

| | |
|-------------|--|
| 1838 | A. PAYEN identifie un composé de formule $(C_6H_{10}O_5)_n$ qu'il a extrait du bois et auquel il donne le nom de cellulose. |
| 1844 | Ch. GOODYEAR réalise la vulcanisation du caoutchouc naturel au moyen du soufre. |
| 1846 | C. SCHONBEIN prépare le premier polymère « artificiel », la nitrocellulose, par estérification de la cellulose au moyen d'un mélange sulfo-nitrique. |
| 1866 | découverte du polystyrène par M. BERTHELOT. |
| 1883 | la "soie artificielle" est obtenue par H. de CHARDONNET, par filage d'une solution concentrée de nitrocellulose |
| 1907 | premiers caoutchoucs synthétiques par polymérisation de diènes conjugués, par A. HOFMANN. |

| | |
|------------------|---|
| 1910 | industrialisation du procédé de production du premier polymère synthétique, par L. BAEKELAND ; les résines phénol-formol sont produits sous le nom de "bakélite". |
| 1919 | H. STAUDINGER propose sa théorie macromoléculaire, ouvrant ainsi la voie à la science et à la technologie des polymères. |
| 1925 | confirmation de la théorie macromoléculaire par Th. SVEDBERG ; il réussit à mesurer la masse molaire d'un polymère, par ultracentrifugation. |
| 1928 | K. MEYER et H. MARK établissent le lien entre structure moléculaire et structure cristallographique des polymères. |
| 1933 | polymérisation radicalaire de l'éthylène sous haute pression, par E. FAWCETT et R. GIBSON (I.C.I.). |
| 1938 | premiers polyamides synthétiques ("nylons") par W. CAROTHERS (Du Pont de Nemours). |
| 1942 | P. FLORY et M. HUGGINS proposent la première théorie sur le comportement des polymères en solution. |
| 1943 | la famille des polyuréthanes est découverte par O. BAYER. |
| 1947 | T. Alfrey et C. Price proposent la théorie de la copolymérisation en chaîne. |
| 1953 | F. CRICK et J. WATSON (Prix Nobel de médecine 1962) proposent la structure en double hélice de l'ADN. |
| 1953 | K. ZIEGLER polymérise l'éthylène sous basse pression. |
| 1954 | G. NATTA découvre le polypropène isostatique. |
| 1955 | établissement d'une relation entre le temps de relaxation des chaînes et l'écart à la température de transition vitreuse par M. WILLIAMS, R. LANDEL et J. FERRY. |
| 1956 | découverte de la polymérisation « vivante » par M. SZWARC. |
| 1957 | premiers monocristaux polymères obtenus par A. KELLER. |
| 1959 | mise au point de la chromatographie d'exclusion stérique par J. MOORE. |
| 1960 | Découverte des élastomères thermoplastiques à partir des copolymères à blocs. |
| 1970/1980 | formulation des lois d'échelle et notion de reptation des chaînes polymères à l'état fondu, par P-G. de GENNES. |
| 1974 | Développement des polyamides aromatiques par la firme Du Pont de Nemours. |

| | |
|-------------|--|
| 1980 | W. KAMINSKY et H. SINN utilisent la combinaison aluminoxanes/métallocènes, pour la polymérisation des oléfines. |
| 1982 | T. OTSU introduit la notion de contrôle de la polymérisation radicalaire. |
| 1986 | les premiers dendrimères sont synthétisés par D. TOMALIA. |
| 1994 | la polymérisation radicalaire contrôlée par transfert d'atome, une méthode mise au point par M. SAWAMOTO et K MATYJASZEWSKI |
| 2000 | H. SHIRAKAWA, A.J. HEEGER et A.G. Mc DIARMID obtiennent le Prix Nobel de Chimie pour leurs travaux sur les polymères conducteurs intrinsèques. |
| 2005 | Prix Nobel de Chimie pour Y. CHAUVIN, R. GRUBBS et R. SCHROCK, pour leurs travaux sur la réaction de métathèse et son application aux polymères [2]. |

Tableau I.1 : montre des étapes importantes dans l'histoire des polymères

I.3. Notions sur les polymères :

Un polymère peut être défini comme un système formé par un ensemble de macromolécules. La notion de polymère a été définie pour la première fois par Staudiger dans les années 1920, et la notion de macromolécules s'est imposée dans les années 1930 après s'être opposée à la théorie « micellaire ». Une macromolécule est une « grande » molécule d'origine naturelle ou synthétique, contenant généralement des atomes de C, H, O, N... en grand nombre.

I.4. Définition :

I.4.1. Monomères :

Ce sont les composés de base des polymères. Relevant de la chimie organique, ils associent par des liaisons covalentes des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, plus éventuellement des atomes de chlore, de fluor, de soufre, etc. Chaque atome de carbone, tétravalent, est relié aux atomes voisins par quatre liaisons covalentes, orientés dans l'espace vers les quatre sommets d'un tétraèdre régulier [3].

I.4.2. Polymère :

Un polymère est une macromolécule formée de l'enchaînement covalent d'un très grand nombre d'unités de répétition qui dérivent d'un ou de plusieurs monomères (qui sont également appelées motifs) et préparée à partir de molécules appelées monomère [4].

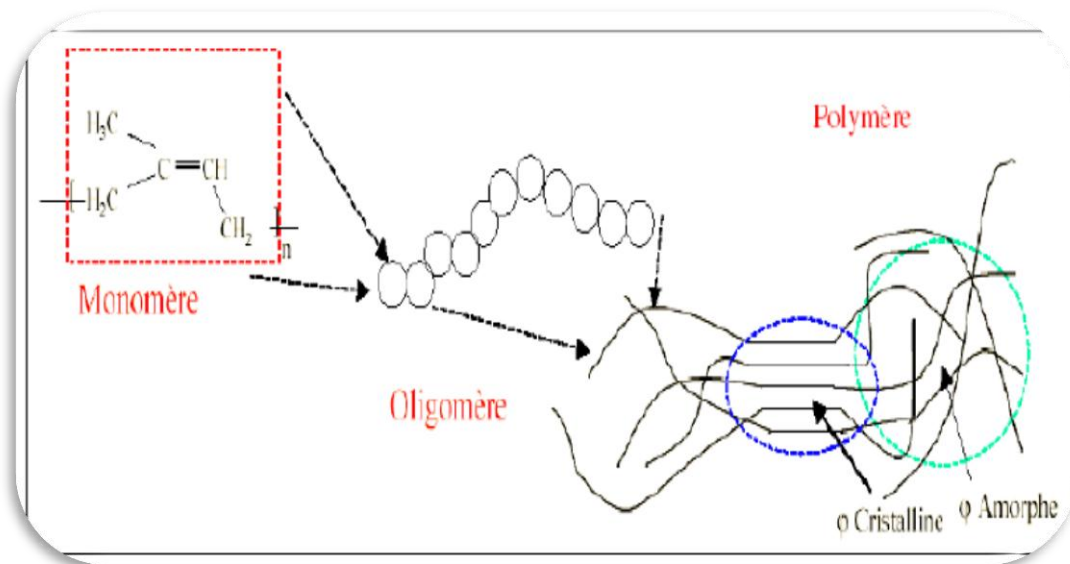


Figure 1- 1 : La constitution d'un polymère [5]

I.5.Procédés d'obtention des polymères :

Les polymères peuvent être obtenus à partir de trois métaux :

I.5.1. Les polymères naturels :

Ils sont d'origine végétale ou animale, par exemple le bois et le coton Caoutchouc naturel, glandes végétales, laine, cuir, poils et peluches La soie naturelle, tous les polymères naturels, est essentielle à notre vie quotidienne et à notre alimentation Quels sont les polymères naturels : amidon, protéines et cellulose [5,6].

I.5.2. Les polymères artificiels :

Les polymères synthétiques sont obtenus en modifiant chimiquement des polymères naturels, afin de convertir Certains de leurs biens. Ester cellulose (nitrocellulose, acétate de cellulose, ...etc.) Il a toujours été d'une grande importance économique.

I.5.3. Les polymères synthétiques :

Il est entièrement dérivé du génie humain, les particules uniques qui permettent de les obtenir non trouvés dans la nature. Cependant, on peut observer que les structures produites par la synthèse sont souvent proches de celles des polymères naturels. Leur diversité est extrême, et ce sont elles qui seront considérées le plus souvent par la suite [2]

I.6. Propriétés des polymères

Les propriétés des matériaux polymères sont beaucoup plus sensibles que celles des métaux aux influences extérieures telles que la température, la dureté, l'intensité de la contrainte appliquée, les radiations UV et les agents chimiques. Leur module d'élasticité est en général inférieur de deux ordres de grandeur à celui des métaux [1].

Les caractéristiques de résistance peuvent différer seulement d'un ordre de grandeur. Hormis les paramètres spécifiques ou matériaux (masse molaire, taux de ramification, mobilité des chaînes, taux de réticulation...) et les conditions extérieures (humidité, agents chimiques, température, vitesse de sollicitation, type et intensité des contraintes appliquées).

I.6. 1. Propriétés physiques des polymères :

Avant tout, rappelons qu'il existe une grande variété de matières plastiques, tout comme il existe un grand nombre d'alliages métalliques, une des caractéristiques physiques générales des polymères est :

La masse volumique : La masse volumique des matières plastiques est peu élevée. La légèreté des polymères est sans aucun doute une des qualités qui a le plus largement contribué à leur diffusion. En ce qui concerne le rapport (résistance à la traction / masse volumique), certains polymères sont en fait supérieurs bien à des matériaux métalliques.

La faible masse volumique des plastiques est due au faible poids atomique des principaux atomes de leurs chaînes (principalement l'hydrogène et le carbone) [7].

I.6.2. Propriétés thermiques :**I.6.2.1. La température :**

La température de transition vitreuse "**T_g**" et la température de fusion "**T_f**" sont les deux températures fondamentales nécessaires dans l'étude des matériaux polymères. La température de transition vitreuse est partiellement importante pour les polymères

amorphes, notamment les thermoplastiques amorphes, pour lesquels, il n'existe aucune force de cohésion importante autre que l'enchevêtrement. Les zones cristallines ne fondent que bien au-delà de la température de transition vitreuse. Les températures caractéristiques d'un seul et même matériau peuvent alors être classées de la façon suivante :

Température de transition comportements mécaniques différents. Ceci peut se produire pour les thermoplastiques **vitreuse** < **Température de cristallisation** < **Température de fusion** < **Température de décomposition thermique**.

Selon la température à laquelle il est soumis, un matériau polymère peut présenter des semi cristallins dans un domaine même étroit de la température [8].

I.7. Applications des polymères :

Les polymères sont devenus l'élément essentiel d'un nombre très important d'objets usuels et courants, dans lesquels, ils ont souvent remplacé les substances naturelles .

Les applications des polymères selon Européen Plastics Demand by Resin (2009)

- Emballage 34%
- Bâtiment et Construction 23%
- Électricité et Électronique 9%
- Automobile 8%
- Sport et Loisirs 3%
- L'agriculture 2%
- Autres 21%

Ces six marchés représentent environ 80% des plastiques utilisés en Europe. Les 20% restants sont dans de nombreux autres marchés, même si leur poids économique est faible ils sont des opportunités à forte valeur ajoutée potentielle comme le marché de la santé.

[1]

Les cinq familles les plus utilisées sont:

- Les polychlorures de vinyles (PVC) utilisés comme pièces rigides, tuyauterie, films d'étanchéité .
- Les polyéthylènes (PE) utilisé comme emballages transparents, pièces rigides .
- Les polypropylènes (PP) et les polystyrènes (PS) : pièces rigides, fibres.
- Les polyesters saturés : cosmétiques, revêtements de surface, peintures, vernis, plastifiants pour autres Ppolymères : et les polyesters insaturés : films, fibres textiles, matériaux composites.

- Les polyuréthanes (PU)

Citons également les élastomères, qui proviennent pour certains de ces différentes familles et ou du caoutchouc naturel, et dont la principale utilisation se trouve dans le domaine des pneumatiques. Il existe également des polymères spécialement « destinés » pour des applications plus particulières. Parmi ceux-ci, on retrouve les grandes familles déjà citées, mais aussi les polymères fluorés comme le Téflon ou les polymères minéraux comme les silicones.

I.8. Le PVC (polychlorure de vinyle)

I.8.1. Introduction :

En 1909 l'américain Léo Hendrik Baekeland fut le premier à fabriquer une forme de Bakélite, à partir des dérivés phénoliques et de formol [9]. L'arrivée des plastiques a beaucoup simplifié la manipulation de plusieurs choses, il a remplacé les bouteilles de verre cassables, le bois dans la construction de nos meubles et maintenant, même nos potions sont en PVC. Ce dernier est l'un des polymères les plus anciens au monde [10]. Le poly (chlorure de vinyle), dont le symbole international PVC découle de l'appellation anglaise « Poly Vinyl Chloride », est une matière thermoplastique de synthèse composée de carbone, d'hydrogène et de chlore.

La production industrielle du PVC remonte au début des années 1930. C'est un plastique très présent dans notre vie quotidienne car l'ensemble de ses propriétés mécaniques et physiques et son aptitude à être modifié selon les besoins en font un matériau adapté à de multiples usages. Il se compose d'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. [11].

Le PVC est présent dans tous les secteurs économiques : bâtiment (57 % pour l'Union européenne), emballage, électricité, électronique, biens de consommation, santé, transports. C'est la troisième matière plastique employée dans le monde (20 % de la consommation mondiale totale des plastiques, soit de l'ordre de 28 millions de tonnes).

I.9. Définition le PVC (polychlorure de vinyle) :

Le poly (chlorure de vinyle) dont le symbole international PVC découle de l'appellation anglaise (PVC)]. C'est une poudre blanche thermoplastiques, inodores, et

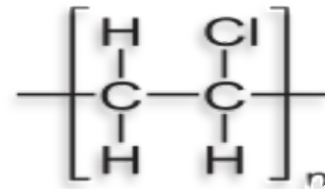
inflammable composé de carbone, d'hydrogène et du chlore. Le carbone et l'hydrogène proviennent de pétrole (43%), tandis que le chlore est originaire du sel (57%) [11, 12].

Le PVC est un produit solide très dangereux en raison notamment de ses propriétés cancérogènes : l'inhalation des vapeurs du PVC susceptibles de provoquer de lésions osseuses et angioneurotiques et d'induire certains cancers (angiosarcomes) notamment du foie [13]. Le PVC est le deuxième plastique le plus largement utilisé au monde. Il fait partie d'une famille de polymères thermoplastiques (qui sont des polymères facile à mouler et à former par chauffage). Ils sont obtenus par polymérisation radicalaire en bloc ou en suspension de chlorure de vinyle.

I.10. Structure chimique du PVC :

La structure de PVC est une chaîne hydrocarbonée avec un atome de chlore lié alternativement à un atome de carbone sur deux. Le PVC n'est pas totalement amorphe, vu qu'il présente des zones microcristallines basées sur la configuration syndiotactique, dont le taux dépend de la température de polymérisation qui peut atteindre jusqu'à 20% de l'ensemble structural [14].

La formule structurale de base et la suivante [15] [16] :



Il existe deux puissantes forces de cohésion dans le PVC dues en grandes parties aux moments de dipôle exercés par les atomes de chlore, cette polarité rend le PVC incompatible avec les hydrocarbures non polaires par contre celle-ci rend de polymère soluble dans les solvants fortement polaires (par exemple les hydrocarbures chlorés) [13].

I.11. Utilité et domaine d'application PVC :

Le PVC est l'un des composés chimiques les plus courants dans le monde et se caractérise par sa résistance aux produits chimiques, sa combustion, sa corrosion, son vieillissement, son isolation thermique, sa faible perméabilité aux gaz.....etc.

Les applications les plus importantes utilisées sont :

- **Industries du cuir** : cuir artificiel
- **Secteur d'activité** : Meubles de salle de bain, Matelas en plastique.

- **Secteur de la consommation** : jouets, chaussures et portefeuilles.
- **Secteur transport et transport** : Pièces en plastique utilisées dans l'industrie automobile.
- **Secteur de la construction** : tuyaux d'eau et de drainage, tuyaux et carreaux en plastique.
- Produits pharmaceutiques, huiles, cosmétiques et eau embouteillée. Mode et accessoires
- **Bâtiments et constructions** : Fabrication de fenêtres, portes, cloisons et panneaux utilisés dans la fabrication de meubles et de décoration [17].

Chapitre II:

les composite polymères et la filtration

Chapitre II : les composites polymères et la filtration

II.1. Généralité sur les composites

Un matériau composite est constitué généralement d'une ou de plusieurs phases discontinues réparties dans une phase continue. Dans le cas de plusieurs phases discontinues de natures différentes le composite est dit hybride. La phase discontinue est habituellement plus dure et avec des propriétés mécaniques en traction supérieures à celle de la phase continue.

La phase continue et appelée matrice, la phase discontinue est appelée renfort Il est possible de définir des classes des matériaux composites en se référant à la nature des composants et en particulier aux fibres.

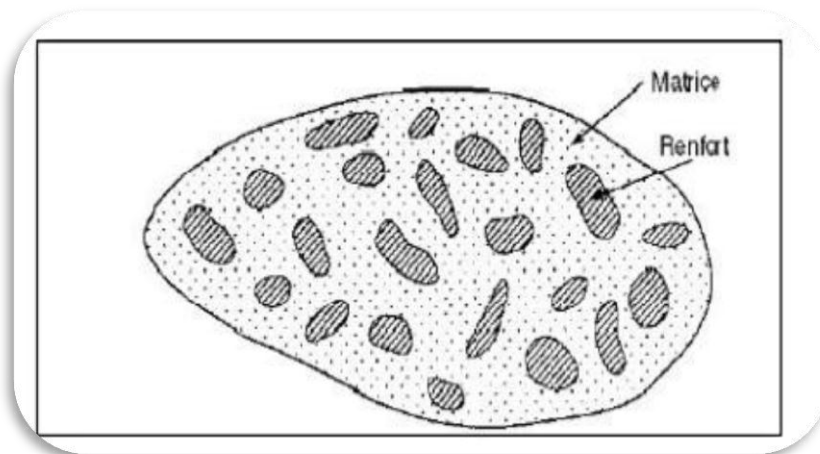


Figure II.1 – Structure simplifiée d'un matériau Composite

II.1.1. La matrice :

La matrice est, avec les renforts, l'un des deux principaux constituants des matériaux composites. C'est le terme désignant la résine polymérisée dont le rôle est de maintenir les renforts en place et de leur assurer la cohésion et la protection. Elle permet également la transmission des efforts mécaniques vers les renforts. La matrice est généralement homogène et isotrope ; on distingue les matrices céramiques, les matrices métalliques, les matrices minérales et les matrices organiques. [18]

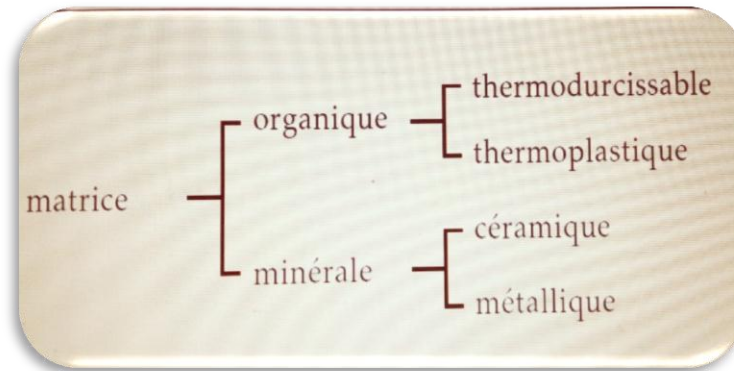


Figure II.2 – Types de matrice

Les composites peuvent aussi être classés selon la nature de leur matrice, en cinq familles principales :

- Les composites à matrice céramique CMC (Céramique Matrix Composites).
- Les composites à matrice métallique MMC (Métal Matrix Composites).
- Les composites à matrice intermétallique IMC (Intermétallique Matrix Composites).
- Les composites carbone-carbone CCC (Carbon-Carbon Composites).
- Les composites à matrice polymère PMC (Polymère Matrix Composites). [19]

II.1.2. Le renfort :

Le renfort est généralement composé de matériau plus dur que la résine ; son rôle principal est d'assurer au matériau une grande résistance surtout à la traction, et qui se présente généralement, sous forme de fibres :

- Fibres longues unidirectionnelles (Carbonne, verre).
- Fibres longues tissées.
- Fibres courtes réparties aléatoirement sans directions privilégiées.

En fonction de la forme des renforts, on distingue deux types de composites :

- **Les composites à fibres** : constitués de fibres continues ou discontinues (Fibres coupées ou courtes). Leur orientation permet de moduler les propriétés mécaniques du matériau et d'obtenir des matériaux isotropes ou anisotropes.
- **Les composites à particules** : les particules sont généralement utilisées pour améliorer certaines propriétés des matériaux.

Les renforts utilisés en général, sont des fibres telles que les fibres de verre, de carbone ou d'aramide et les fibres naturelles.

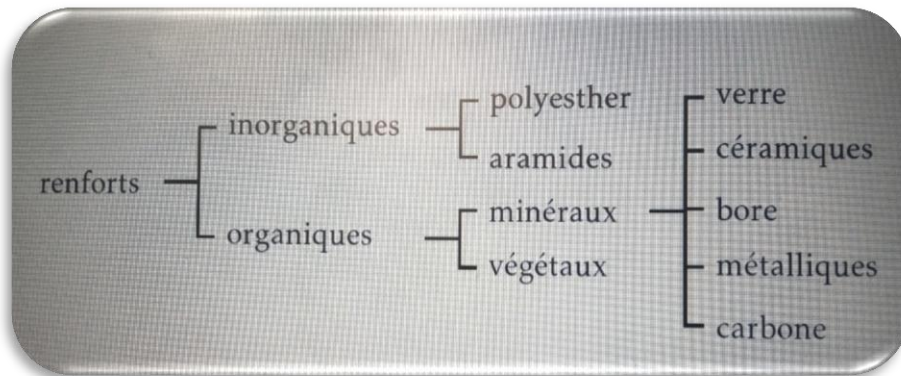


Figure II.3 – Types de renforts

II.1.3. Remarque :

- Entre le renfort et la matrice, existe une zone de liaison appelée interface.
- Des additifs, en particulier des produits chimiques, rentrent dans la composition du composite pour former des interphases etc... Cependant ils n'interviennent pratiquement jamais dans le calcul de structure composite.
- Un matériau composite est la plupart du temps hétérogène et anisotrope.

II.1.4. Différence entre la matrice et Le renfort :

Le choix des constituants repose sur plusieurs critères. Le plus important est le fait que les matériaux associés ensemble doivent donner naissance à un composite ayant des propriétés plus intéressantes que celles de chaque matériau pris seul ; et ce pour répondre aux exigences de conception, fabrication, résistance et sécurité [20].

Dans un matériau composite, différentes phases coexistent. On peut donc distinguer la matrice, le renfort et l'agent de remplissage. La matrice constitue la phase continue à l'intérieur du composite, alors que le renfort et l'agent de remplissage désignent la phase discontinue, dispersée d'une manière aléatoire. Il serait important de différencier entre le renfort et l'agent de remplissage. En effet, un renfort permet de promouvoir les propriétés mécaniques dans un composite, tandis qu'un agent de remplissage n'influence pratiquement pas ces dernières. Dans la plupart des cas, le recours à un agent de remplissage donne seulement lieu à une réduction de coûts de matière première, en substituant une fraction du matériau dispendieux par ce dernier.

En général, les propriétés chimiques et mécaniques de la matrice et du renfort sont très différentes. Le renfort forme le squelette, ou encore l'armature du composite. Il a pour fonction d'endosser l'essentiel de l'effort mécanique appliqué au matériau composite, alors que la matrice assure la liaison des renforts entre eux, leur protection du milieu extérieur et la répartition de la charge mécanique au sein du matériau [21,22,23].

Les combinaisons donnant naissance aux meilleures propriétés (rigidité, résistance mécanique, légèreté, résistance à la corrosion, etc.), sont celles qui retiennent l'attention.

Il existe plusieurs types de matériaux composites. Cependant, deux grandes familles se distinguent en fonction des caractéristiques de la matrice et des renforts :

- **Les composites de grande diffusion :**

Qui sont peu dispendieux et occupent une grande part du marché.

- **Les composites à hautes performances :**

Qui se trouvent le plus souvent renforcés par des fibres de carbone ou d'aramide, et sont surtout réservés à des secteurs de forte valeur ajoutée comme le secteur médical, l'aéronautique, les sports et les loisirs [22].

II.1.5. Quelques exemples des matériaux composites :

Le tableau ci-dessous récapitule les différents types et domaines d'application des composites [24].

| Type de matrice | Constituents | Domaine application |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1- Composites à matrice organique | | |
| Papier carton | Résine charges/ fibres cellulosiques. | Imprimerie, emballage, etc... |
| Panneaux de particules | Résine/ copeaux de bois. | Menuiserie |
| Panneaux de fibres | Résine/fibres de bois | Bâtiment |
| Toiles enduit | Résines souples/tissus | Sport, bâtiment |
| Matériaux d'étanchéité | Elastomère/bitume/textiles | Toiture, terrasse, etc... |
| Pneumatiques | Caoutchouc/toile/acier | Automobile |
| Stratifié | Résine/charges/fibres de | Domaines multiples |
| Plastiques renforcés | Résine/microsphères | |
| | | |

| | | |
|---|---|--|
| 2-Composites à matrice mineral | | |
| Béton | Ciment/sable/granulats | Génie civil |
| Composite carbone – carbone | Carbone- fibre de carbone Céramique/fibres | Aviation, espace, sports, biomédecine |
| Composite céramique | Céramiques | Pièces thermomécaniques |
| 3-Composite à matrice métallique | Aluminium/fibres de bore Aluminium/fibres de carbone | Espace |
| 4-Sandwich | | |
| Peau | Métaux, stratifiés | Domaines multiples |
| Âmes | Mousse, nid d'abeilles balsa, plastiques renforcés etc... | |

Tableau II.1: Exemples des matériaux composites

II.2. Composites renforcés des fibres naturelles :

L'intérêt pour les matériaux composites polymères renforcés de fibres naturelles augmente rapidement à la fois en termes d'applications industrielles et de recherche fondamentale. Ils sont renouvelables, bon marché, entièrement ou partiellement recyclables et biodégradables. Des plantes telles que le lin, le coton, le chanvre, le jute, le sisal, le kénaf, l'ananas, la ramie, le bambou, la banane, etc., ainsi que le bois, utilisé depuis des temps immémoriaux comme source de fibres ligno-cellulosiques, sont de plus en plus utilisées pour le renforcement des composites. Leur disponibilité, leur capacité de renouvellement, leur faible densité et leur prix ainsi que leurs propriétés mécaniques satisfaisantes en font une alternative écologique attrayante aux fibres de verre, de carbone et synthétiques utilisées pour la fabrication de composites. Les composites naturels contenant des fibres sont plus respectueux de l'environnement et sont utilisés dans les transports (automobiles, autocars, aérospatiale), les applications militaires, les industries du

bâtiment et de la construction (panneaux de plafond, cloisons), les emballages, les produits de consommation, etc...

II.3. Fibres naturelles :

Les fibres sont une catégorie de matière ressemblant à des cheveux qui sont des filaments continus ou sont en morceaux allongés discrets, semblables à des morceaux de fil. Ils peuvent être filés en filaments, fil ou corde. Ils peuvent être utilisés comme composant de matériaux composites. Ils peuvent également être emmêlés dans des feuilles pour fabriquer des produits tels que le papier ou le feutre. Les fibres sont de deux types : fibre naturelle et synthétique.

II.4. Source des fibres naturelles :

Les fibres naturelles comprennent celles fabriquées à partir de sources végétales, animales et minérales. Les fibres naturelles peuvent être classées en fonction de leur origine.

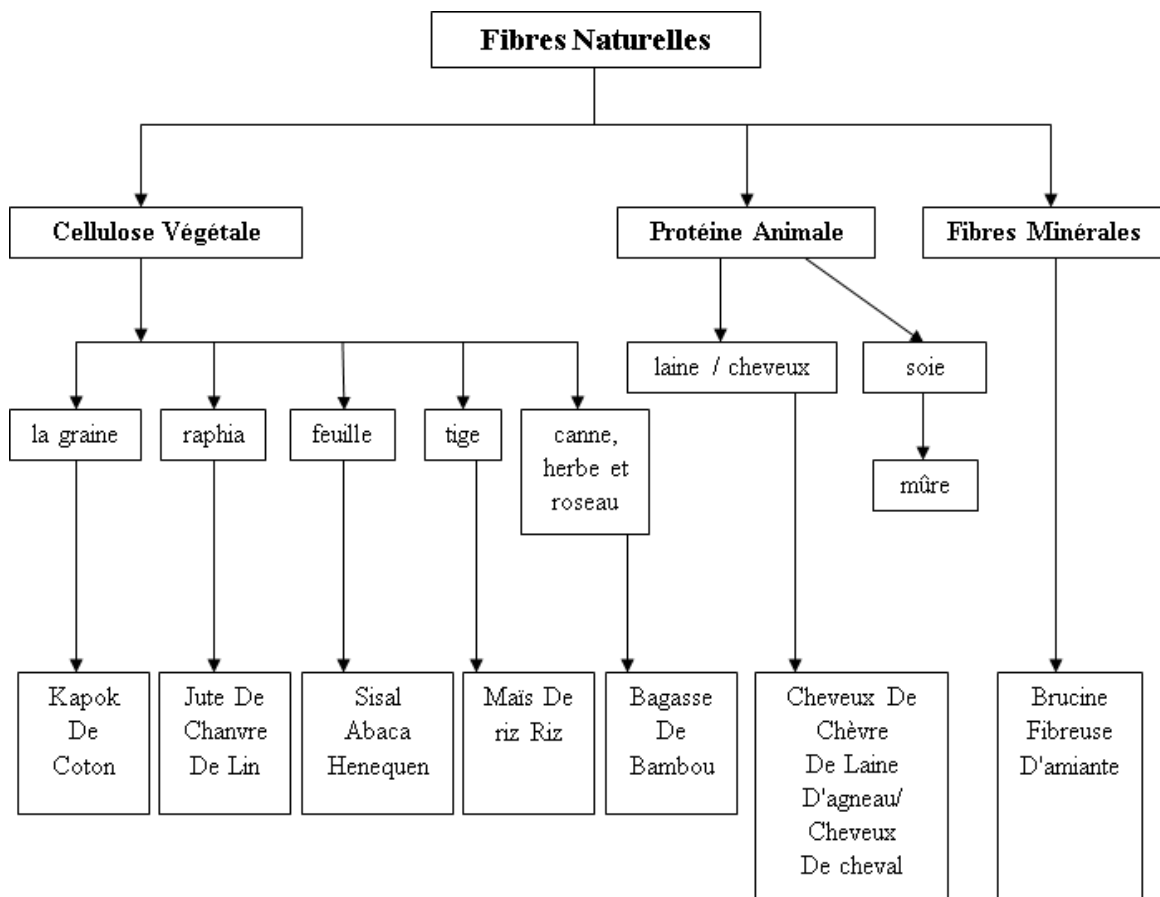


Figure II.4 - Différentes matières naturelles animales, végétales et minérales.

II.4.1. Fibres végétales :

Les fibres végétales sont des structures biologiques fibrillaires composées de cellulose, hémicelluloses et de lignine. En proportion relativement faible d'extractibles non azoté, de matière protéique brute, de lipide et de matières minérales.

Les proportions de ces constituants dépendent énormément de l'espèce, de l'âge et des organes de la plante. Ils sont assimilables à un empilement de plis dont la structure est constituée d'une lamelle mitoyenne, d'une paroi primaire et d'une paroi secondaire. Les fibres de cellulose servent à la fabrication de papier et de tissu. Cette fibre peut être encore classée dans les catégories suivantes:

- **Fibres de graines :** Fibres collectées à partir ou de graines. Par exemple. Coton et kapok.
- **Fibre de feuille :** Fibres collectées à partir des feuilles, par exemple : sisal et agave.
- **Fibres libériennes ou la peau :** Les fibres sont recueillies sur la peau ou autour de la tige de leur plante respective. Ces fibres ont une résistance à la traction plus élevée que les autres fibres. Par conséquent, ces fibres sont utilisées pour un fil, un tissu, un emballage et un papier durables. Quelques exemples sont le lin, le jute, le kenaf, le chanvre industriel, la ramie, le rotin, la fibre de soja, et même les fibres de vigne et les fibres de banane.
- **Fibre de fruit :** les fibres sont collectées à partir du fruit de la plante, par ex. fibre de coco (fibre de coco).
- **Fibre de tige :** Les fibres sont en fait les tiges de la plante. Par exemple. Pailles de blé de riz, d'orge et d'autres cultures, y compris le bambou et l'herbe. Le bois d'arbre est aussi une fibre.

Les fibres naturelles les plus utilisées sont le coton, le lin et le chanvre, bien que le sisal, le jute, le kénaf et la noix de coco soient aussi largement utilisés. Les fibres de chanvre sont principalement utilisées pour les cordes et les ailes en raison de leur grande souplesse et résistance dans un environnement agressif. Les fibres de chanvre sont, par exemple, actuellement utilisées comme sceaux dans les industries du chauffage et de la santé [25,26].

II.4.1.1. Classification des fibres végétales

Il existe plusieurs critères de différenciation des fibres :

- Suivant l'organe de la plante dont elles sont issues, les fibres végétales peuvent être classées en fibres de tiges (Kénaf, jute, lin, ramie), et de feuilles (Sisal, abaca, paille de graminée) [25].
- Suivant leur teneur en holocellulose (cellulose et hémicellulose) et en lignine, on peut distinguer les fibres ligneuses (dures et rigide provenant de matériels ligneux tels que le bois d'œuvre, les résidus de l'industrie du bois et les fibres non ligneuses (douces, souples, issues de végétaux non ligneux souvent annuels relativement moins riches en lignine tels que le kénaf, le chanvre, le sisal, le jute et le lin) [26].
- Suivant leur longueur, les fibres végétales peuvent être groupées en deux catégories :
Fibres longues, dites libérienne, provenant des tiges et d'écorce de tiges de plantes annuelles. Elles sont douces, tandis que les fibres longues issues de feuilles ou de troncs d'arbre sont plus dures et plus rigides à cause de leur richesse en lignine. Et fibres courtes ou étoupes qui sont associées aux fibres longues [25].

II.4.2. Fibres animales :

Les fibres animales comprennent généralement des protéines ; les exemples incluent la soie, la laine, l'angora, le mohair et l'alpaga.

- **Poils d'animaux (laine ou poils) :** Fibres ou laine provenant d'animaux ou de mammifères poilus. Par exemple : laine de mouton, poils de chèvre (cachemire, mohair), poils d'alpaga, crin de cheval, etc...
- **Fibres de soie :** Fibres provenant de la salive séchée des insectes ou des insectes pendant la préparation des cocons. Les exemples incluent la soie de vers à soie.
- **Fibre aviaire :** fibres provenant d'oiseaux, par ex. plumes et fibres de plumes.

II.4.3. Fibres minérales :

Les fibres minérales sont des fibres naturelles ou des fibres légèrement modifiées obtenues à partir de minéraux. Ceux-ci peuvent être classés dans les catégories suivantes :

- **Amiante :** La seule fibre minérale naturelle. Les variations sont la serpentine (chrysolite) et les amphiboles (amosite, crocidolite, trémolite, actinolite et anthophyllite).

- **Fibres céramiques** : fibres de verre (laine de verre et quartz), oxyde d'aluminium, carbure de silicium et carbure de bore.
- **Fibres métalliques** : Fibres d'aluminium.

II.5. Les membranes dans la filtration

La filtration membranaire est de plus en plus utilisée comme procédé de séparation dans de nombreux domaines notamment dans le cycle de l'eau (potabilisation de l'eau, traitement des effluents, réutilisation de l'eau, adoucissement, dessalement ...). La filtration membranaire est basée sur l'application d'une différence de pression qui permet le transfert du solvant à travers une membrane dont la taille des pores assure la rétention de solutés. Ces opérations, classées selon une taille des pores décroissantes, sont : la microfiltration, l'ultrafiltration, la nano filtration et l'osmose inverse. Ce sont des procédés matures technologiquement (une bonne part du développement technologique est déjà réalisée) mais encore en plein développement industriel. [27]

II.5.1. Les membranes :

Par définition, la membrane est une barrière permselective qui va réduire le transfert d'un soluté par rapport à un autre. Dans le cas de la filtration membranaire, la membrane est une structure poreuse .

La filtration membranaire est un procédé de séparation, performant, sûr, facile à conduire mais pas simple à mettre au point et dimensionner. La cause de ces difficultés est le colmatage qui reste difficile à éviter ou limiter et complexe à décrire. [27]

II.5.2. Les modules membranaires :

Il existe différentes façons d'agencer les membranes pour en faire un procédé de séparation:

Membrane plane, spiralée, tubulaire, fibres creuses. Dans la plupart des cas, le module membranaire est constitué au final d'une entrée (l'alimentation) et deux sorties, la partie du fluide étant passé à travers la membrane (le perméat) et la partie ayant été retenue (le retentât). [27]

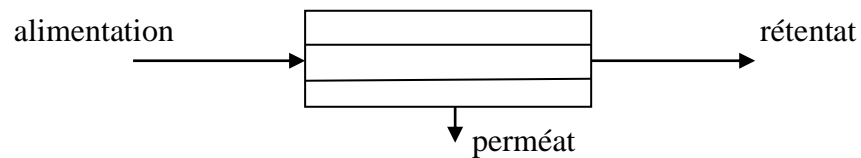


Figure II.5 : Représentation schématique d'un procédé de séparation membranaire

II.6. Composite à base de fibres du palmier dattier

II.6.1. Description et zone de culture:

Le palmier dattier est typiquement cultivé dans les oasis sahariennes. Celui originaire d'Afrique du Nord, est amplement cultivé de l'Arabie jusqu'au Golfe Persique, où il forme la végétation caractéristique des oasis. Il est cultivé en outre aux Canaries, dans la Méditerranée septentrionale et dans la partie méridionale des Etats-Unis. C'est une plante sensible au froid, qui pousse sur des terrains de n'importe quelle nature, pourvu qu'ils soient fertiles et bien drainés. Dans les régions à climat doux, il est cultivé en plein air, en position ensoleillée, utilisé surtout comme plante ornementale pour son allure élancée et son feuillage.

Il existe plus de 2600 espèces de palmiers. On pourrait croire que c'est un arbre qui possède un tronc alors que c'est un monocotylédone qui ne contient pas de bois ni de tronc mais possède un stipe. De plus, c'est une plante dioïque contenant donc des palmiers mâles et des palmiers femelles. Le palmier a un tronc très élancé, haut jusqu'à 30 m, couvert de manière visible par les gaines des feuilles tombées. Les feuilles, réunies en un nombre de 20 à 30 maximums, forment une couronne apicale clairsemée. Elles sont pennées, longues jusqu'à 6 m; les feuilles supérieures sont ascendantes, les basales recourbées vers le bas, avec des segments coriaces, linéaires, rigides et piquants, de couleur verte.

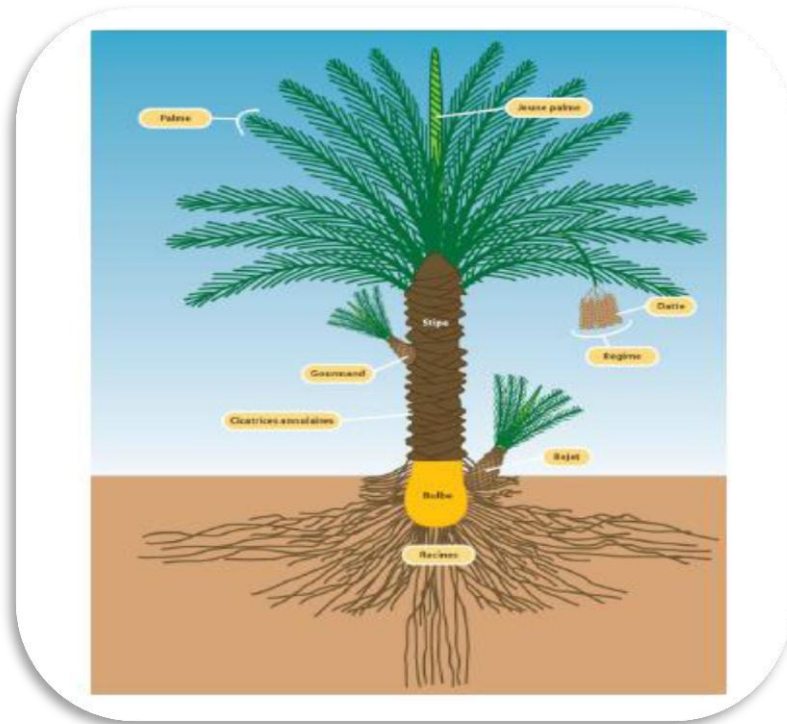


Figure II.6 : Présentation schématique d'un palmier dattier

II.6.2. Palmiers dattes:

Le palmier dattier se constitue principalement de 10 parties à savoir (figure. II.5):

1. **Palmes :** Les palmes sont les feuilles du palmier constitués de rachis le long duquel sont déposés des folioles. Elles sont longues de 4 à 7 mètres. Les feuilles âgées peuvent rester contre le stipe quelques mois voire plusieurs années avant de tomber. L'ensemble des feuilles au sommet du stipe est appelé couronne, elle peut faire de 6 à 10 mètres d'envergure.
2. **Jeune palme :** La jeune palme est enroulée pendant toute sa croissance comme les brins d'herbe ou les feuilles de bambous.
3. **Régime de dattes :** Un régime de dattes (ou spécule) est la partie qui supporte les fruits du palmier. On parle aussi de régime pour les bananes. Il est accroché au palmier par la hampe, qui est d'ailleurs tellement résistante qu'elle doit être sciée pour être décrochée. Il peut contenir plus de 1000 fruits, Le palmier devra être âgé d'au minimum 7 ans avant de produire des dattes.
4. **Dattes :** Ces fruits sont des baies de forme ovale de 3 cm de long. La chaire très sucrée entoure la graine. Récoltées en automne, leur couleur varie du rouge lumineux au jaune

lumineux selon les variétés ; elles seront ensuite séchées au soleil. Un palmier dattier peut produire de 10 jusqu'à 100 kg par an.

5. **Gourmand** : Un gourmand est une branche secondaire qui se développe sur la branche principale d'une plante. Il faut généralement les supprimer car comme leur nom l'indique, ils sont gourmands et épuisent inutilement la plante. On retrouvera ce cas notamment sur les tomates, ou il est indispensable de les retirer pour avoir de bons fruits.
6. **Stipe** : Le stipe rappelle le tronc des arbres mais est en fait composé de fibres végétales des anciennes feuilles. Son diamètre peut varier légèrement selon les conditions climatiques.
7. **Cicatrices annulaires** : On a l'impression que le palmier a un « tronc recouvert d'écaillés ». Ces cicatrices annulaires correspondent au point d'attache de la feuille ancienne une fois le pétiole (support de la feuille) tombé. Elles permettent au grimpeur de s'y accrocher pour atteindre les dattes.
8. **Rejet** : Le rejet est une jeune pousse du végétal, qu'il est possible de planter pour obtenir un nouveau palmier. Celui-ci sera choisi par l'homme parmi une sélection des meilleurs palmiers.
9. **Bulbe** : Se situant à la base du stipe, le bulbe constitue la réserve du palmier. De là part le système racinaire d'où émergent les racines primaires courtes de moins d'un mètre, et longues de plus de 20 mètres.
10. **Racines** : Elles sont nombreuses et profondes jusqu'à 20 mètres ; elles sont capables d'aspirer des centaines de litres d'eau par jour. [28]



PARTIE

EXPERIMENTALE

Chapitre III:

III .1. Méthodologie expérimental

III .2. Résultats et discussion

III .1. Méthodologie expérimental

III .1.1 Produits et matériels

III.1.1 .1. Produits et réactifs :

❖ *Le polychlorure de vinyle (PVC)*

- Formule générale : $(\text{CH}_2\text{-CHCl})_n$
- Masse molaire : $M=40000\text{M}$
- Conductivité thermique : 0.2 w/m.k
- Viscosité apparente : $0.89 \text{ à } 0.95$
- Densité $1.16 - 1.35$
- Température de transition vitreuse (T_g) : 80°



Figure III.1. Image de la poudre de PVC

▪ *Hydroxyde de sodium (NaOH)*

- Formule générale : NaOH
- Nom : hydroxide de sodium
- Masse molaire : 40g/mole
- Densité : 2.13 g/cm^3
- La couleur : blanc
- Odeur : Inodore

❖ *La fibre végétale (FVP) :*

La fibre végétale utilisée est origine du palmier dattier Phoenix dactélyfera (zone de culte Oued Souf. sud Algérien).



Figure III.2 : Ulves de Palmier dattier

❖ Les solvants:▪ **Tétrahydrofurane (THF):**

- Formule générale: C₄H₈O
- Masse molaire : M= 72.11 g /mol
- Densité: 0.889
- Point d'ébullition: 65-66 °C

▪ **Ethanol:**

- Formule générale : C₂H₆O
- Masse molaire : M= 46 g/mol
- Point de fusion : -114 °C
- Point d'ébullition : 78-78.5°C

▪ **Toluène:**

- Formule générale: C₇H₈
- Nom : Toluène
- Masse molaire: 92g/mole
- Solubilité: 0.53 g/l dans l'eau

▪ **Bleu de méthylène**

- Formule générale : C₁₆ H₁₈ ClN₃ S
- Masse molaire : 319.852 g/mole

III.1.1 .2. Matériel utilisé:

- ❖ Bécher
- ❖ Boîtes de pétrie
- ❖ Barreau aimanté Balance
- ❖ Spatule
- ❖ Etuve
- ❖ Bécher 100 ml
- ❖ Agitateur + plaque chauffant
- ❖ Balance
- ❖ Éprouvette graduée
- ❖ Appareille d'extraction par solvant (VELP SCIENTIFICA SER 148)
- ❖ Pompe

III.1.2. Méthode de préparation:**III.1.2.1. Préparation des fibres du palmier dattier :****a) Collecte et broyage des fibres :**

On s'intéresse uniquement aux fibres extraites des folioles des ulves de palmier dattier, les rachis ne sont donc pas concernés. Les folioles étudiées ont été collectées à partir de palmiers dattiers de la région d'Oued Souf. Après séchage sous ombre et nettoyage (lavage avec de l'eau), folioles sont déchiquetées et broyées. La poudre est exposée au soleil afin d'éliminer au maximum l'humidité présente. (voir l'image suivante)

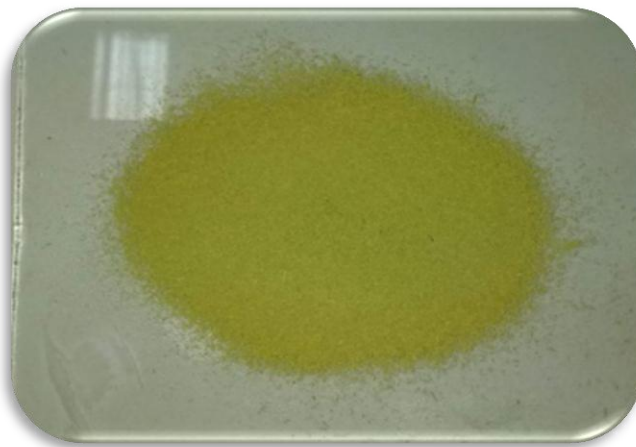


Figure III.3 : Collecte et broyage des fibres

b) Traitement de la fibre végétale :**1) Extraction de la fibre végétale :**

L'extraction est réalisée suivant les étapes illustrées ci-dessous :

1. On met une quantité de la fibre brute dans la cartouche porte échantillon.
2. On utilise l'éthanol comme solvant d'extraction.
3. On fixe la température de travail à 210 °C.
4. On fixe le temps des trois étapes (immersion, lavage, récupération).
 - ✓ Immersion 15 minutes.
 - ✓ Lavage 20 minutes.
 - ✓ Récupération du solvant 15 minutes.



Figure III .4 : Image de l'appareillage d'extraction par solvant

2) Lavage :

Le lavage de la fibre est effectué avec un Büchner en utilisant l'eau distillée. L'opération est répétée plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'une eau claire

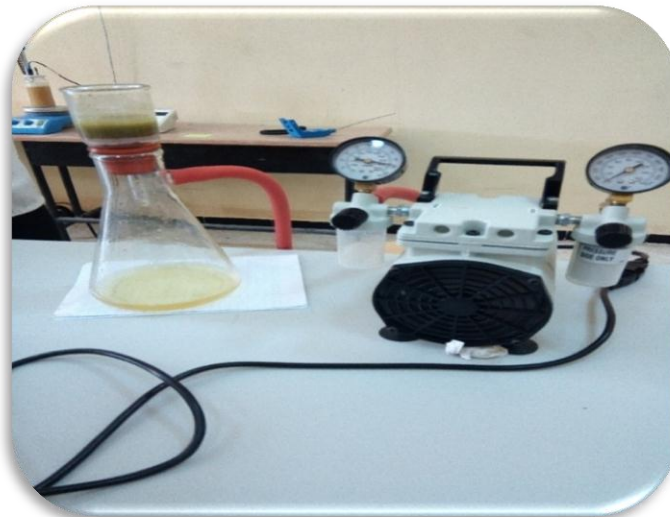


Figure III .5 : Image de l'opération de lavage par de l'eau distillée

3) Traitement de la fibre végétale par NaOH :

La fibre, après le premier lavage, est immergée dans un bécher contenant la solution de NaOH(1M) sous agitation à température ambiante pendant 6 heures. La fibre est ensuite récupérée et soumise à un deuxième lavage, des gouttes d'acide acétique sont ajoutées afin de neutraliser le milieu.

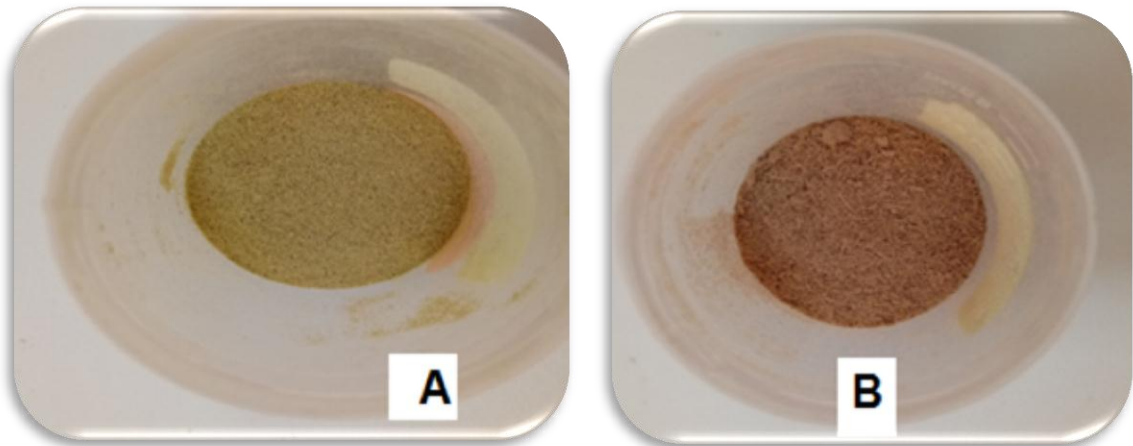


Figure III.6: Image de la fibre du palmier dattier, (A) avant traitement (B) après traitement par NaOH

4). Étuvage :

Avant l'utilisation de la fibre, celle-ci est étuvée à 60 °C pendant 24 heures.

5). Rebroyage :

Afin de diminuer la taille des particules de la fibre on a procédé à un deuxième broyage en utilisant un mortier de laboratoire. (Voir l'image suivante)



Figure III.7: Rebroyage de la fibre végétale

III.1.2. 2.Préparation des composites :

Différents composites ont été préparés sous forme de solutions comme suit :

Une quantité bien déterminée du PVC est dissoute dans le solvant (THF) sous agitation contenue jusqu'à l'obtention d'une solution homogène. Dans un bécher et sous agitation, on met une quantité déterminé aussi, de fibre du palmier dattier. Afin d'homogénéiser le mélange PVC/Fibre, la solution est exposée à l'ultrason pendant quelque minutes. En fin, cette solution est verser dans une boite de pétrie et sera décollé dès que le solvant est évaporé.

La composition des différents composites préparés sont récapitulés dans le tableau suivant:

| Composite | PVC en poids (g) | Fibre en poids (g) | Rapport PVC /FV | Nature de la fibre |
|-------------|------------------|--------------------|-----------------|---|
| Composite 1 | 2 | 1.5 | 60/40 | Fibre non traité (extraite par éthanol) |
| Composite 2 | 2 | 0.25 | 90/10 | Fibre non traité (extraite par éthanol) |
| Composite 3 | 2 | 0.25 | 90/10 | Fibre traité par NaOH (1M) |

Tableau III.1: La composition de différents composites membranes préparés

La figure III.8 montre les images des membranes préparés après évaporation du solvant.

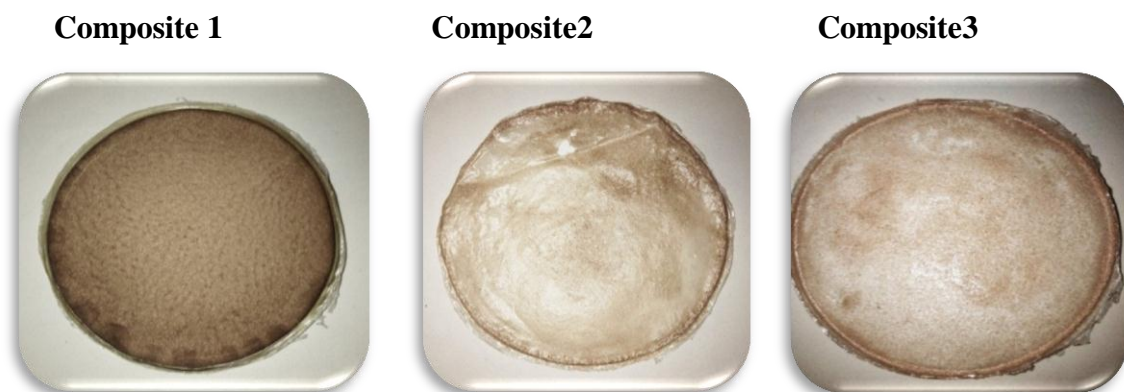


Figure III-8 : Images photographiques des composites préparés

III.1.3. Appareillage de mesure et de caractérisation :

III.1.3.1. La spectrophotométrie infrarouge a transformé 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}) [1] .



Figure III .11: le spectrophotomètre infrarouge utilisé

III.1.3.2. Spectrophotométrie d'absorption UV-visible:

La spectrométrie d'absorption UV-visible n'est pourtant pas utilisée comme une méthode de routine d'identification des polymères. En effet, contrairement aux spectres infrarouges, les spectres UV-visible des polymères ne présentent généralement pas de bandes d'absorption suffisamment caractéristiques pour permettre l'identification des échantillons.

Les principales applications de la spectrométrie UV-visible dans le Domaine des polymères concernent plus spécialement l'analyse D'adjuvants, colorants, pigments et l'analyse du vieillissement des Polymères abordées sur un plan qualitatif (identification des chromophores) ou purement quantitatif (mesure du « jaunissement »). En pratique courante, on opère dans le domaine spectral de L'ultraviolet (180-400 nm) et dans celui du visible (400-800 nm). [13]



Figure III.12: le spectrophotomètre UV-visible utilisé.

III .1.3.3 Mesures et tests expérimentaux :**1 - test d'évaporation du solvant :**

Les échantillons des composites sous forme de membrane, après décollage des boîtes de pétrie, sont conservés dans un endroit sec à température ambiante. Un suivi permanent de variation du poids est effectuée par pesé.

2 - test d'absorption d'eau :

Le taux d'absorption de l'eau est obtenu en basant sur la méthodologie suivante:

En découpe de l'échantillon composite un morceau déterminé de masse m_{sec} . On l'immerge après, dans un bécher contenant de l'eau distillé à température ambiante. A des temps différents (24, 48,72 heures), on enlève l'échantillon, on le pèse et on note sa masse après immersion m_h , (l'échantillon avant sa pesée est essuie légèrement avec un papier coton afin d'enlever l'eau de la surface).

Le taux d'absorption peut être calculé selon la relation suivante:

$$W = \frac{m_h - m_{sec}}{m_{sec}} \dots\dots\dots(\text{éq. III.1})$$

Ou:

W: Le taux d'absorption

m_h : La masse du composite hydraté en (g)

m_{sec} : La masse du composite sec en (g)

3 – Test de filtration :

L'objectif de ce test est de connaître la capacité de filtration de la membrane et d'avoir une idée sur le taux des de rétention de polluant organique, le bleu de méthylène dans notre cas. Nous avons procédé, alors, à la méthodologie suivante :

On découpe un marceau du film composite préparé de forme circulaire, on le place dans le dispositif de filtration (figure III-13). L'eau polluée est introduite par-dessus, elle traverse la membrane et sera récupéré dans un erlenmeyer. Une petite pression est exercée afin de facilité la diffusion de l'eau à travers la membrane.

Pour connaître le rendement de filtration, on a procédé au prélèvement d'échantillons pour l'analyse par UV visible avant et après la filtration. La courbe d'étalonnage reliant l'absorbance à la concentration du bleu de méthylène permet de connaître la concentration du polluant après la filtration.

La concentration de la solution mère est de 2.5mg/l, cinq 05 dilutions ont été préparés a partir de cette solution :

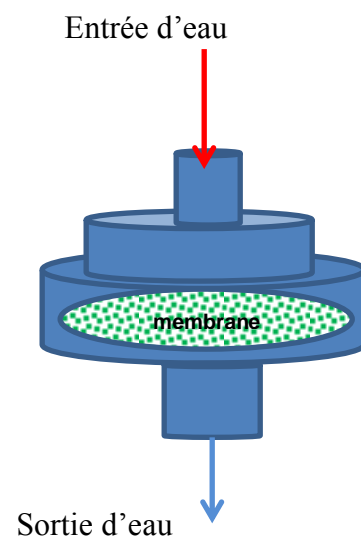


Figure III.13: Image du dispositif de filtration (à gauche) et schéma simplifier (a droite).

III .2. Résultats et discussion :

III .2.1. Caractérisation par IRTF

III .2.1.1. Effet du traitement de la charge:

L'effet du traitement de la fibre du palmier dattier à savoir l'extraction par éthanol et traitement par NaOH est présenté par le spectre IRET sur la figure IV.2. On peut observer facilement que la bande caractéristique aux environs de 3500cm^{-1} qui peut être attribué aux groupements hydroxyle OH diminue d'une façon significative par rapport à celle de la fibre brute indiquant la diminution des OH dans la fibre, ce qui augmente son caractère hydrophobe. Une autre bande caractéristique est observée aux environs de 1630cm^{-1} qui peut être attribuée au groupement carbonyle C=O. La diminution de son intensité est la conséquence de la diminution (enlèvement) de l'hémicellulose lors du traitement alcalin de la fibre.

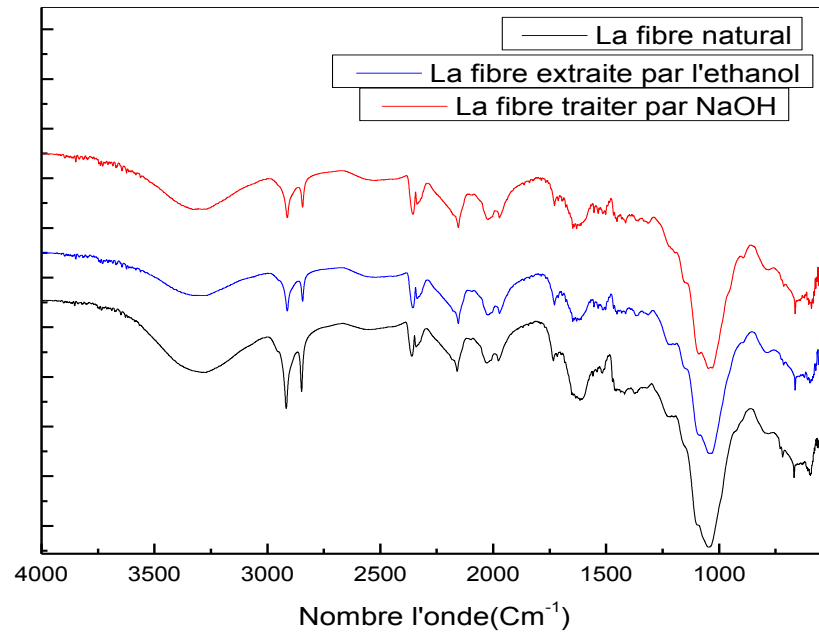


Figure III.14: Spectre IR pour les différents types de fibres

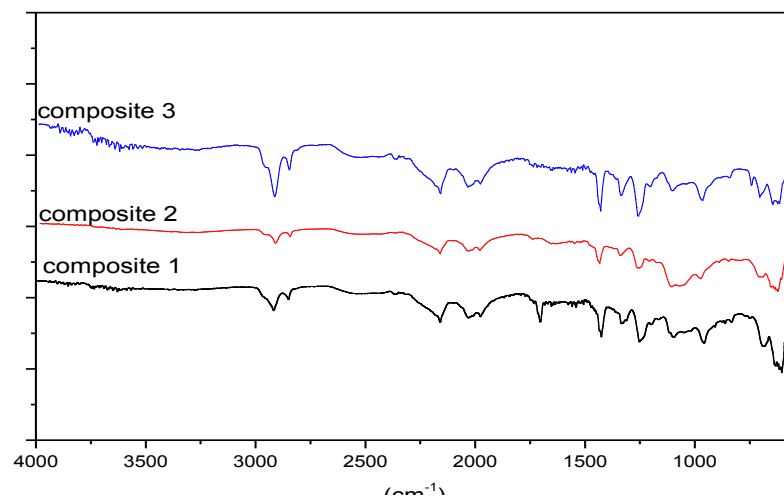


Figure III.15: Spectre IR pour les types des composites.

III .2.2. Variation du poids des films composites

La figure III.16 représente la différence de poids des composites en fonction du temps d'évaporation du solvant (THF). On observe une faible diminution du poids au cours du temps de conservation indiquant. Ceci peut être expliqué par le fait que les composites sous formes de films de faible épaisseur ne retiennent qu'une faible quantité du solvant, celle-ci est évaporée presque en entier dans les premiers jours.

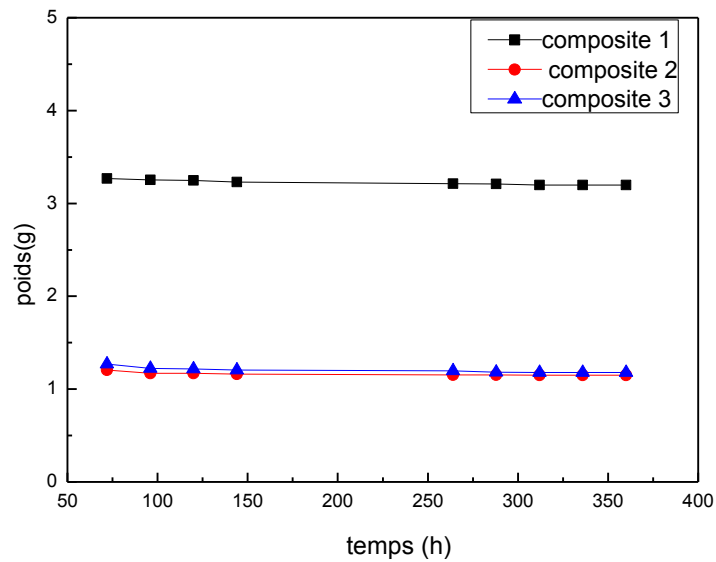


Figure III.16: La variation du poids des membranes composites en fonction du temps d'évaporation du solvant.

III .2.3. Le taux d'absorption d'eau

Les figures (III.18) et(III.20) représente le taux d'absorption d'eau ou teneur en eau des matériaux composites à température ambiante et à 40°C respectivement. On observe que tous les matériaux absorbent de l'eau mais d'une façon variée de l'un à l'autre, ainsi, les composite à base d'une charge traité par NaOH présente une absorption plus faible qu'à celle des composites a charge non traitée. Ce qu'est peut être expliqué par la nature hydrophile de la fibre végétale. Un seuil d'absorption est observé au cours de 70 heures d'immersion, ceci peut être considéré comme un point de saturation.

On observe, également, que ce taux d'absorption est plus supérieure à 40°C qu'à température ambiante, ceci peut être expliqué par le comportement morphologique des chaînes polymère au sein de la structure du composite.. A 40°C, les chaînes dans la phase amorphe présentent une certaine mobilité (flexibilité) libérant ainsi plus d'espace (vide) pour la molécule d'eau.

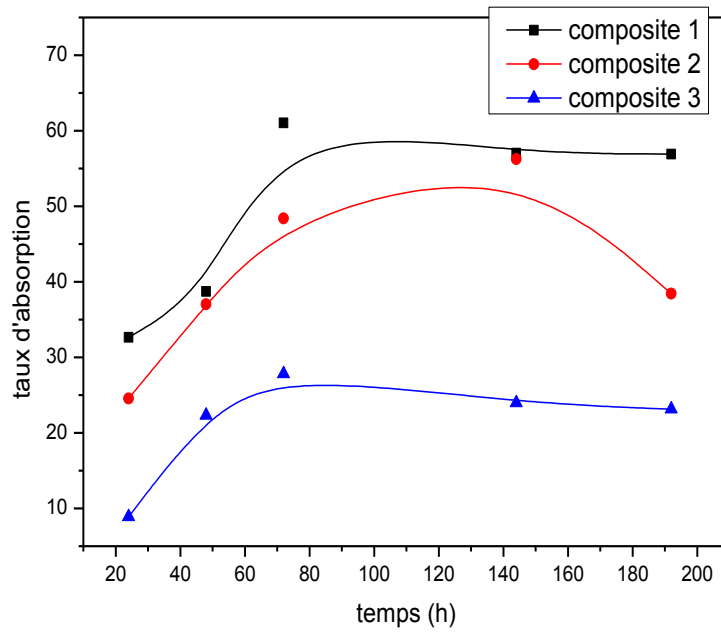


Figure III.17: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température ambiante

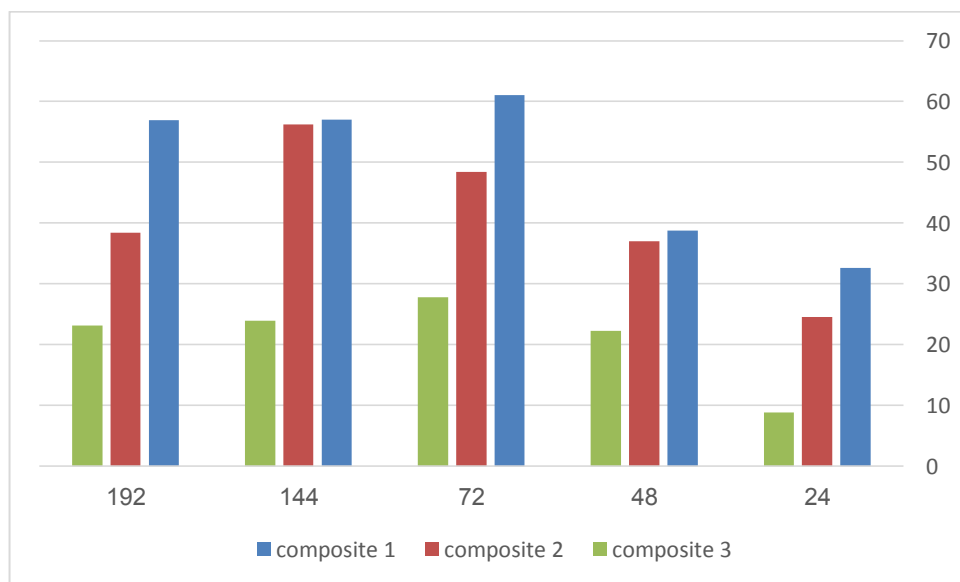


Figure III.18: Histogrammes de variation du taux d'absorption des composites à température ambiante.

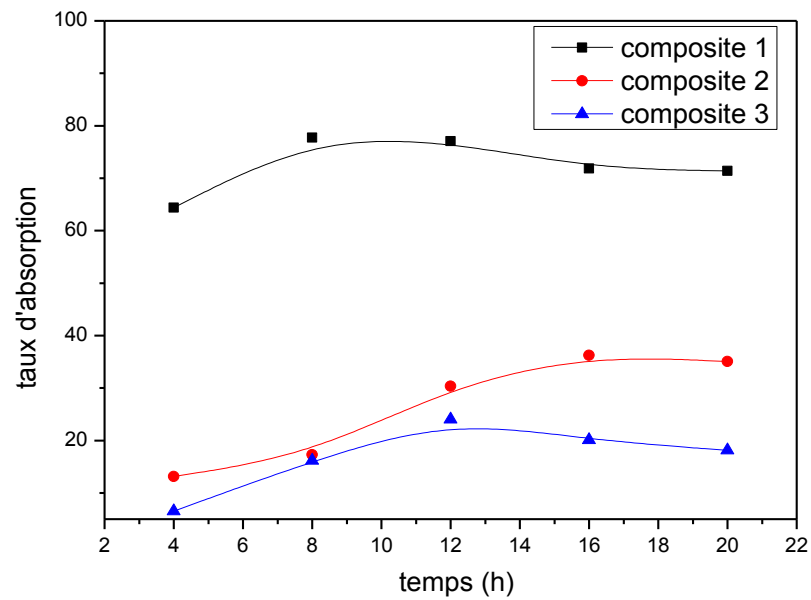


Figure III.19: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température de à 40 ° C.

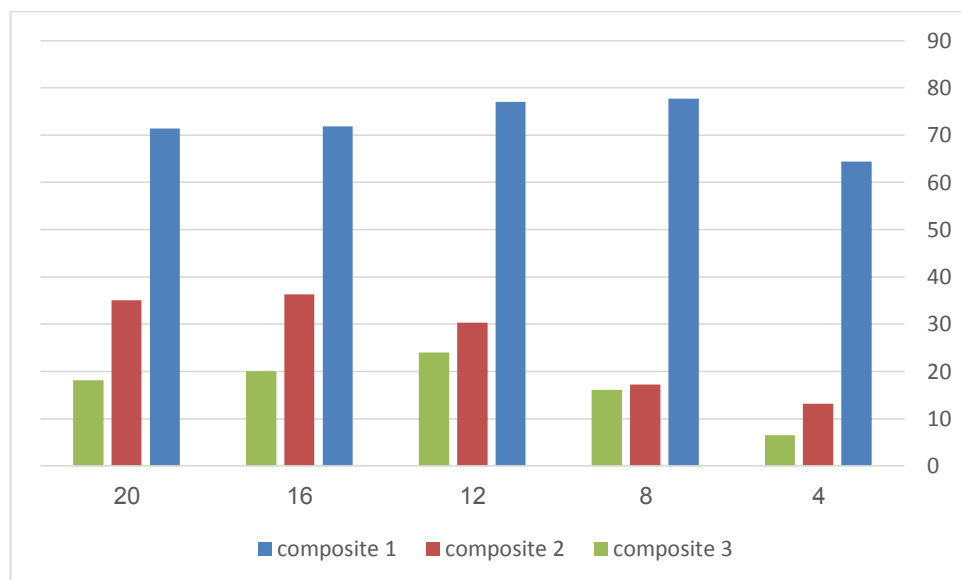


Figure III.20: Histogrammes de variation du taux d'absorption des composites à 40 ° C.

III .2.4. Test de filtration (cas du bleu de méthylène)

La capacité de filtration des membranes est évaluée en basant sur la courbe d'étalonnage (figure **III-21**). La concentration du colorant dans l'eau est fortement diminuée après passage au travers de la membrane (figure **III-22, III-23**). Ceci est observé facilement par changement de la couleur de la solution (du bleu foncé au bleu claire).

Le rendement de filtration est calculé par les équations suivantes :

$$Y = a + bx \iff Y = -0.0375 + 0.20733 X$$

$$0.4035 = 0.20733 X$$

$$X_1 = 1.9461 \text{ mg/l}$$

$$R1 = \frac{C_0 - C_1}{C_0} * 100$$

$$R1 = \frac{5 - 1.9461}{5} * 100 = 61 \%$$

III-2-4-1 Effet de la régénération de la membrane :

Pour la régénération de la membrane, nous avons procédé au lavage de celle-ci par l'eau distillée. La réutilisation de la membrane à montrer une diminution de presque 10% du rendement ($R_2 = 52 \%$) et donc de la capacité de filtration. Les figures **III 25** et **III-26** représentent l'image des films membranes vierge et régénérée respectivement.

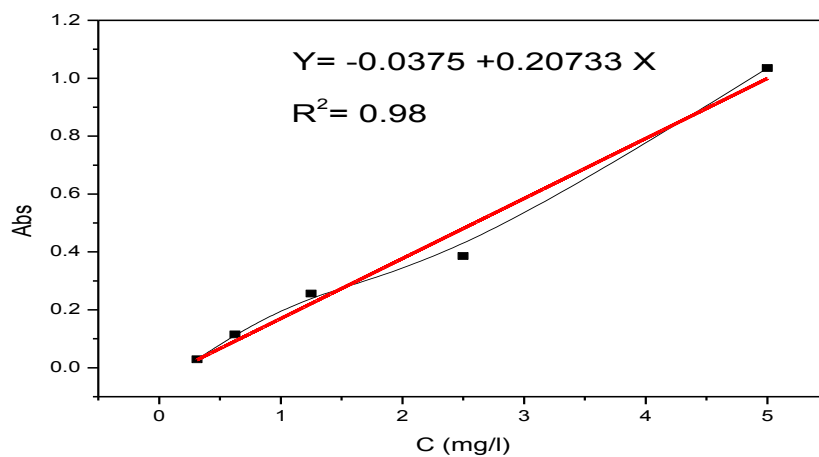


Figure III.21: La courbe d'étalonnage du bleu de méthylène



Figure III.22: Échantillon avant filtration
(Solution mère)



Figure III.23: Échantillon après
filtration



Figure III.24: Membrane vierge

$R_1 = 61 \%$.



Figure III.25: Membrane après filtration

$R_2 = 52 \%$

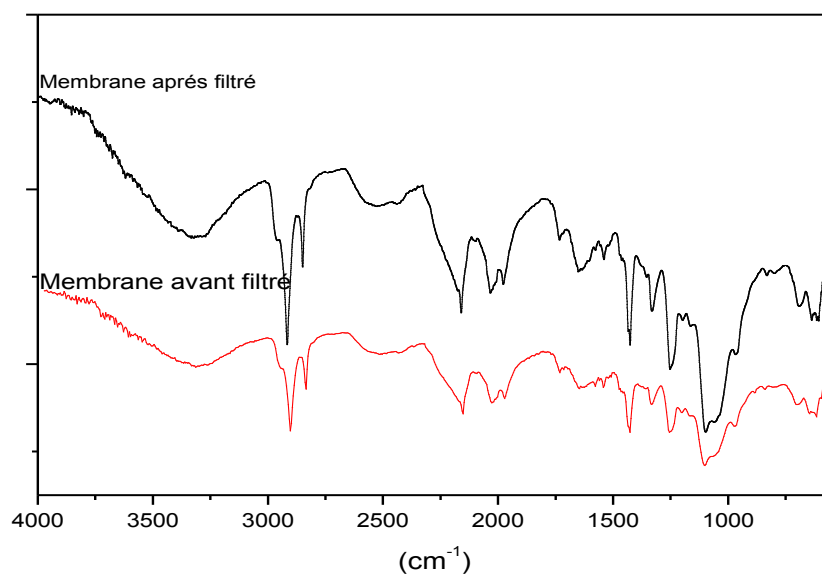


Figure III.26: Spectre IR (avant et après filtration)

III-2-4-2 Effet de la durée de filtration

L'effet de la durée de filtration des membranes est représenté par les figures III-28, III-29 et III-30. D'après ces figures, on peut conclure que la capacité de filtration de la membrane diminue au fur et à mesure que la durée de l'opération de filtration augmente, ceci est observé visiblement sur la figure **III-27** où la coloration de la solution change de plus en plus vers le bleu foncé indiquant ainsi, une diminution de la capacité de filtration. Cette diminution est représentée d'une façon explicite par la figure **III-27** et par des histogrammes (figures **III-30**).

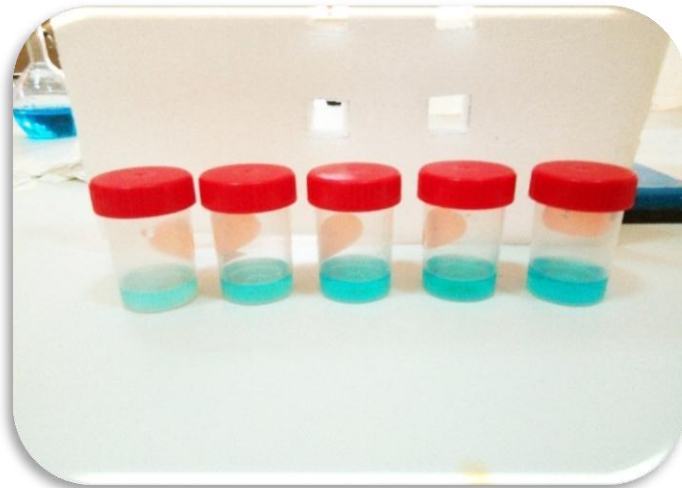


Figure III.27: Image montrant l'effet de la durée de filtration.

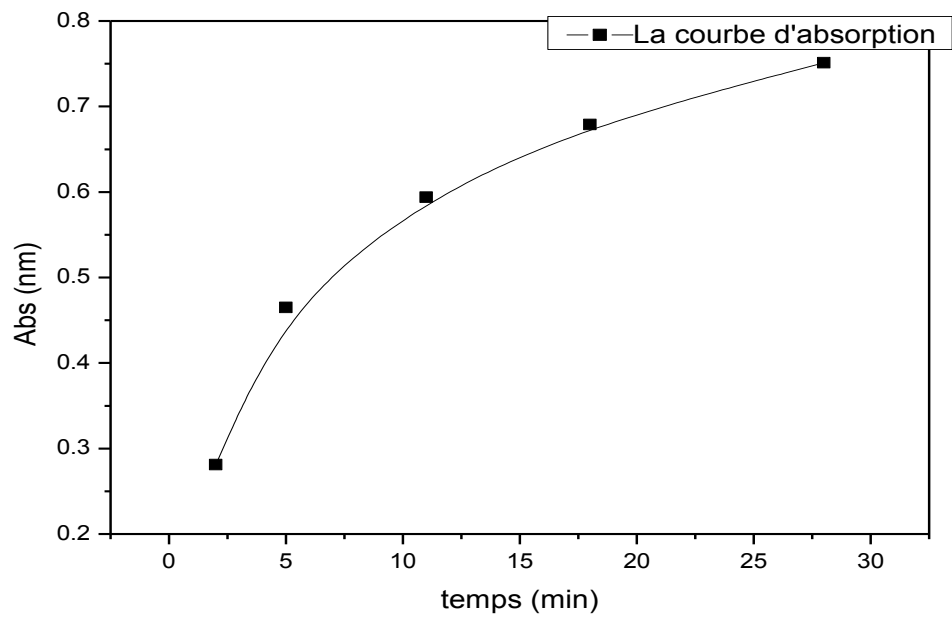


Figure III.28 : Variation de l'absorbance en fonction de la durée de filtration (temps)

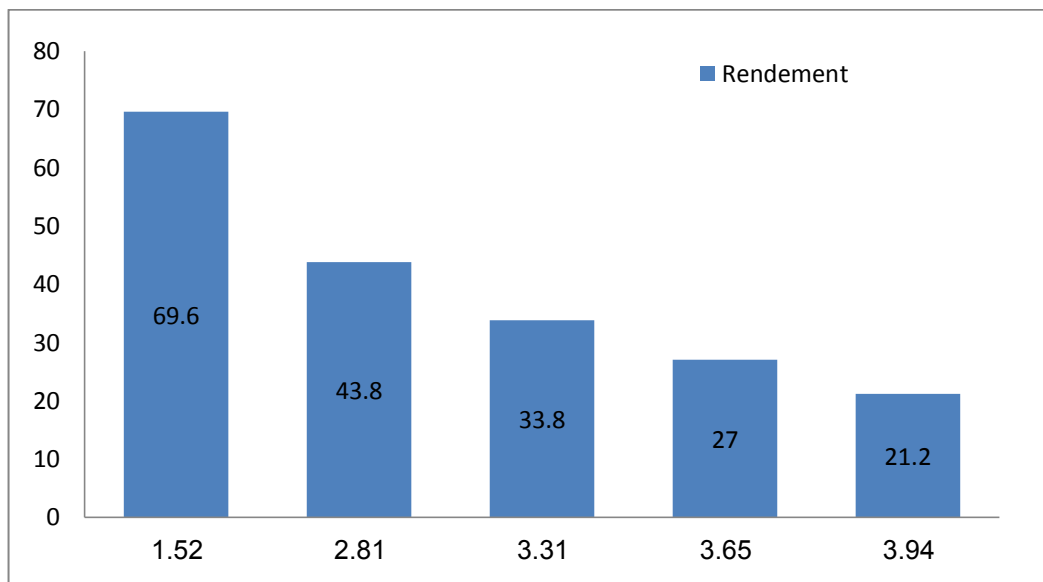


Figure III.29: Histogrammes de la variation de la capacité de filtration en fonction du temps

Conclusion générale

Conclusion générale

D'après les différentes analyse et test effectués sur les matériaux composites préparés, on peut conclure que :

- La fibre du palmier dattier est une source renouvelable qu'on peut l'exploiter dans le domaine de filtration des eaux polluées ;
- Une membrane composite à base d'un polymère et de la fibre végétale peut être élaboré facilement par ma méthode de mélange en solution ;
- En basant sur le test de filtration et vu sa capacité de rétention, la membrane préparée semble avoir de bonnes perspectives dans le domaine de la filtration membranaire.
- Le traitement de la fibre influe sur les propriétés finale du composite membrane (test d'absorption d'eau).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] REACH for Polymères, meilleures méthodes d'essai et techniques disponibles ©2011, smithers Rapra
- [2] M. Fontanille et Y. Gnanou, "Chimie et physico-chimie des Polymères", Dunod, Paris, (2002).
- [3] Aide-mémoire science des matériaux livre écrit par Michel Dupeux.
- [4] A. Bellel, " Traitement de surface de polymères par décharge couronne et plasma", Thèse de doctorat, Université Mentouri, Constantine (2004).
- [5] Benoît WATREMETZ, « modèle thermomécanique 3D d'un matériau a gradient de propriétés a l'aide de techniques multi grilles. Application aux moules d'injection de polymères ». Thèse doctorat institut national des sciences appliquées de Lyon, 2006.
- [6] Patricia nicaud. Projet troisième rob 'ok
- [7] J. Dorlot, J. Massounave et al, "des matériaux", édition de l'école polytechnique des matériaux, Juillet, (1995).
- [8] J. Martin et al, " traité des matériaux ", Tome 14, (2001).
- [9] B. James, Matières plastiques, disponible sur <<http://www.dromadaire.com>> New York, 1996.
- [10] [http // inventors about com / Science /inventors / library / b1 / b112 2 h tm](http://inventors.about.com/Science/inventors/library/b1/b1122.htm). (Page Consulté le 15 novembre 2000) Inventerons.
- [11] Christopher D. Anderson et Eric S Daniels, Emulsion Polymérisation and Latex Applications, *Smithers Rapra Publishing*, (2003), 160 p.
- [12] D. Ausseur, Polychlorure de vinyle, Technique de l'ingénieur, AM 3323, Paris, 1999.
- [13] J. Véne, Les plastiques. Dépôt légal, France, 1976.
- [14] J. Chéron, risques présentes par les polymères et leur adjuvant au cours de la mise en œuvre, Technique de l'ingénieur, AM 3498, Paris, 1996.
- [15] J.P. Arlie, Les thermoplastiques de grand tournage, Nathan, Paris, 1969.
- [16] S. Maiza et M. Toumi, Mémoire de fin d'étude (DEUA). Université FERHAT-ABBES, Sétif, 1994.

Références bibliographiques

- [17] « Dossier de presse Le PVC dans la construction », [en ligne], Disponible sur le site :« [Http://www.la-plasturgie.fr/communiqués/PVC_construction_mars2010.pdf](http://www.la-plasturgie.fr/communiqués/PVC_construction_mars2010.pdf) », forum PVC France, (2010).
- [18] JEAN MARIE, B., ? Matériaux composite, comportement mécanique et analyse des structures ?. Institut universitaire de technologie, édition Masson, Paris, 1996.
- [19] Clyne T.W., Hull D. (1996). An Introduction to Composite Materials, 2e Ed., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [20] Bourban P.-É., Carlsson L., Mercier J.P., Månson, J.-A.E. (2004). Matériaux composites à matrice organique : constituants, procédés, propriétés, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 233 p.
- [21] Vézeau B. (2010). Caractérisation mécanique de composites LMDPE/bois en vue d'une application en roto moulage (Mémoire M.Sc.), Université Laval, Québec, 152 p.
- [22] Bourai K. (2010). Étude du comportement thermique d'un composite bois-polymère pour une application en roto moulage (Mémoire M.Sc.), Université Laval, Québec, 128 p.
- [23] Prundus G.C. (2009). Résines époxydes renforcées avec des fibres naturelles (Mémoire M.Sc.), Université Laval, Québec.
- [24] RICAL, J. C., ? Matériaux composites, introduction à l'usage des ingénieurs et des techniciens?, édition Masson, Paris, 1992.
- [25] A. Y. Nenonene, 'Elaboration et caractérisation mécanique de panneaux de particules de tige de kénaf et de bio adhésifs à base de colle d'os, de tannin ou de mucilage'', thèse de Doctorat de l'université de Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse, Sciences des Agro ressources, 2009.
- [26] F. Michaud, ''Rhéologie de panneaux composites bois/thermoplastiques sous chargement thermomécanique : Aptitude post formage'' thèse de doctorat, université Laval, 2003.
- [27] BACCHIN P. (2008). Principe de base de la filtration membranaire. Hal-00201760, version 1.
- [28] ADIL SBIAI, « Matériaux composites à matrice époxyde chargée par des fibres de Palmier dattier » : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres. Autre. INSA de Lyon, (2011).

Références bibliographiques

[29] Jean-Luc Gardette, « Caractérisation des polymères par spectrométrie Optique »
Techniques de l'Ingénieur, AM 3 271.

[30] W. E. Morton and J. W. S. Hearle, 1975. Physical properties of textile fibres. London:
Heinemann -The textile Institut .

[31] W. E. Morton and J. W. S. Hearle, 1975. Physical properties of textile fibres. London:
Heinemann -The textile Institut.

Annexes

| Temps | 72 | 96 | 120 | 144 | 264 | 288 | 312 | 336 | 360 |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Composite 1 | 3.2668 | 3.253 | 3.2479 | 3.2297 | 3.211 | 3.2085 | 3.1975 | 3.1971 | 3.1970 |
| Composite 2 | 1.2054 | 1.1715 | 1.170 | 1.1621 | 1.1538 | 1.1518 | 1.1502 | 1.1501 | 1.1500 |
| Composite 3 | 1.2683 | 1.222 | 1.2167 | 1.2053 | 1.1963 | 1.1821 | 1.1803 | 1.1802 | 1.1801 |

Tableau III.2: La variation du poids des films composites en fonction du temps d'évaporation du solvant.

| Temps(h) | 0 | 24 | 48 | 72 | 144 | 192 |
|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Composite 1 | 0 | 32.64 | 38.73 | 61.03 | 57.01 | 56.89 |
| Composite 2 | 0 | 24.55 | 37.01 | 48.39 | 56.22 | 38.43 |
| Composite 3 | 0 | 8.87 | 22.31 | 27.82 | 23.96 | 23.14 |

Tableau III.3: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température ambiante

Annexes

| temps | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
|----------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Composite 1 | 0 | 64.40 | 77.71 | 77.05 | 71.86 | 71.38 |
| Composite 2 | 0 | 13.15 | 17.29 | 30.33 | 36.25 | 35.07 |
| Composite 3 | 0 | 6.49 | 16.14 | 24.01 | 20.07 | 18.11 |

Tableau III.4: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps à température de à 40 ° C.

| Concentration | absorbance |
|----------------------|-------------------|
| 5 | 1.035 |
| 2.5 | 0.386 |
| 1.25 | 0.256 |
| 0.625 | 0.115 |
| 0.3125 | 0.029 |

Tableau III.5: la valeur de l'absorption en termes de concentration.

| Echantillons | Temps(min) | Absorbance |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 0.281 |
| 2 | 5 | 0.465 |
| 3 | 11 | 0.594 |
| 4 | 18 | 0.679 |
| 5 | 28 | 0.751 |

Tableau III.6: d'absorption membranaire du bleu de méthylène dans le temps

spectre infrarouge du PVC

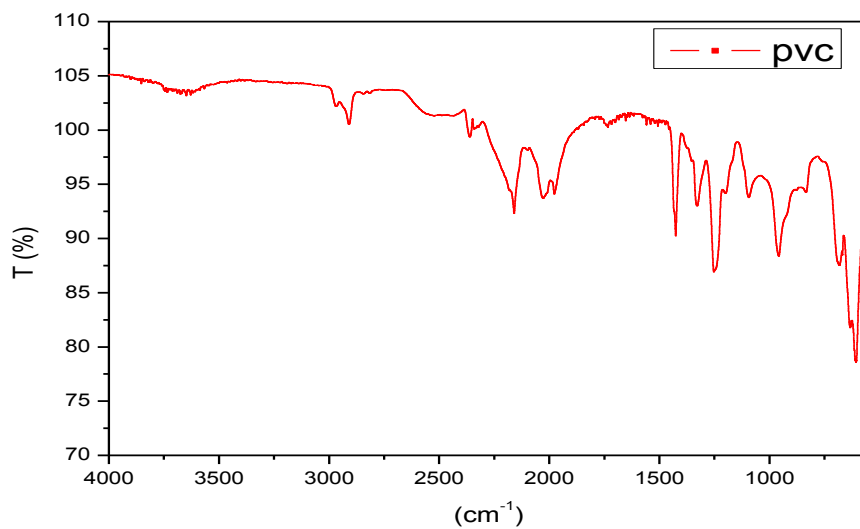


Figure III.30: Spectre IR du PVC

spectre infrarouge du THF:

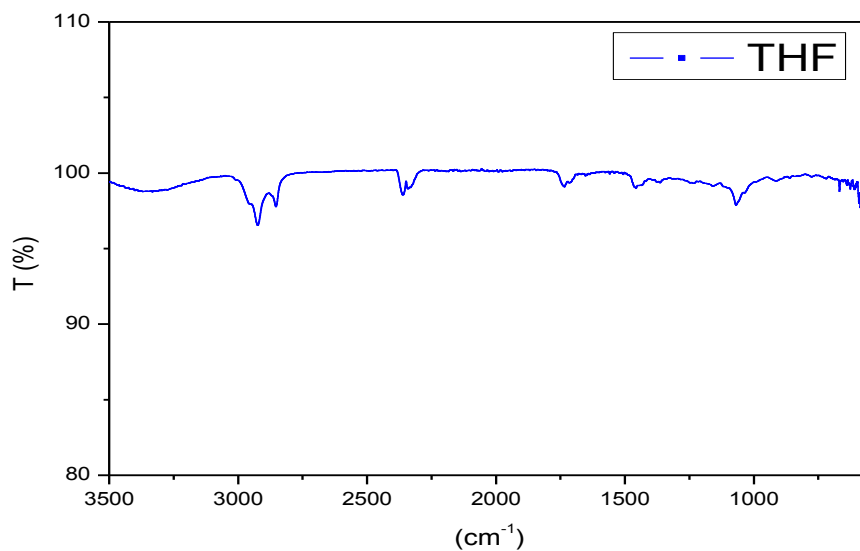


Figure III.31: Spectre IR THF

Résumé :

Vue sa disponibilité, son cout et son impact sur l'environnement, l'utilisation de la matière première naturelle dans le domaine des matériaux composite ne cesse de s'amplifier d'un jour à l'autre. Une large gamme de caractéristiques est offerte au matériau composite dont la charge est naturelle à savoir les propriétés mécaniques (renfort), thermiques (isolation), filtration (dépollution) et la biodégradabilité.

Le présent sujet traite la possibilité d'utilisation d'un filtre à base d'un matériau composite dans la filtration des eaux polluées. L'influence de quelques paramètres (taux de la charge, épaisseur du film ...) sur l'efficacité de processus de filtration fait, aussi, l'objet de cette étude.

Mots clés : Membrane composites, filtration, bleu Méthylène, Fibre vegetal.

ملخص :

نظراً لتوافره وتكاليفه وتأثيره على البيئة، يستمر استخدام المواد الخام الطبيعية في مجال المواد المركبة في النمو من يوم إلى آخر. يتم تقديم مجموعة واسعة من الخصائص للمواد المركبة التي يكون حملها طبيعياً لمعرفة الخصائص الميكانيكية (التعزيز) والحرارة (العزل) والترشيح (إزالة التلوث) والقابلية للتحلل الحيوي.

يتناول هذا الموضوع إمكانية استخدام فلتر يعتمد على مادة مركبة في تنقية المياه الملوثة. إن تأثير بعض المعلمات (معدل الشحن ، سمك الفيلم ، إلخ) على كفاءة عمليات الترشيح هو أيضاً موضوع هذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية: غشاء مركب ، ترشيح ، ازرق الميثيلين ، ألياف نباتية.