



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: Industries pétrochimiques

Spécialité: Génie Pétrochimique

Présenté par:

Houba Salaheddine

Bahi Farouk

Derdega Oualid

Thème

*Etude de l'effet de quelques paramètres sur la
capacité de filtration des eaux polluées en utilisant un
filtre composite à base d'une matrice polymère.*

Soutenu le 06-2019

Devant le Jury:

Mr A. BERRANI
Mme K. AHMOUDA
Mr A. BOUGHEZAL

Président
Examineur
Rapporteur

Université d'El Oued.
Université d'El Oued.
Université d'El Oued.

2018/2019

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu tout puissant clément et miséricordieux.

Nous tenons, avant tout, à exprimer notre profonde gratitude à monsieur

***Abdeslam Boughezaï**, 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.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont donné
la vie, l'espoir et l'amour, à ceux que j'aime
et je respecte; à ma très chère mère et mon*

Cher père.

A mes chers frères.

A toute ma famille.

A mes amis et mes collègues

Sommaire

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction générale.....1

I.Chapitre I:Généralités sur les polymères

I.1.	Introduction.....	5
I.2.	Historique.....	5
I.3.	Définitions :.....	7
I.3.1.	Monomère :.....	7
I.3.2.	Polymère :.....	8
I.4.	Classification des polymères.....	8
I.4.1.	Selon leur origine.....	8
I.4.2.	Les polymères naturels.....	8
I.4.3.	Les polymères artificiels.....	9
I.4.4.	Les polymères synthétiques.....	9
I.5.	Propriétés des Polymères.....	9
I.5.1.	Propriétés physiques des polymères.....	9
I.5.2.	Propriétés thermiques.....	10
I.5.2.1.	La température.....	10
I.6.	Applications des polymères.....	10
I.7.	Le PVC (polychlorure de vinyle).....	11
I.7.1.	Introduction :.....	11
I.7.2.	Le PVC (polychlorure de vinyle) :.....	11
I.7.3.	Structure chimique du PVC :.....	12
I.7.4.	Utilité et domaine d'application PVC :.....	12

II. Chapitre II: Les composites polymères comme membranes de filtration

II.1.	Introduction.....	14
II.2.	Définition d'un composite.....	14
II.3.	Les constituants d'un matériau composite.....	14
II.3.1.	Les matrices.....	14

II.3.2.	Les renforts:.....	15
II.3.2.1.	Classification de renforts:.....	15
II.4.	les différents types et domaines d'application des composites.....	16
II.5.	Les membranes dans la filtration.....	17
II.5.1.	Les membranes.....	17
II.5.2.	Les modules membranaires.....	17
II.6.	Composite à base de fibres du palmier dattier.....	18
II.6.1.	Description et zone de culture:.....	18
II.6.2.	Dattes palmiers:.....	19
II.7.	Le bleu de méthylène.....	20
II.7.1.	Définition :.....	20
II.7.2.	Utilisation du bleu de méthylène :.....	20
II.7.3.	Toxicité du bleu de méthylène :.....	21

III. Chapitre III: Méthodologie expérimentale

III.1.	Produits et matériels.....	24
III.1.1.	Produits et réactifs :.....	24
III.1.2.	Les solvants:.....	25
III.1.3.	Matériel utilisé:.....	25
III.2.	Méthode de préparation:.....	25
III.3.	Préparation de la fibre du palmier dattier :.....	25
III.3.1.	Collecte et broyage des fibres :.....	25
III.3.2.	Traitement de la fibre :.....	26
III.3.2.1.	Extraction :.....	26
III.3.2.2.	Lavage :.....	27
III.3.2.3.	Traitement de la fibre par NaOH :.....	27
III.3.2.4.	Étuvage :.....	28
III.3.2.5.	Rebroyage :.....	28
III.4.	Préparation des composites :.....	29
III.5.	Appareillages de mesure et de caractérisation :.....	30
III.5.1.	La spectrophotométrie infrarouge a transformé de fourier IRTF.....	30
III.5.2.	Spectrophotométrie d'absorption UV-visible:.....	31
III.6.	Mesures et tests expérimentaux :.....	32
III.6.1.	test d'absorption de l'eau :.....	32
III.6.2.	Test de filtration :.....	32

IV. Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1.	Caractérisation par IRTF.....	35
IV.1.1.	Effet du traitement de la charge:.....	35
IV.1.2.	Le taux d'adsorption d'eau.....	36
IV.1.3.	Test de filtration (cas du bleu de méthylène).....	37
IV.1.4.	Effet du nombre de membranes composites (filtre)	39
IV.1.5.	Effet du traitement de la fibre :.....	40
IV.1.6.	Effet de la concentration.....	41
IV.1.7.	Effet de l'épaisseur.....	42
	Conclusion générale	44
	Références bibliographique.....	46

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Importantes étapes dans l'histoire des polymères.....	6
Tableau II.1: les différents types et domaines d'application des matériaux composites	16
Tableau II.2 : Propriétés physico-chimiques du bleu de méthylène.....	21
Tableau III.1: La composition de différentes composites membranes préparées.....	29

Liste des figures

Figure 1- 1 : La constitution d'un polymère	8
Figure II.2.1 Types de matrice.....	15
Figure II.3 – Types de renforts	15
Figure II.5 : Représentation schématique d'un procédé de séparation membranaire.....	18
Figure II.6 : Présentation schématique d'un palmier dattier	19
Figure III.1. Image de la 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: Rebroyage de la fibre végétale.....	28
Figure III-8 : Images photographiques des composites préparés	30
Figure III .11: le spectrophotomètre infrarouge utilisé.....	31
Figure III.12: le spectrophotomètre UV-visible utilisé.	32
Figure III.13: Image du dispositif de filtration (à gauche) et schéma simplifier (a droite).....	33
Figure IV.14: Spectre IR pour les différents types de fibres	35
Figure III.15: Histogrammes le taux d'absorption en fonction de temps	36
Figure III.16: Variation du taux d'absorption d'eau en fonction du temps.....	36
Figure IV.17: La courbe d'étalonnage du bleu de méthylène	37
Figure III.18: Échantillon avant filtration(Solution mère)	38
Figure III.19: Échantillon après filtration.....	38
Figure III.20: Histogrammes de l' effet du nombre de membranes composites en fonction le rendement	39
Figure III.21: Histogrammes de l' effet du traitement de la fibre en fonction le rendement	40
Figure III.22: Histogrammes de l' effet de la concentration en fonction le rendement	41
Figure III.23 Histogrammes de l' effet de l'épaisseur de la membrane en fonction le rendement	42

Liste des abréviations

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	fibre 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 générale

Le traitement des eaux polluées dans le domaine industriel constitue l'enjeu essentiel de la recherche scientifique en matière de la préservation de l'environnement. En effet, plusieurs sont les produits chimiques utilisés dans l'industrie de production ou de traitement sous forme de colorants, pigments, additifs, adjuvants.....et trouvent l'environnement comme leur destination finale. Pour diminuer cet impact, le traitements des eaux a savoir par filtration, demeure le pas inévitable dans le processus de la protection de l'environnement.

Parmi les matériaux utilisés pour la fabrication des filtres (micro, Ultra, nano) on trouve les matériaux composites polymères. Ils 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.

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, la concentration du polluants.....etc.

Notre manuscrit est réparti en quatre chapitres. Dont deux constituent la partie théorique et deux autres la partie pratique.

- Le chapitre 1 traite les notions de base et des généralités sur les polymères et leurs applications ;
- Le chapitre 2 se focalise sur les composites polymères et leurs utilisations dans le domaine de la filtration des eaux polluées ;
- Les chapitres 3 et 4 présentent la méthodologie expérimentale et les résultats et leurs discussions.

Partie Théorique

Chapitre I : *Généralités 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 différent 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 (poly = plusieurs) [1] .

I.2. Historique

Les débuts de la production industrielle de pièces en matière plastique remontent au e milieu du XIX siècle avec la fabrication d'articles de mode à base de cellulose et de caséine. Jusqu'au milieu des années 1920, d'importantes découvertes ont contribué au développement des matières plastiques. Avec l'invention de la première résine synthétique, la bakélite, Baekeland posa la première pierre dans le domaine de la production en grande série de pièces en matière thermodurcissable.

A cette époque, ces matières étaient essentiellement connues pour leur intérêt en électrotechnique. Un développement remarquable, surtout pour les thermoplastiques, a été observé à partir de 1926 avec les travaux du chimiste Allemand Staudinger.

Celui-ci mit en évidence, lors de ses investigations, que les matières plastiques sont effectivement formées de longues chaînes moléculaires, appelées macromolécules. Ce concept constitue encore aujourd'hui la base scientifique de l'étude systématique des matières plastiques. Une nouvelle impulsion importante pour le développement des matières plastiques survient à partir du milieu des années 1950 avec la conversion d'une matière première, le charbon, en dérivés pétrochimiques. On obtient, à partir des sous produits, des fractions légères, dont l'éthylène. Les principaux thermoplastiques dérivés sont le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le

polystyrène (PS) et le poly chlorure de vinyle (PVC). Ces matières ont pu être produites plus économiquement à partir de cette découverte.

Dans le tableau 1 sont sélectionnées quelques dates importantes qui ont jalonné la progression d'un domaine en pleine expansion beaucoup parmi elles correspondant à la découverte de nouveaux matériaux suivie de leur développement [2].

Tableau I.1 : Importantes étapes 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 aluminosilanes/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.

I.3. Définitions :

I.3.1. Monomère :

Un composé constitué de molécules simples pouvant réagir avec d'autres monomères pour donner un polymère. Contrairement au polymère, un monomère a une faible masse moléculaire.

Le monomère est constitué de molécules simples, et capable de se combiner à d'autres molécules semblables ou différentes pour former un polymère [3].

Le terme macromolécule est souvent utilisé à la place de polymère.

I.3.2. Polymère :

Un polymère est un produit constitué de molécules caractérisées par un grand nombre de répétitions d'une ou de plusieurs espèces d'atomes ou de groupes d'atomes (motifs constitutionnels) reliés entre eux en quantité suffisante pour conduire à un ensemble d propriétés qui ne varient pratiquement pas avec l'addition ou l'élimination d'un seul ou d'un petit nombre de motifs constitutionnels [1].

Les polymères sont des matières organiques ou semi organiques constituées d'un ensemble de chaînes macromoléculaires de différentes longueurs [4].

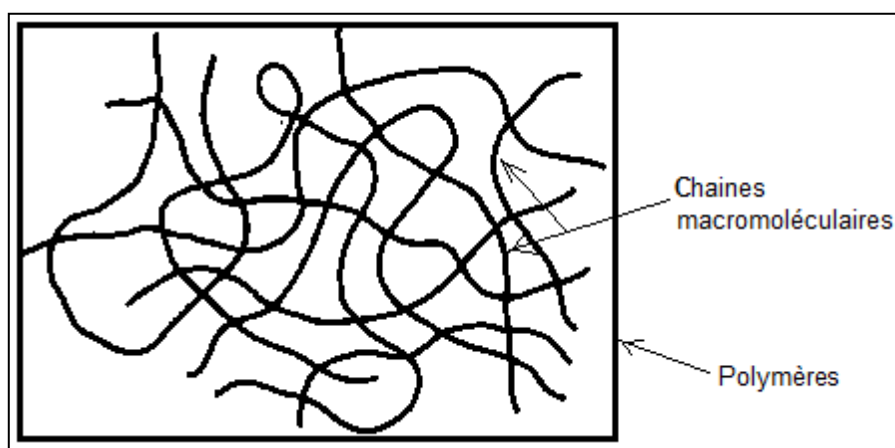


Figure 1- 1 : La constitution d'un polymère

I.4. Classification des polymères**I.4.1. Selon leur origine [2]**

On peut les classer en trois catégories

I.4.2. Les polymères naturels

Sont issus du règne végétal où l'animal, leur importance est considérable. On peut Cependant mentionner, dans cette catégorie, la famille des polysaccharides (cellulose, amidon..), le caoutchouc naturel, etc.

I.4.3. Les polymères artificiels

Sont obtenus par modification chimique de polymères naturels, de façon à transformer certaines de leurs propriétés ; l'ester cellulosique (nitrocellulose, acétate de cellulose.) Ont toujours connu une certaine importance économique.

I.4.4. 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.

I.5. 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.5.1. 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) [5].

I.5.2. Propriétés thermiques**I.5.2.1. 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 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 comportements mécaniques différents.

Ceci peut se produire pour les thermoplastiques semi cristallins dans un domaine même étroit de la température [6].

I.6. Applications des polymères [04]

Les applications des polymères selon Européen Plastics Demandé by Résine (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, comprenant notamment le boom du secteur biomédical.

I.7. Le PVC (polychlorure de vinyle)**I.7.1. 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 [07]. 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 [08].

Le poly (chlorure de vinyle), dont le symbole international PVC découle de l'appellation anglaise « Poly Vinyle 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. [09].

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.7.2. Le PVC (polychlorure de vinyle) :

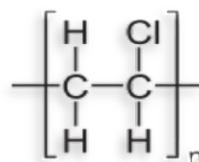
Le poly (chlorure de vinyle) dont le symbole international PVC découle de l'appellation anglaise (PVC)]. C'est une poudre blanche thermoplastiques, inodores, et inflammable composé de carbone, d'hydrogène et du chlore. Le carbone et l'hydrogène proviennent de pétrole (43%), tandis que le chlore est originaire du sel (57%) [09, 10].

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 [11]. 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.7.3. Structure chimique du PVC :

La structure de PVC est une chaîne hydrocarbonée avec un atome de chlore liée 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 [12].

La formule structurale de base et la suivante [13] [14] :



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) [11].

I.7.4. 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 [15].

Chapitre II :
Les composites polymères
comme membranes de
filtration

II.1. Introduction

Les matériaux composites à matrice polymère thermoplastique de synthèse renforcée par des fibres de bois sont internationalement connus sous le sigle WPC de Wood Plastic Composites. Il faut noter que cette dénomination englobe de façon très générale les composites réalisés avec tous les types de polymères et tous les types de fibres végétales. Plusieurs fabricants de composites thermoplastiques/fibres de verre ou de carbone se sont tournés vers les fibres végétales pour plusieurs raisons : ces fibres permettent de réduire l'usure des machines de mise en forme et de diminuer le poids du composite tout en étant une ressource renouvelable, biodégradable et économique [16].

II.2. Définition d'un composite

Dans un sens très large, le mot «composite» signifie «constitué de deux ou plusieurs parties différentes». Par ailleurs on définit un composite comme un matériau réunissant au moins deux composants qui ne sont pas miscibles mais présentent une forte capacité d'adhésion. L'association de ces éléments conduit à un matériau dont les propriétés sont supérieures aux propriétés des éléments pris séparément [17,18]. Les matériaux composites ne sont pas une nouveauté; ils ont été utilisés dès l'antiquité par l'homme comme le bois et le torchis sont alors des matériaux de la vie quotidienne [19]. On distingue deux classes de matériaux composites :

- Composites de grande diffusion le taux volumique de la matrice est de l'ordre de 50 à 70%.
- Composites à hautes performances. Le taux volumique varie de 40 à 50%.

II.3. Les constituants d'un matériau composite

Un matériau composite est constitué de différentes phases nommées renforts et matrice. Lorsque le matériau composite est non endommagé, les renforts et la matrice sont parfaitement liés et il ne peut pas y avoir ni glissement ni séparation entre les différentes phases.

II.3.1. Les matrices

Dans un grand nombre de cas, la matrice constituant le matériau composite est une résine polymère en phase continue qui sert de liant, jouent un rôle physico-chimique et thermique (protection des renforts, répartition des contraintes et transmission de celles-ci aux renforts par l'intermédiaire de l'interface) et commandent les conditions de mise en œuvre [20].

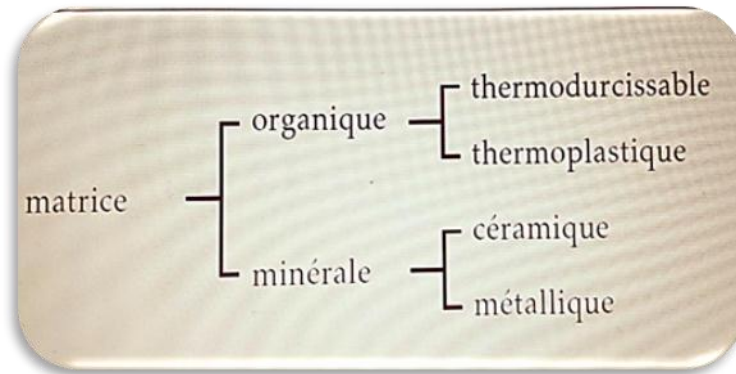


Figure II.2.1 Types de matrice

Les matrices peuvent être classées selon leurs natures :

- Matrices organiques : (thermodurcissable, thermoplastique)
- Matrices minérales : (céramique, métallique) [17].

II.3.2. Les renforts :

Le renfort se présente sous forme filamenteuse (organique ou inorganique) comme les fibres de verre, carbone, aramide, et les fibres naturelles. Les renforts contribuent à améliorer la résistance mécanique et la rigidité des matériaux composites. Ils sont caractérisés par la nature de la fibre, minérale ou organique et l'architecture du renfort [21].

II.3.2.1. Classification de renforts :

La classification des types de renforts couramment rencontrés est indiquée sur la figure suivante :

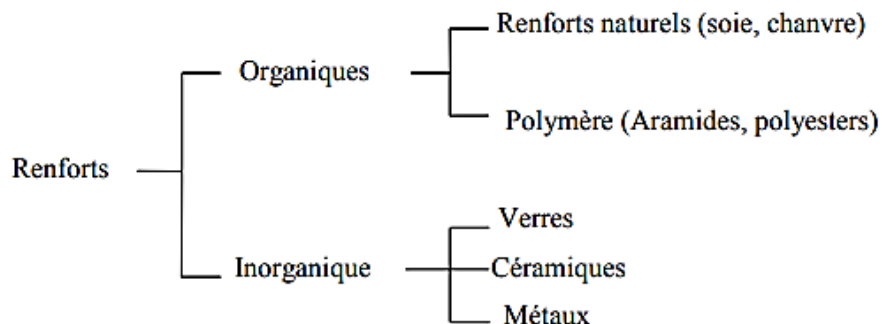


Figure II.3 – Types de renforts

II.4. les différents types et domaines d'application des composites

Le tableau ci-dessous récapitule Quelques exemples des matériaux composites [22] :

Tableau II.1 : les différents types et domaines d'application des matériaux composites

Type de matrice	Constituants	Domaine application
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
Stratifiée	Résine/charges/fibres de	Domaines multiples
Plastiques renforcés	Résine/microsphères	
Composites à matrice Minéral		
Béton	Ciment/sable/granulats	Génie civil
Composite carbone – carbone	Carbone- fibre de carbone Céramique/fibres	Aviation, espace, sports, biomédecine
Composite céramique	Céramiques	Pièces thermomécaniques
Composite à matrice métallique	Aluminium/fibres de bore Aluminium/fibres de carbone	Espace
	Sandwich	
Peau	Métaux, stratifiés	Domaines

multiples	
Âmes	Mousse, nid d'abeilles balsa, plastiques renforcés etc...

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 [23] .

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 [23].

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) [23].

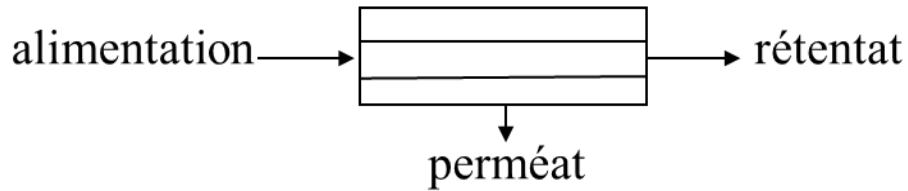


Figure II.5 : Représentation schématique d'un procédé de séparation membranaire

II.5.3. Composite à base de fibres du palmier dattier

II.5.4. 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.

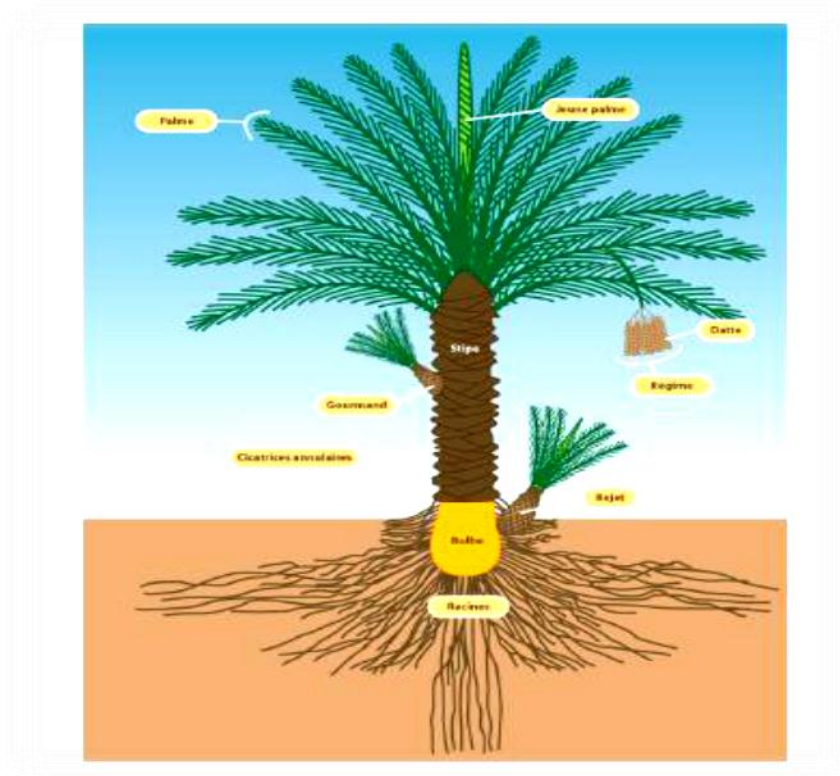


Figure II.6 : Présentation schématique d'un palmier dattier

II.5.5. Palmiers dattes:

Le palmier dattier se constitue principalement de 10 parties à savoir (figure. II.6):

- **Palmes** : Les palmes sont les feuilles du palmier constituées 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.
- **Jeune palme** : La jeune palme est enroulée pendant toute sa croissance comme les brins d'herbe ou les feuilles de bambous.
- **Régime de dattes** : Un régime de dattes (ou spéculé) 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.
- **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.

- **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, où il est indispensable de les retirer pour avoir de bons fruits.
- **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.
- **Cicatrices annulaires** : On a l'impression que le palmier a un « tronc recouvert d'écailles ». 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.
- **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.
- **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.
- **Racines** : Elles sont nombreuses et profondes jusqu'à 20 mètres ; elles sont capables d'aspirer des centaines de litres d'eau par jour [24].

II.6. Le bleu de méthylène

II.6.1. Définition :

Le colorant bleu de méthylène est un colorant cationique d'indice CI 52015, sa formule est $C_{16}H_{18}N_3SCl$ et sa masse molaire est de $319,85 \text{ mol}\cdot\text{g}^{-1}$. C'est une molécule organique [25]. Ce colorant est choisi comme modèle représentatif des polluants organiques de taille moyenne.

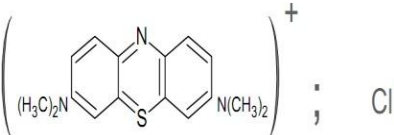
II.6.2. Utilisation du bleu de méthylène :

Le bleu de méthylène est utilisé intensivement dans différents domaines tel que: la chimie, la médecine, l'art dentaire et l'industrie des colorants. Citant quelques usages de ce composé. [26,27] :

- Un colorant vital, il colore certaines structures histologiques
- Un antiseptique un antirhumatismal
- Coloration du coton, bois, soie et papier

Le tableau résume les principales propriétés physicochimiques de ce colorant :

Tableau II.2 : Propriétés physico-chimiques du bleu de méthylène.

Bleu de méthylène	
Couleur	bleu foncé
Odeur	presque inodore
Nomenclature selon l'IUPAC	Chlorure de bis-(diméthylamino)-3,7
Formule chimique	C ₁₆ H ₁₈ ClN ₃ S
Masse molaire	319,85 g.mol ⁻¹
Température de fusion (°C)	180°C
Densité volumique à 20°C° (g/cm ³)	400-600kg/m ³
λ (nm)	666nm
Solubilité dans l'eau (g/l) à 20°C	50 g/l

II.6.3. Toxicité du bleu de méthylène :

Les données toxicologiques relatives à l'utilisation du bleu de méthylène chez l'homme depuis de nombreuses années ont indiqué jusqu'à présent l'absence de danger lié à l'utilisation de ce produit comme médicament dont la dose totale administré ne doit pas dépasser 7 mg/kg. Il peut causer des douleurs thoraciques, une dyspnée ; une anxiété, des tremblements, des hypertensions, et même coloration de la peau si la dose est élevée [27].

Le bleu de méthylène n'est pas fortement dangereux, mais il a un effet nocif sur les organismes vivants et les eaux .L'exposition aigue à ce produit causera .[26] :

- Exposition externe : irritation de la peau et des dommages permanentes aux yeux
- Par l'inhalation: respiration rapide ou difficile et augmentation de la fréquence cardiaque
- Par l'ingestion : irritation de l'appareil gastro-intestinal nausée, transpiration prodigue, confusions mentaux, cyanose et nécrose des tissus humains

Partie Pratique

Chapitre III: Méthodologie expérimentale

II.7. Produits et matériels

II.7.1. 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°
- ❖ 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
- ❖ Bleu de méthylène :
 - Formule générale: $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$
 - Masse molaire: $319,85 \text{ g.mol}^{-1}$
 - Solubilité: 50 g/l dans l'eau
- ❖ La fibre végétale (FVP) :

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



Figure III.1. Image de la poudre de PVC



Figure III.2 : Ulves de Palmier dattier

II.7.2. Les solvants:

- ❖ Tétrahydrofurane (THF):
 - Formule générale: C_4H_8O
 - Masse molaire : $M = 72.11 \text{ g/mol}$
 - Densité: 0.889
 - Point d'ébullition: 65-66 °C
- ❖ Ethanol:
 - Formule générale : C_2H_6O
 - Masse molaire : $M = 46 \text{ g/mol}$
 - Point de fusion : -114 °C
 - Point d'ébullition : 78-78.5°C

II.7.3. Matériel utilisé:

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

II.8. Méthode de préparation:**II.9. Préparation de la fibre du palmier dattier :****II.9.1. 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),

les folioles sont déchiquetées et broyées. La poudre est exposée au soleil afin d'éliminer au maximum l'humidité présente. (Voir l'image suivante)

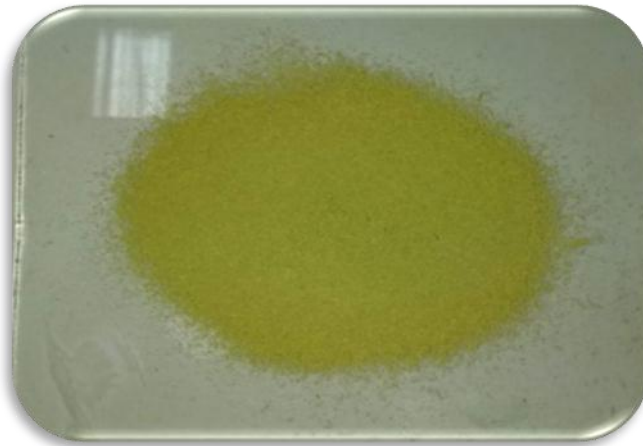


Figure III.3 : Collecte et broyage des fibres

II.9.2. Traitement de la fibre :

II.9.2.1. Extraction de la fibre:

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 opératoire 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

II.9.2.2. 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

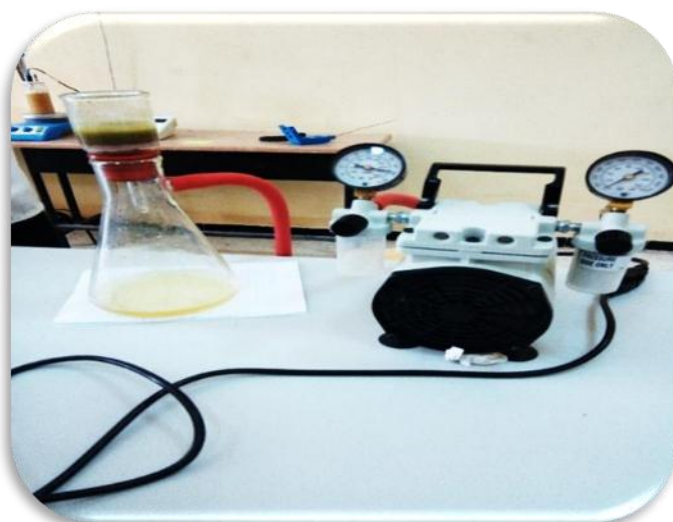


Figure III .5 : Image de l'opération de lavage par de l'eau distillée

II.9.2.3. Traitement de la fibre 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 est

soumise à un deuxième lavage, des gouttes d'acide acétique sont ajoutées afin de neutraliser le milieu.

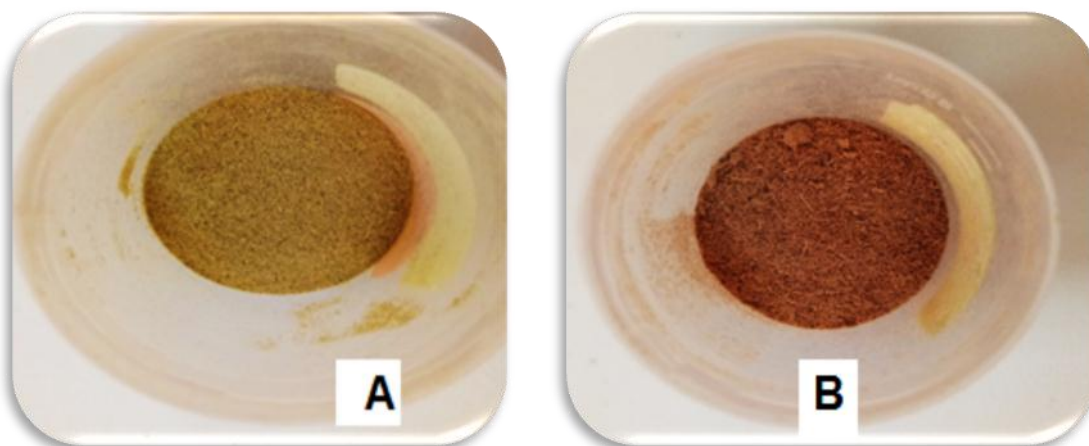


Figure III.6: Image de la fibre du palmier dattier, (A) avant traitement

(B) après traitement par NaOH

II.9.2.4. Étuvage :

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

II.9.2.5. 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

II.10. Préparation des composites :

Tableau III.1: La composition de différentes composites membranes préparées

Composite	PVC en poids (g)	Fibre en poids (g)	Rapport PVC /FV	Nature de la fibre
Composite 1	1.5	0.5	75/25 (2g)	Fibre non traitée (extraite par éthanol)
Composite 2	1.5	0.5	75/25 (2g)	Fibre traitée par NaOH
Composite 3	1	1	50/50 (2g)	Fibre non traitée (extraite par éthanol)
Composite 4	0.75	0.25	75/25 (1g)	Fibre non traitée (extraite par éthanol)
Composite 5	0.8	0.2	90/10 (1g)	Fibre traitée par NaOH

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 déterminée aussi, de fibre du palmier dattier. En fin, cette solution est verser dans une boîte de pétrie et sera décollé dès que le solvant est évaporé.

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

Les différents films membranes préparées après évaporation du solvant sont regroupés ci dessus.



Composite 1



Composite 2



Composite 3



Composite 4



Composite 5

Figure III-8 : Images photographiques des composites préparés

II.11. Appareillages de mesure et de caractérisation :

II.11.1. La spectrophotométrie infrarouge à 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 [1].

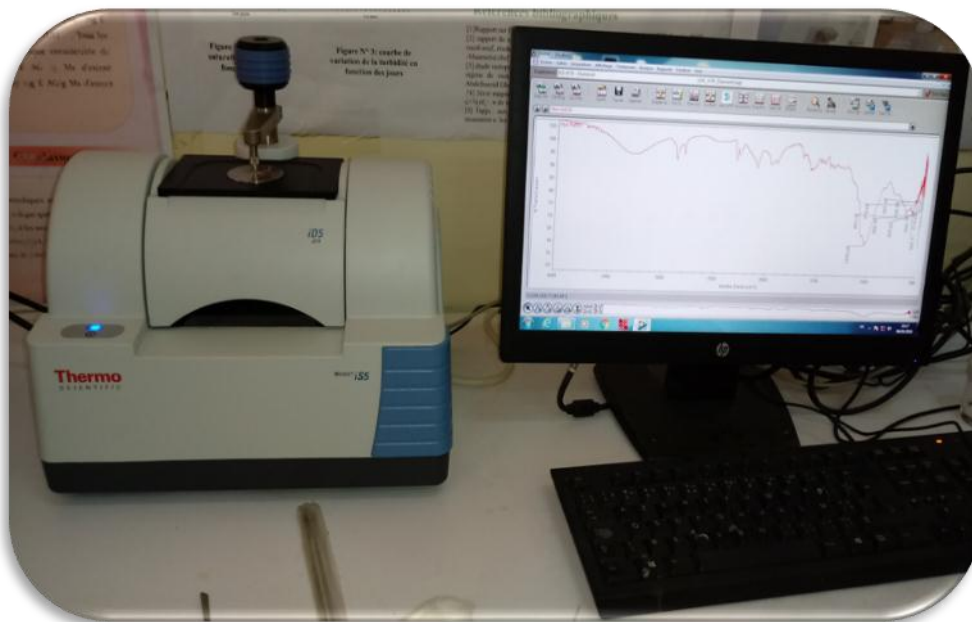


Figure III .11: le spectrophotomètre infrarouge utilisé

II.11.2. 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.

II.12. Mesures et tests expérimentaux :

II.12.1. test d'absorption de l'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:

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

Ou:

W: Le taux d'absorption

m_h : La masse du composite hydraté en (g)

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

II.12.2. 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 de rétention de polluant organique, le bleu de méthylène dans notre cas. Nous avons procédé, alors, à la méthodologie suivante :

On découpe un morceau 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 récupérée dans un erlenmeyer. Une petite pression est exercée afin de faciliter 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 6mg/l, cinq 05 dilutions ont été préparées à partir de cette solution :

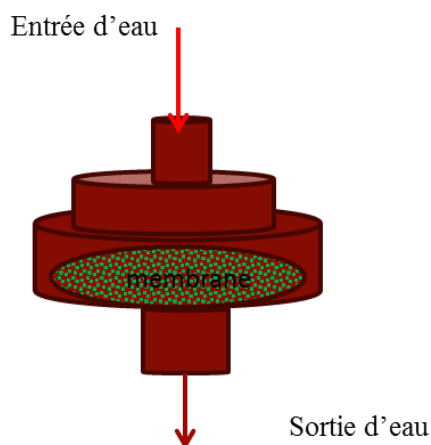


Figure III.13: Image du dispositif de filtration (à gauche) et schéma simplifier (à droite).

Chapitre IV: Résultats et discussion

III.1.Caractérisation par IRTF

III.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 significatif 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 1630 cm^{-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.

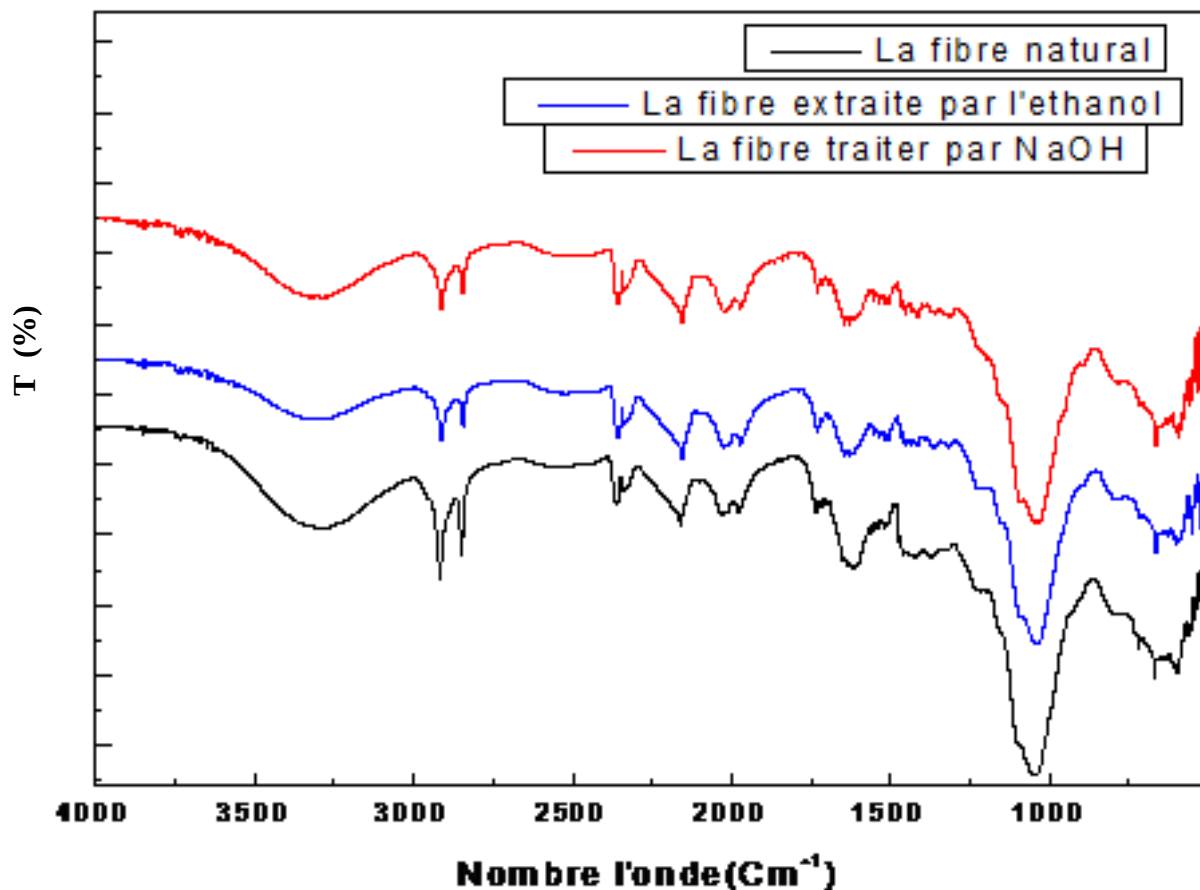


Figure IV.14: Spectre IR pour les différents types de fibres

III.1.2. Le taux d'adsorption d'eau

Les figures (IV.15) et (IV.16) représentent le taux d'absorption d'eau ou teneur en eau des matériaux composites à température ambiante. On observe que tous les matériaux absorbent de l'eau mais d'une façon variée de l'un à l'autre, ainsi, les composites à base d'une charge traitée par NaOH présentent 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 72 heures d'immersion, ceci peut être considéré comme un point de saturation.

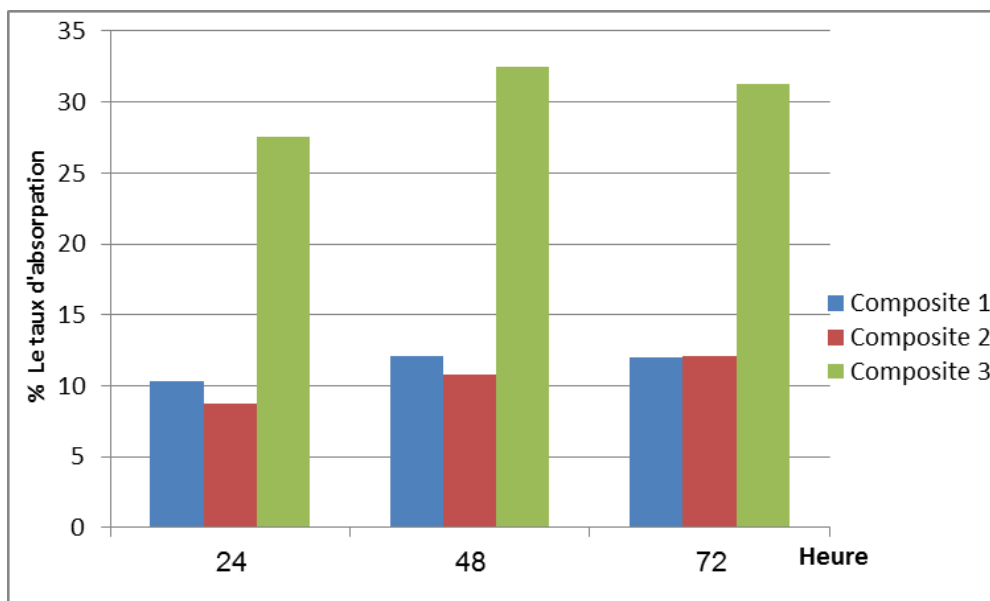


Figure IV.15: Histogrammes du taux d'adsorption des composites 1, 2 et 3 en fonction du temps

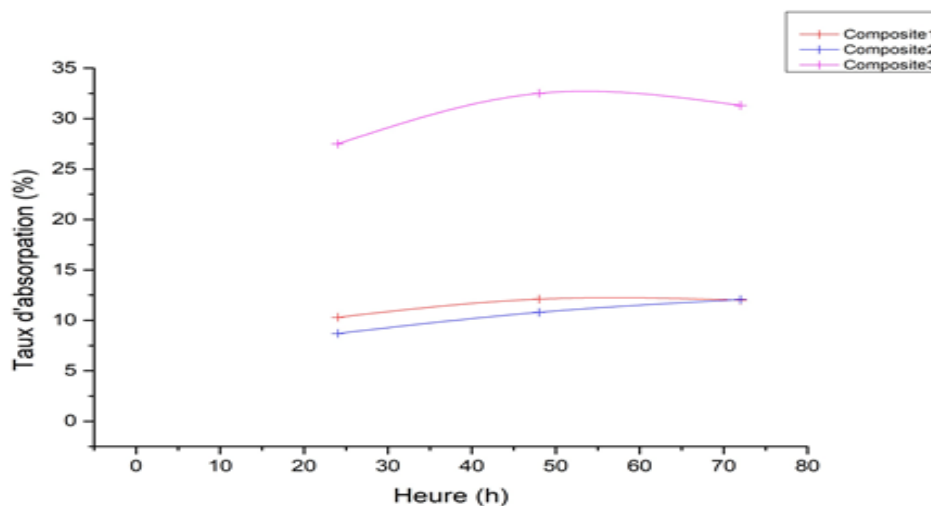


Figure IV.16: Variation du taux d'adsorption d'eau en fonction du temps.

III.1.3. Test de filtration (cas du bleu de méthylène)

La capacité de filtration des membranes est évaluée en basant sur la courbe d'étalonnage (figure IV-17). La concentration du colorant dans l'eau est fortement diminuée après passage au travers de la membrane (figure IV.18, IV.19). Ceci est observé facilement par changement de la couleur de la solution (du bleu foncé au bleu claire).

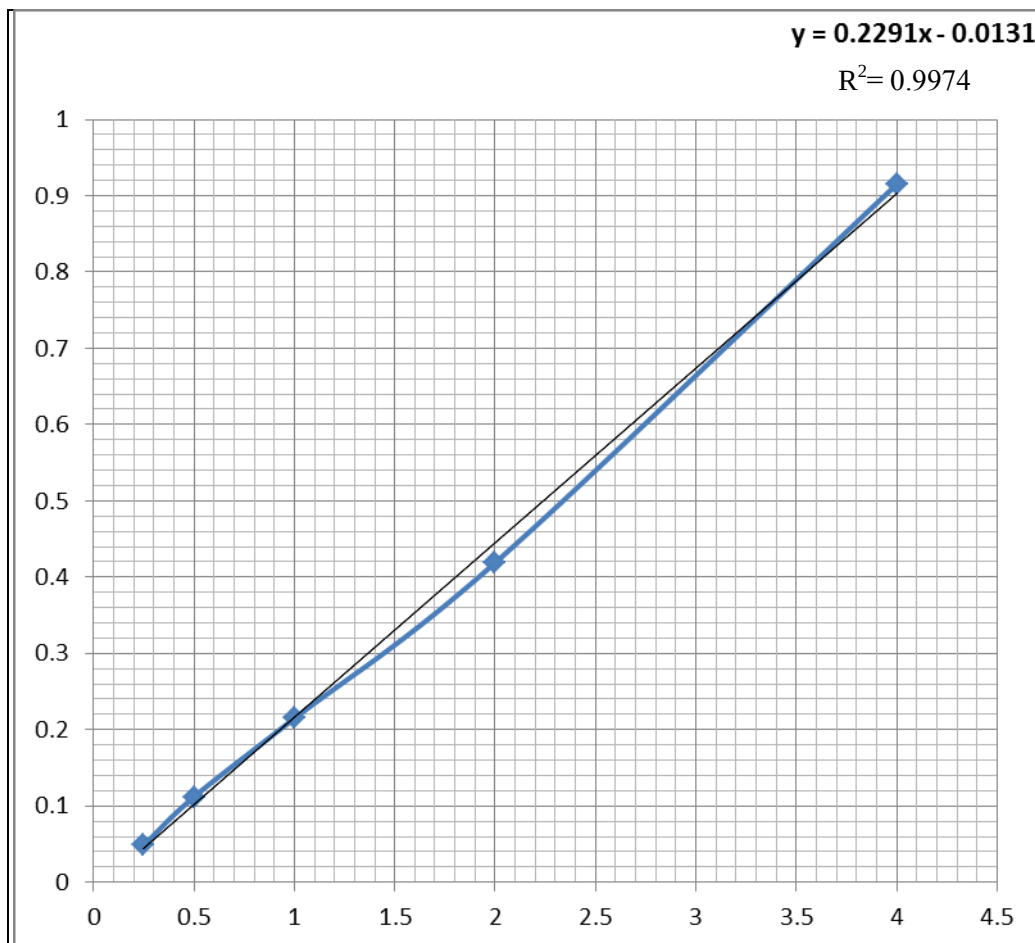


Figure IV.17: La courbe d'étalonnage du bleu de méthylène aqueux.



Figure IV.18: Échantillon avant filtration
(Solution mère)



Figure IV.19: Échantillon après filtration

Le rendement de filtration est calculé par les équations suivantes :

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

Ou:

R1 : Rendement ;

C₀ : Concentration initiale ;

C₁ : Concentration après filtration

Exemple de calcule :

Pour une concentration initiale de 6mg/l, la concentration après filtration est de 3,06mg /l.

On aura donc, le rendement R1 :

$$R1 = \frac{6 - 3.06}{6} * 100 = 49 \%$$

III.1.4.Effet du nombre de membranes composites (filtre) :

L'effet du nombre de membranes sur le rendement de la filtration est représenté par la figure IV.20. on observe une augmentation du rendement de filtration en fonction du nombre de filtres (de 1 à 3 filtres) est donc une amélioration de dépollution de l'eau. Il est claire, donc, que la manière dont le filtre est concerté joue un rôle très important.

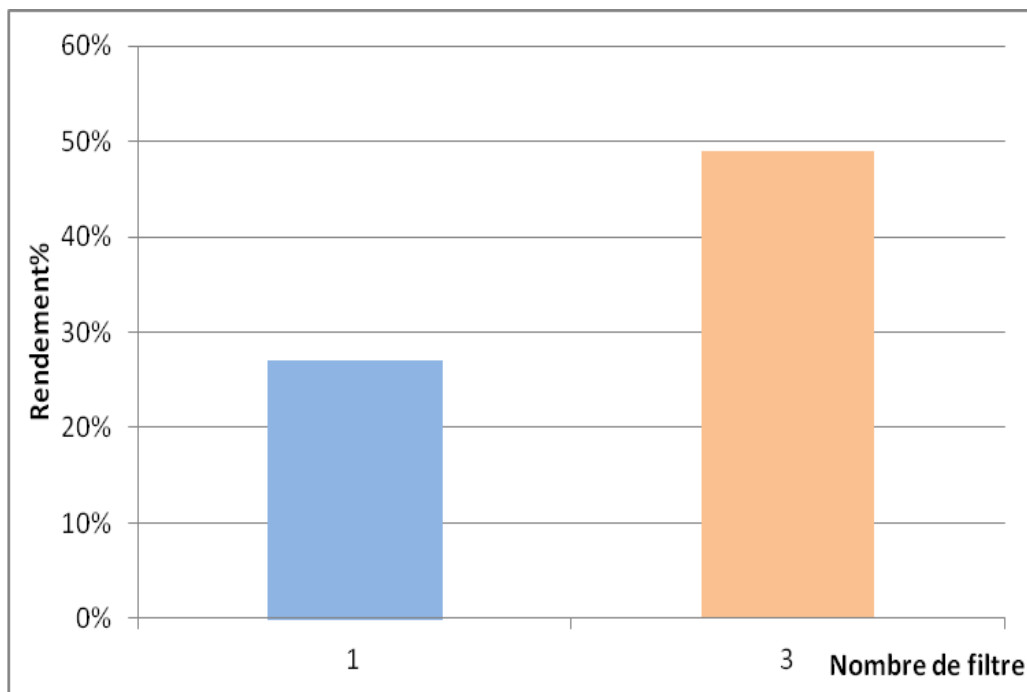


Figure IV20: Histogrammes de l'effet du nombre de membranes Composite 4 sur le rendement.

III.1.5.Effet du traitement de la fibre :

Les résultats de l'effet du traitement de la fibre par NaOH sur le rendement de filtration sont illustrés sur la figure IV.21. Nous constatons que les membranes contenant de la fibre non traitée présentent un meilleur rendement de dépollution que celles préparées à partir de la fibre traitée. Ce ci peut être expliqué par le rôle que joue l'hydroxyde de sodium sur la fibre végétale (enlèvement des groupements OH et amélioration des forces d'adhésion au niveau de l'interface fibre-polymère) ce qui diminue largement la taille des pores sur la membrane et par conséquence l'empêchement de la pénétration des molécules de l'eau à travers le film.

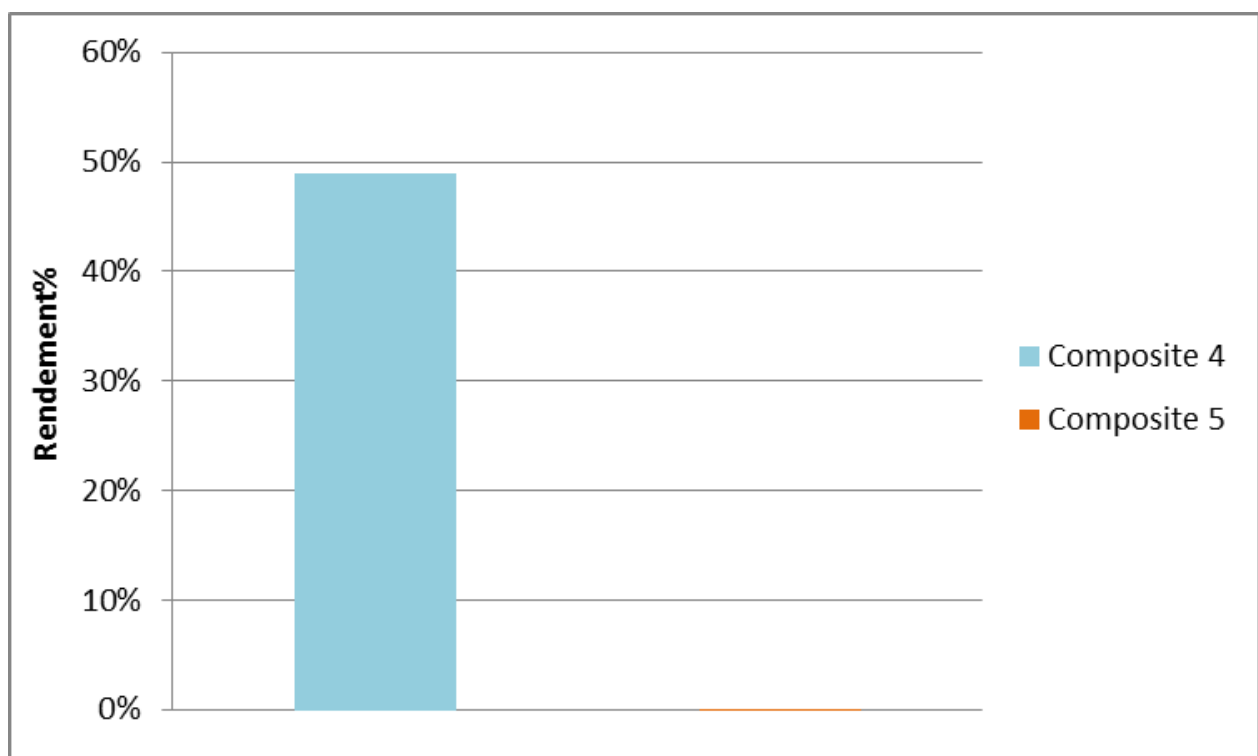


Figure IV.21: Histogrammes de l'effet du traitement de la fibre sur le rendement

III.1.6.Effet de la concentration de bleu de méthylène

L'effet de la concentration du polluant (bleu de méthylène) dans l'eau sur le rendement de la filtration est représenté sur la figure IV.22. Nous observons qu'une diminution de la concentration mène à un rendement de filtration plus amélioré. En fait , rarement sont les concentrations élevées (6gr /l) dans l'industrie, mais ce résultat nous donne quand même une idée sur la limite d'application de cette membrane. Les faibles concentrations semblent êtres les plus préconises pour ce genre de composites.

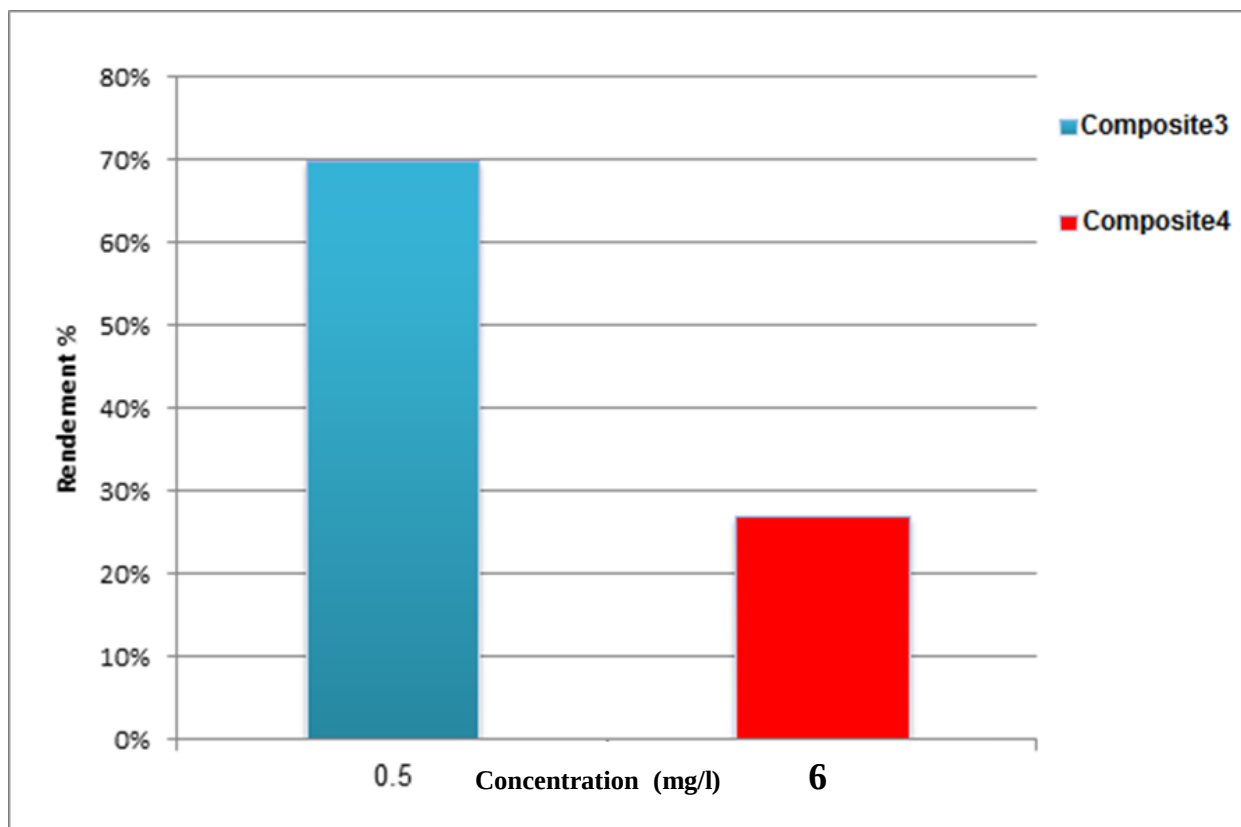


Figure IV.22: Histogrammes de l'effet de la concentration sur le rendement

III.1.7.Effet de l'épaisseur d'adsorbant:

L'effet de l'épaisseur de la membrane sur l'efficacité de la filtration est illustré sur la figure IV.23. On observe qu'au fur et à mesure que l'épaisseur de la membrane augmente, le rendement de la filtration augmente aussi d'une façon significative. Ceci peut être expliqué par la quantité de la charge (fibre végétale) contenue dans la membrane traduite par une augmentation de son épaisseur et donc plus de rétention du colorant ..

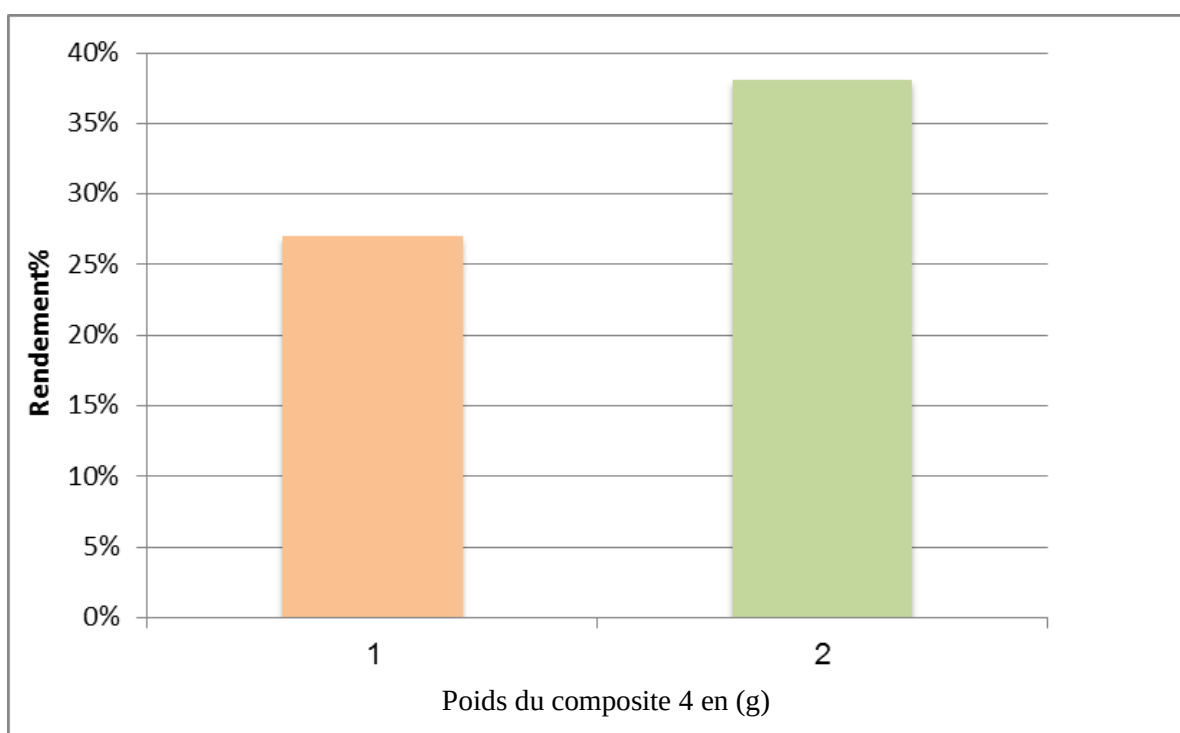


Figure IV.23 : Histogrammes de l'effet de l'épaisseur de la composite membrane sur le rendement

Conclusion générale

D'après les résultats obtenus lors de différents tests et analyses, on peut conclure que :

- Le taux de la charge influe largement sur le processus de dépollution. Un bon rapport matrice fibre est fortement préconisé (moins de 50%) ;
- Le traitement de la fibre végétale par NaOH diminue la taille des pores dans la membrane et par conséquence, rend la pénétration de l'eau au travers difficile ;
- L'augmentation du nombre de filtres utilisé lors de la filtration améliore le taux de rétention du colorant (rendement de filtration) ;
- Les membranes PVC/FV semblent être plus efficaces pour des concentrations plus faibles du polluant dans l'eau.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [01] REACH for Polymères, meilleures méthodes d'essai et techniques disponibles ©2011, smithers Rapra.
- [02] M. Fontanille et Y. Gnanou, "Chimie et physico-chimie des Polymères", Dunod, Paris, (2002).
- [03] Auzias F., Bonnel A., Pot D. : Evolution des ciments dentaires: du ciment aux orthophosphates au ciment au ionomère de verre. Encycl. Med. Chir.(ParisFrance), Odontologie, 23065 K10, 9-1989: 14p.
- [04] E. Fournier, MC Gill «Coagulation, Flocculation et Sédimentation, Filtration», University and EPFL, Mars 2008.
- [05] J. Dorlot T, J. Massounave et al, "des matériaux", édition de l'école polytechnique des matériaux, Juillet, (1995).
- [06] J. Martin et al, " traité des matériaux ", Tome 14, (2001).
- [07] B. James, Matières plastiques, disponible sur <<http://www.dromadaire.com>> New York, 1996.
- [08] [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.
- [09] Christopher D. Anderson et Eric S Daniels, Emulsion Polymérisation and Latex applications, Smithers Rapra Publishing, (2003), 160 p.
- [10] D. Ausseur, Polychlorure de vinyle, Technique de l'ingénieur, AM 3323, Paris, 1999.
- [11] J. Véne, Les plastiques. Dépôt légal, France, 1976.
- [12] 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.
- [13] J.P. Arlie, Les thermoplastiques de grand tournage, Nathan, Paris, 1969.
- [14] S. Maiza et M. Toumi, Mémoire de fin d'étude (DEUA). Université FERHAT- ABBES, Sétif, 1994.

- [15] « 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).
- [16] Laurent Augier, Etude de l'élaboration de matériaux composites PVC / bois à partir de déchets de menuiserie : formulation, caractérisation, durabilité et recyclabilité, Institut national polytechnique de Toulouse, p10-160, 2007.
- [17] Jean-Marie Berthelot, Matériaux composites comportement mécanique et analyse des structures, 4^{ème} édition ,p1-63, Lavoisier, 2005.
- [18] Serge Étienne, David Laurent, Émilie Gaudry, Philippe Lagrange, Julian Ledieu, Jean Steinmetz, Les matériaux de A à Z, p54-63, DUNOD, 2008.
- [19] Daniel Gay, Matériaux composites, 5^{ème} édition, p19-260, Lavoisier, 2005.
- [20] Laurent Gornet, Généralités sur les matériaux composites, Ecole d'ingénieur, 2011.
- [21] Louis Berreur, Bertrand de Maillard, Stanislas Nöspenger, L'industrie française des matériaux composites, Nodal Consultants, p17, 2002.
- [22] RICAL, J .C, Matériaux composites ,introduction à l'usage des ingénieurs et des techniciens , édition Masson , Paris, 1992.
- [23] BACCHIN P. (2008). Principe de base de la filtration membranaire. Hal-00201760 , version 1.
- [24] ADIL,(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).
- [25] L. LIAN, L. GUE, C. GUE, « Adsorption of Congo red from aqueous solutions onto Ca-bentonite»Journal of Hazardous Materials 161 (2009) 126-131
- [26] F. Z SAIDI « Elimination du Bleu de Méthylène par des Procédés d'Oxydation Avancée » mémoire magister Université Abou Bakr Belkaid TLEMCEEN (2013)
- [27] P. Barriot, V. Danel : Intoxications aiguës en réanimation; Groupe liaisons S.A. 2^{ème} édition (1999)

Annexe

Le taux d'adsorption d'eau :

$$W = m_h - m_{\text{sec}} / m_{\text{sec}}$$

Composites	taux d'adsorption		
	24 heures	48 heures	72 heures
Composite1	0.095	0.1133	0.137
Composite2	0.1145	0.1375	0.1365
Composite 3	0.38	0.4818	0.455

Test de filtration (cas du bleu de méthylène) :

C (mg/l)	α
0.25	0.049
0.5	0.112
1	0.215
2	0.419
4	0.915

Effet du nombre de membranes composites (filtre) :

Composites	1	3
Rendement %	27%	49%

Effet du traitement de la fibre :

Composites	Composite 4	Composite 5
Rendement%	49%	0%

Effet de la concentration de bleu de méthylène :

Concentration (mg/l)	0.5	6
Rendement %	70%	27%

Effet de l'épaisseur d'adsorbant :

Poids (g)	1	2
Rendement %	27%	38%

Résumé :

Le travail présenté est basé sur la préparation d'une membrane composite à base d'une matrice thermoplastique (PVC) et d'une charge végétale (Phoenix dactélyfera) et sa possibilité d'exploitation dans le domaine de dépollution des eaux. à cet effet, différents composites PVC/FV ont été préparés, en solution dans le THF, en jouant sur quelques paramètres à savoir la composition, le traitement, la concentration et le nombre de membranes. Les films sont soumis à des tests d'absorption d'eau, analyse par IRTF et l'UV-visible.

Mots-clés : Matrice thermoplastique, composites, dépollution, fibre végétale, membranes.

ملخص :

يعتمد العمل المقدم على إعداد غشاء مركب يعتمد على مصفوفة المبلمر (PVC) مدعمة بألياف نباتية (Phoenix dactélyfera) وإمكانية استغلاله في مجال إزالة تلوث المياه. لهذا الغرض، تم تحضير العديد من مركبات PVC / FV ، في محلول THF, عن طريق شروط التحضير والإعدادات وهي التركيب والمعالجة والتركيز وعدد الأغشية. تخضع العينات لاختبارات امتصاص الماء وتحليل FTIR والأشعة فوق البنفسجية المرئية.

الكلمات المفتاحية: مصفوفة بالحرارة ، والمواد المركبة ، وإزالة التلوث ، والألياف النباتية ، والأغشية.