



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des sciences appliquées
Département de Génie des Procédés



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
En

Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Génie des Procédés
Option : Génie Chimique
Présenté par :
Kahoul Maria
Abaidi Asma

Thème

***INFLUENCE D'EAU SUR LA
MODIFICATION DE POLY (CHLORURE
DE VINYLE) 4000M D'ENIP SKIKDA PAR
1-2 DIAMINOETHANE***

Soutenu publiquement
Le : 27 / 05 / 2015

Devant le jury :

Mr. KAHOUL Fares
Mr. ROUANE. Azeddine
Mr. TABCHOUCHE Ahmed
M^{me}. ZOBEIDI Naoual

Président
Examineur
Encadreur
Co-Encadreur

UKM Ouargla
UKM Ouargla
UKM Ouargla
UKM Ouargla

Année universitaire : 2014/ 2015

Symboles & Abréviation

PVC : Polychlorure de vinyle.

ENIP : Entreprise Nationale de l'Industrie Pétrochimique.

EDA : 1-2 diaminoéthane.

THF : Tétrahydrofuranne.

UV : Ultraviolet.

IR : Infrarouge.

CCM : chromatographique sur couche mince.

CVM : Chlorure de vinyle monomère

Liste des tableaux

Liste des Tableaux

Titres	Pages
Tableau I- 1 : Caractéristiques du polychlorure de vinyle (PVC 4000 M).	03
Tableau IV- 2 : les propriétés physicochimiques des deux solvants utilisés.	15
Tableau V- 3 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC analytique	23
Tableau V- 4 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M	24
TableauV-5 :Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC analytique+EDA	25
Tableau V-6 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC analytique+H2O+EDA	26
Tableau V- 7 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M+EDA	27
Tableau V- 8 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M+H2O+EDA	28
Tableau V-9 :spectre UV-Visible de PVC analytique	29
Tableau V-10 :spectre UV-Visible de PVC 4000M	30
Tableau V-11 : spectre UV-Visible de PVC analytique +EDA	31
Tableau V-12 : spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA+H2O	32
Tableau V-13 : spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA	33
Tableau14 : spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H2O	34

Liste des schémas

Liste des schémas

Titres	Pages
Schéma IV-1 : montage de synthèse a reflux.	16
Schéma IV-2 : spectrophotomètre UV-1800.	17
Schéma IV-3 : spectrophotomètre IRAffinity-1.	17
Schéma IV-4 : WRS-2 Micro Processeur Point de fusion.	18
Schéma IV-5 : Mécanisme réactionnel de (PVC+EDA).	19
Schéma IV-6 : Mécanisme réactionnel de (PVC+EDA+H ₂ O).	20

Liste des figures

Liste des figures

Titres	Pages
Fig I- 1 : Formule général du PVC	02
Fig I- 2 : Polymérisation de PVC	03
Fig III-3 : plaque de CCM (chromatographie sur couche mince)	13
Fig IV-4 : précipitation et filtration de (PVC+EDA+THF)	20
Fig V-5 : Spectre IR de PVC analytique	23
Fig V-6 : Spectre IR de PVC 4000M	24
Fig V-7 : Spectre IR de PVC analytique +EDA	25
Fig V-8 : Spectre IR de PVC analytique +EDA+H ₂ O	26
Fig V-9 : Spectre IR de PVC 4000+EDA	27
Fig V-10 : Spectre IR de PVC 4000M +EDA+H ₂ O	28
Fig V-11: spectre UV-Visible de PVC analytique	29
Fig V-12 : spectre UV-Visible de PVC 4000M	30
Fig V-13: spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA	31
Fig V-14 : spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA+H ₂ O	32
Fig V-15: spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA	33
Fig V-16 : spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H ₂ O	34



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

*Ma très chère mère qui m'a soutenu et contribué
pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon
parcours scolaire
et a mon Père.*

*Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères
À toutes mes sœurs et à tous les membres de ma
famille*

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis



Asma



DEDICACES

Je dédie ce travail à ma très chère mère et à mon père, qui m'ont vraiment soutenu, à ma grande famille et à mes frères et soeurs, ainsi qu'à mes amis et camarades d'études

Enfin, que tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail trouvent ici l'expression de ma reconnaissance : ils se reconnaîtront

Maria





Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier le bon dieu tout puissant de nous avoir aidés à surmonter toutes les difficultés lors de nos études et ce ne sont pas ces quelques mots qui exprimeront nos sentiments les plus sincères. Je remercie vivement mes deux promoteurs, madame N.Zoubeidi, et monsieur A.Fabchouche, pour m'avoir suivi et soutenu pour réaliser ce travail.

Je leur exprime ma gratitude pour leur disponibilité, leurs précieux conseils et pour le soutien qu'ils m'ont apporté tout au long de la préparation de ce mémoire, et sans qui, ce travail n'aurait pu être mené à terme.

Nous adressons notre sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Nous adressons notre sincères remerciements aux tous les enseignants du département génie des procédés de l'Université Kasdi Merbah ouargla .

Nous n'oublions tous nos amis et collègues de promotion 2015 de génie chimique Enfin nous voudrions remercier notre familles: nos parents pour leur soutien sans faille, parfois inquiets mais toujours compréhensifs, tout au long de ces années, ainsi que nos frères et soeurs pour leur soutien affectif et moral.

Pour tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, d'une manière directe ou indirecte.

Sommaire

Symboles & Abréviation	I
Liste des schémas	II
Liste des figures	III
Liste des Tableaux	IV
Introduction général	1
Chapitre I : Généralité sur le polychlorure de vinyle(PVC)	
I- Généralité sur le polychlorure de vinyle	2
I-1- Introduction	2
I-2- Définition de PVC	2
I-3- Définition de PVC 4000M	2
I-4- Formule générale de PVC	3
I-5- Préparation	4
I-6- Polymérisation	4
I-6-1- Polymérisation en suspension	4
I-6-2- Polymérisation en émulsion	5
I-6-3- Polymérisation en solution	5
I-7- Propriété de polychlorure de vinyle	5
I-7-1- Propriétés physiques et mécaniques	5
I-7-2- Propriétés chimiques	5
I-7-3- Propriétés électriques	6
I-7-4- Propriétés thermiques	6
I-7-5- Propriétés dimensionnelles	6
I-7-6- Propriétés de mise en œuvre	6
I-8- Dégradation du PVC	6
I-8-1- Déshydrochloruration du PVC	7
I-8-2- Coloration du PVC durant la déshydrochloruration	7
I-9- Application et utilisation de PVC	7
Chapitre II : Modification chimique des polymères	
II-1- Buts des modifications	9
II-2- Exemples des modifications	9
II-2-1- Sans réactif de post-modification	9
II-2-1-1- Modification des polymères synthétiques	9
II-2-2- Réactifs de post-modification monofonctionnels	9
II-2-2-1- Modification des polymères naturels	10
II-2-2-2- Modification des polymères synthétiques	10
II-3- Modification chimique de PVC	10
Chapitre III : Méthodes de caractérisation utilisées	
III-1- Spectrophotométrie infrarouge FTIR	12
III-1-1- Principe	12
III-2- Spectroscopie d'absorption dans l'UV-Visible	12
III-2-1- Domaine spectral	12
III-2-2- Principe	13
III-3- La chromatographie sur couche mince (CCM)	13
III-4- point de fusion	14
Chapitre IV : Méthodologie Expérimentale	
IV-1- Introduction	15
IV-2- Produits chimiques utilisés	15

Sommaire

IV-2-1- Les solvants	15
IV-2-2- Les réactifs	16
IV-3- Montage de synthèse à reflux	16
IV -3-1- principe	16
IV-3-2- Les composants du montage	16
IV-4- Techniques et appareillages	17
IV-4-1- Spectroscopie UV-visible	17
IV-4-2- Spectrométrie infrarouge	17
IV-4-3- La chromatographie sur couche mince (CCM)	18
IV-4-4- Le point de fusion	18
IV-5- Modification de PVC analytique par 1-2 diaminoéthane	19
IV-5-1- Modification de PVC analytique par 1-2 diaminoéthane	20
IV-5-2- Modification de pvc 4000M par 1-2 diaminoéthane	21
Chapitre V : Discussions des résultats	
V-1- Caractérisation de la matrice	23
V-1-1-Résultat d'analyse IR	23
V-1-1-1- spectre infrarouge de PVC analytique	23
V-1-1-2- spectre infrarouge de PVC 4000M	24
V-1-1-3- spectre infrarouge de PVC analytique +EDA	25
V-1-1-4- spectre infrarouge de PVC analytique +EDA+H ₂ O	26
V-1-1-5- spectre infrarouge de PVC 4000M +EDA	27
V-1-1-6- spectre infrarouge de PVC 4000M +EDA+H ₂ O	28
V-1-2-Résultat d'analyse UV-VISIBLE	29
V-1-2-1- spectre UV-Visible de PVC analytique	29
V-1-2-2- spectre UV-Visible de PVC 4000M	30
V-1-2-3- spectre UV-Visible de PVC analytique +EDA	31
V-1-2-4- spectre UV-Visible de PVC analytique +EDA+H ₂ O	32
V-1-2-5- spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA	33
V-1-2-6- spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H ₂ O	34
Conclusion générale	35
Références	
Résumé	

Introduction générale

Introduction générale

Le polychlorure de vinyle (PVC) est un polymère très présent dans notre vie quotidienne. Il couvre tous les secteurs de l'activité économique. C'est aussi l'un des plus utilisés ces dernières années, avec une consommation mondiale de plus de 20 millions de tonnes ; ceci est dû à l'ensemble de ces propriétés mécaniques et physiques et son aptitude à être modifié.

La modification chimique des polymères permet de préparer une large gamme de produits à partir d'un seul polymère. Elle devrait connaître un développement très important.

La modification chimique du poly (chlorure de vinyle) reste un vrai challenge pour les chercheurs, alors il est montré que le PVC avec quelque groupe d'amine lié à la dernière molécule de la matrice offre au PVC des nouveaux usages tels que la préparation d'une membrane ionique sélective avec des bonnes caractéristique, aussi la préparation des électrodes à base de PVC.[1]

Le présent mémoire s'articulera autour de cinq chapitres :

Le premier chapitre traite des généralités sur le polychlorure de vinyle et le deuxième chapitre présente la modification de polychlorure de vinyle.

Dans troisième chapitre présente les méthodes de caractérisations utilisées, et le quatrième chapitre les produits utilisés, le mode opératoire, les résultats obtenus

Le chapitre cinq couvre la discussion et les interprétations des résultats obtenus.

Le mémoire se termine par une conclusion générale sur le travail entrepris, une liste de références bibliographiques .

CHAPITRE I
Généralité sur le
polychlorure de vinyle(PVC)

I- Généralité sur le polychlorure de vinyle**I-1- Introduction**

Le PVC est un polymère d'importance économique majeur puisque sa production mondiale annuelle atteint 26 million de tonnes, sa consommation par habitant dans les pays industrialisés dépasse 13Kg/an.

Il constitue l'un des polymères les plus produits au niveau mondial, son universalité, sa facilité de mise en oeuvre ainsi que son faible coût, lui garantissent encore de nombreuses applications dans la vie courante. [1]

I-2- Définition de PVC :

Le poly(chlorure de vinyle) ou chlorure de polyvinyle est un polymère thermoplastique de grande consommation, amorphe ou faiblement cristallin, connu généralement sous le sigle PVC (en anglais : polyvinyl chloride).

Il est préparé à partir de deux matières premières : à 57 % de sel et à 43 % de pétrole.

Le PVC est la seule matière plastique d'usage courant constituée par plus de 50 % de matière première d'origine minérale existant à profusion dans la nature.

Sous cette forme, elle est également utilisée dans l'industrie des vêtements et des tapisseries, et autres produits commerciaux. [2]

I-3- Définition de PVC 4000M :

Le polychlorure de vinyle (PVC 4000 M). C'est un produit commercialisé par l'Entreprise Nationale des Industries Pétrochimiques (ENIP) de Skikda. (PVC 4000M) est un polymère thermoplastique, fabriqué par le procédé de polymérisation en suspension. Il se présente sous forme de poudre blanche dont les caractéristiques essentielles sont définies dans le tableau suivant [3] :

Caractéristique	Unité	Spécification	Méthode de mesure
Viscosité propre	Cs	0,89 à 01,95	ASTM D – 1243-58T
Densité apparente	g/ml	0,5 à 0,54	ASTM D-1895-67
Résistivité cubique	S/ cm ³	3,5 .10 ¹³	MTC
Temps d'absorption	Sec	60	MTC
Stabilité à la chaleur	Mn	65	ISO – R - 182
Impuretés	%	5	-

Tableau I-1 : Caractéristiques du PVC 4000 M

I-4- Formule générale de 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. [4]

La formule structurale de base et la suivante :

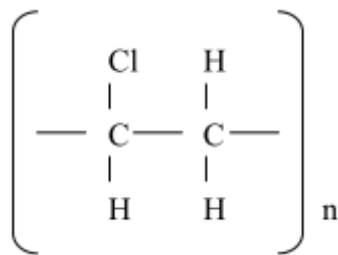


Fig I -1: Formule général du PVC

I-5 - Préparation

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

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

Longueur [5]. Le schéma est le suivant :

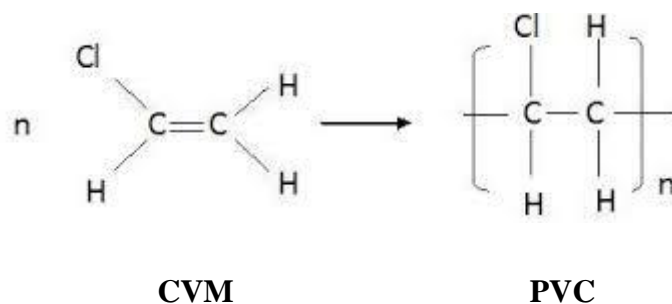


Fig I-2 : Polymérisation de PVC

I-6-Polymérisation de PVC:

La réaction de polymérisation du chlorure de vinyle monomère par voie radicalaire donne naissance à des macromolécules linéaires de masses moléculaires moyennes déterminées dont la répartition présente une allure gaussienne asymétrique. C'est une réaction fortement exothermique[5]

I-6-1- Polymérisation en suspension

Dans un grand récipient (autoclave), on mélange fermement le MVC avec une certaine quantité d'eau. La polymérisation commence après ajout d'un initiateur. Lorsque 90 % du MVC est polymérisé, la réaction est stoppée. Le MVC qui n'a pas été transformé est récupéré et réutilisé. Après séchage et tamisage, le PVC est stocké et emballé sous forme de poudre blanche inerte. [6]

I-6-2- Polymérisation en émulsion

Ce procédé est le plus ancien . La réaction a lieu en milieu aqueux ou le monomère est maintenu en émulsion à l'aide d'agent tensioactifs du type savon . La Polymérisation est réalisée au moyen d'un initiateur hydrosoluble et se poursuit à l'intérieure des micelles (agrégats des molécules de tensioactif en milieu alcalin). Par ce procédé, on forme une émulsion stable constituée des particules des dimensions comprise entre 0,1 et 1 μm appelée latex Après séchage dans des sècheurs atomiseurs (cémosphères) de faible diamètre (10 à 100 μm), qui peuvent être classifiées et broyées[6]

I-6-3-Polymérisation en solution : Dans une réaction de polymérisation en solution, les molécules monomères sont ajoutées dans un solvant inerte dont la température d'ébullition coïncide avec la température souhaitée ou requise pour la polymérisation. Une partie du solvant s'évapore pendant les processus de polymérisation, ce qui permet un bon dégagement thermique lors de la réaction [7].

I-7- Propriété de polychlorure de vinyle

I-7-1- Propriétés physiques et mécaniques : Le PVC est un polymère atactique donc essentiellement amorphe, mais il arrive que, localement, sur de courts segments de chaînes, le PVC soit syndiotactique et puisse s'organiser en phase cristalline, mais le taux de cristallinité ne dépasse jamais 10 à 15 %. La masse volumique du PVC est de 1,38 g/cm³. Le PVC amorphe est transparent et relativement perméable à la vapeur d'eau.

Le PVC offre une excellente rigidité jusqu'au voisinage de sa température de transition vitreuse. Les PVC offrent

une excellente résistance à l'abrasion. Les PVC sont fragiles aux chocs à basses températures. L'addition de plastifiants diminue la température de transition vitreuse, ce qui permet de proposer un PVC souple à température ambiante. [8]

I-7-2- Propriétés chimiques : Le PVC non plastifié résiste bien (jusqu'à 60° C) aux acides et bases ainsi qu'aux huiles, alcools et hydrocarbures aliphatiques. Par contre, il est sensible aux hydrocarbures aromatiques et chlorés, aux esters et cétones qui occasionnent un gonflement. Le PVC souple est sensible aux agents atmosphériques et à la lumière solaire.

Action physiologique-alimentarité : les vinyliques peuvent convenir pour la fabrication d'objets satisfaisant aux règlements sur les denrées alimentaires et les objets à contact alimentaire. [8]

I-7-3- Propriétés électriques : Le PVC présente de bonnes propriétés isolantes mais les pertes électriques dans le matériau sont suffisamment importantes pour permettre le soudage par haute fréquence. [9]

I-7-4- Propriétés thermiques : Le PVC (amorphe) a une température de transition vitreuse comprise entre 75 et 80° C, c'est dire qu'à température ambiante, il est rigide et qu'au-dessus de 90° C, il est caoutchouteux (faible résistance, grande déformation). Le PVC se décompose dans une flamme en libérant de l'acide chlorhydrique gazeux mais il est auto extinguable. [9]

I-7-5- Propriétés dimensionnelles : Le PVC présente une bonne stabilité dimensionnelle et un retrait limité dû à sa structure amorphe[8].

I-7-6 Propriétés de mise en œuvre: Le PVC se forme très bien à chaud pour les aménagements intérieurs de nos coffrets "PLASTICASE"[8].

I-8- Dégradation du PVC

C'est une réaction organique diminuant la richesse en carbone d'une molécule. Elle résulte en générale par un changement indésirable des propriétés (mécaniques, électriques et optiques)

La dégradation commence par une réaction d'initiation sur des points faibles de la structure des polymères (ramification , insaturation , groupe oxydes). Il existe deux types de dégradation de PVC :

-La dégradation thermique (thermolyse).

-La dégradation par la lumière (photolyse).

-Dégradation thermique (thermolyse) : Le PVC appartient aux polymères qui se dégradent sous l'influence de la chaleur. Il dégage l'acide chlorhydrique comme produit volatil.

Les manifestations fondamentales de la destruction thermique du PVC sont:

La déshydrochloruration (DHC), l'oxydation, la réticulation et la coloration, l'élimination d'HCl, se produit à des stades en série d'alkyl actifs (réaction de zip). Les polymères sont formés à des longueurs variées La dégradation thermique de PVC est causée par des structures irrégulières qui créent des atomes de chlore labiles. Un départ d'HCl, est observé dès que les polymères et chauffé a 80°C, alors que sa température de transformation est généralement compris entre 120-180°C domaine qui est en dessus de sa température de fusion [10]

1-8-1- Déshydrochloruration du PVC:

Sous l'effet de lumière, le cisaillement, la chaleur aux voisines 160°C. Le PVC se décompose en libérant de chlorure d'hydrogène HCl. Simultanément ce procédé de dégagement rapide d' HCl, provoque l'apparition de plusieurs autres atomes de chlore labiles et par conséquent un dégagement d' HCl de molécule du PVC par une réaction en chaîne, s'accompagnant éventuellement des doubles liaisons conjuguées. Ce qui se traduit par un changement successif de la couleur du polymère . [11].

1-8-2- Coloration du PVC durant la déshydrochloruration : La coloration du PVC, se produit lorsque la longueur de séquences polyéniques conjuguées dépasse cinq unités, et la couleur devient de plus en intense avec l'augmentation du dégagement d' HCl[10]

I-9- Application et utilisation de PVC :

La grande diversité des propriétés du PVC permet la fabrication des produits les plus divers. Utilisé pour les poches à urine, les cathéters, les blisters pour médicaments, les sacs à liquides de perfusion, les gants chirurgicaux, etc, il est d'une valeur inestimable pour la santé publique. Les opérations à coeur ouvert seraient pratiquement impossibles sans le PVC: seuls les drains en PVC garantissent l'absence de flexures. Le PVC est la seule matière plastique autorisée par les pharmacopées européennes pour l'emballage du sang.

Plus de la moitié de la production européenne de PVC est destinée au secteur de la construction. Cela est dû à des qualités en matière de résistance aux intempéries. Il résiste aux agressions chimiques, à la corrosion et, par dessus tout, aux chocs et à l'usure ; généralement utilisé dans des applications durables comme les châssis de fenêtres, les canalisations d'eau, les gouttières, les tapis des pièces d'eau et des toits, les toiles de soubassements d'étangs, les

membranes de toits, les revêtements de sols et comme matière isolante pour les câbles et fils électriques. Les châssis qui sont faits avec, ont une durée de vie supérieure à 40 ans et les canalisations peuvent atteindre 100 ans ; il protège le soubassement des voitures contre l'usure et permet un intérieur plus attrayant et plus confortable. Sa capacité d'absorber les chocs et sa résistance au feu contribuent à la sécurité. Certains produits très familiers contiennent également du PVC : les cartes bancaires, les jouets gonflables, les tuyaux d'arrosage et les toiles de couverture étanches[1]

CHAPITRE II
Modification chimique des
polymères

II- La modification chimique de polymères

La modification chimique des polymères consiste en une modification de la nature des groupements réactifs portés par une chaîne polymère.

La modification peut avoir lieu sur les groupes fonctionnels ou les instaurations en bout de chaîne, sur les chaînes latérales ou au niveau du squelette principal des polymères.

II-1- Buts des modifications

Les principaux buts des modifications chimiques des polymères sont :

- créer des polymères avec des propriétés spécifiques .
- fabriquer des polymères dont les monomères n'existent pas ou sont peu stables. [12]

II-2- Exemples de modification

Les modifications chimiques des polymères peuvent avoir lieu en utilisant ou pas des réactifs de post-modification. Ces réactifs peuvent être :

- de petites molécules : des monomères par exemple .
- des oligomères ou des polymères : des pré-polymères par exemple.

Les polymères modifiés peuvent être naturels ou synthétiques. [13]

II-2-1- Sans réactif de post-modification

La modification chimique des polymères peut avoir lieu grâce à une augmentation de la température ou à la présence d'un catalyseur.

II-2-1-1- Modification des polymères synthétiques

- Cyclisation du polyacrylonitrile .
- Cyclisation des polyalcadiènes ayant des diènes conjugués. [14]

II-2-2- Réactifs de post-modification mono fonctionnels

Le polymère formé ne change pas d'architecture.

II-2-2-1- Modification des polymères naturels

- Modification de la cellulose :
 - * Estérification : esters de cellulose
 - * Ethérisation : éthers de cellulose
 - Modification de l'amidon : amidons modifiés :
 - * Estérification : phosphates, acétates et adipates d'amidon ;
 - * Ethérisation : amidon hydroxypropylique, hydroxyéthylrique.
- Désacétylation de la chitine : chitosane. [14]

II-2-2-2- Modification des polymères synthétiques

La modification chimique du polyacétate de vinyle peut donner :

- * l'alcool polyvinylique : le polyacétate de vinyle est partiellement ou totalement hydrolysé pour donner l'alcool polyvinylique.
- * le polyacétate phtalate de vinyle (PVAP) : le polyacétate de vinyle est partiellement hydrolysé puis estérifié avec l'acide phtalique. [14]

II-3- Modification chimique de PVC

Il existe de nombreuses façons de modifier et de variétés des polymères et leur rappeler la modification de PVC.

Quand on parle des applications impliquant le contact direct avec le corps humain (organes, le plasma sanguin, etc.), des restrictions supplémentaires doivent être considéré et de la compatibilité biologique est encore plus difficile à atteindre.

La compatibilité biologique se réfère à l'augmentation de la tolérance de l'organisme vers la surface polymère et, simultanément, à la suite de la répulsion même surface vers les dépôts microbiens ou cellule vivante.

L'amélioration substantielle de la compatibilité interfaciale entre PVC et milieu liquide peut être réalisée par différents traitements de surface, simultanément avec une forte réduction de

la réaction négative induite par le contact des liquides biologiques actifs avec des additifs de formulation de PVC. [15]

La modification de surface de polymères a trouvé une application récente dans le domaine d'obtenir certains agents de contraste avec la haute performance dans la technique de l'échographie. [16]

Membranes avec surface attachée lipides films sont utilisés en biophysique ou fabrication de biocapteurs. Films biologiques actifs sont obtenus par liaison chimique de films de Langmuir-Blodgett, obtenu à partir de polymères amphiphiles, sur la surface de membranes polymères synthétiques. [17]

Conclusions

La modification chimique de PVC se révèle être un procédé facile de changer le surface de nature chimique , afin d'être adapté aux propriétés particulières souhaitées , notamment comme des matrices polymères pour une utilisation ultérieure dans des composites polymères dans le domaine de la nucléaire, biologique et chimique (NBC) la défense , ou autre biochimique et application biomédicale .

CHAPITRE III
Méthodes de caractérisation
utilisées

III- Méthodes de caractérisation utilisés**III-1- Spectrophotométrie infrarouge IR****III-1-1- Principe**

Les techniques de spectrophotométrie infrarouge sont utilisées pour la détermination des groupements fonctionnels permettant de proposer la structure.

Chaque liaison présente des vibrations caractéristiques de fréquence bien déterminée .

Dans les conditions normales de température et de pression, les atomes et les groupements fonctionnels constituant le composé sont exposés à un rayonnement électromagnétique.

Sous l'effet d'un rayonnement électronique infrarouge, les liaisons moléculaires s'absorbent une partie de cette énergie et vibrent selon les mouvements de différents types (vibrations d'élongation ou de déformation).

Le domaine infrarouge, dans lequel se trouvent les énergies de vibration des liaisons moléculaires, est divisé en trois zones [19] :

-proche infrarouge : $\lambda = 0.8 \text{ à } 2.5 \text{ mm}$ (ou $\nu = 4000 \text{ à } 12500 \text{ cm}^{-1}$).

-moyen infrarouge : $\lambda = 2.5 \text{ à } 25 \text{ mm}$ (ou $\nu = 400 \text{ à } 4000 \text{ cm}^{-1}$).

-lointain infrarouge : $\lambda = 25 \text{ à } 1000 \text{ mm}$ (ou $\nu = 10 \text{ à } 400 \text{ cm}^{-1}$).

III-2- Spectroscopie d'absorption dans l'UV-Visible

La spectroscopie d'absorption dans l'UV et le visible est une méthode très commune dans les laboratoires. Elle est basée sur la propriété des molécules d'absorber des radiations lumineuses de longueur d'onde déterminée.

III-2-1- Domaine spectral

Le domaine UV-visible s'étend environ de 800 à 10 nm. Il est divisé en trois parties:

-le visible: 800 nm - 400 nm

- l'UV-proche: 400 nm - 200 nm.

-l'UV-lointain : 200 nm - 10 nm.

III-2-2- Principe

Dans une molécule, les transitions électroniques UV- visibles mettent en jeu les énergies les plus importantes de la chimie (environ de 13000 à 50000 cm^{-1} soit 160 à 665 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$). L'ordre de grandeur des énergies mises en jeu est celui des énergies de liaison des molécules et ces rayonnements peuvent parfois provoquer des ruptures de liaisons. Plus généralement, ils provoquent des transitions électroniques entre les différents niveaux d'énergie des molécules [19].

III-3- La chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince est une technique d'analyse extrêmement utile.

On l'utilise en générale pour suivre l'avancement des réactions, connaître la composition de fraction séparée sur colonne ou contrôler la pureté des produits. Il existe différentes sortes de plaques et d'adsorbants. Parmi les plaques commerciales, certaines sont traitées par substance fluorescente qui permet la révélation en UV. Les adsorbants peuvent être : les gels de silice, ce sont de loin les plus courants ; l'alumine, fréquemment utilisée pour l'analyse de substances basiques. L'adsorbant peut être déposé sur différents supports : plaques d'aluminium, de plastique ou de verre [19] .

Les rapports des hauteurs de migration du composé et du front de l'éluant est appelé rapport frontale,

Le R_f est déterminé par le rapport $R_f = d/d_s$ dans lequel :

- d : représente la distance parcourue par la substance
- d_s : la distance parcourue par le solvant.

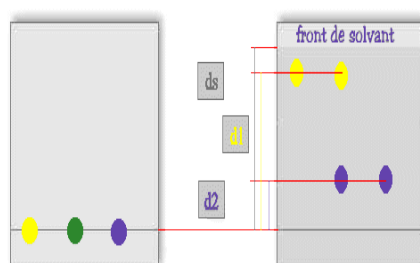


Fig III-3: plaque de CCM

L'éluant doit être choisi de telle sorte que produits et réactifs aient des R_f différents, afin de pouvoir les distinguer sur plaque.

III-4- point de fusion

Le point de fusion ou la température de fusion d'un corps représente la température à une pression donnée, à laquelle un élément pur ou un composé chimique passe de l'état solide à l'état liquide. Le point de congélation est la transition inverse. Elle est habituellement mesurée sous pression atmosphérique normale (1 atmosphère) et il y a coexistence entre état solide et état liquide entre ces deux points.

Pour une substance pure, les points de fusion et de congélation sont théoriquement égaux et constants à pression fixe[18] .

CHAPITRE IV

Méthodologie

Expérimentale

IV-1- Introduction

La modification chimique des polymères permet de préparer une large gamme de produits à partir d'un seul polymère. Elle devrait connaître un développement très important.

Nous sommes intéressés à l'élaboration d'une nouvelle matrice de poly (chlorure de vinyle) par la modification chimique du PVC analytique et PVC de type 4000M fabriqué à l'ENIP SKIKDA par polymérisation en suspension), par le 1-2 diaminoéthane

IV-2- Produits chimiques utilisés :

IV-2-1- Les solvants

Dans notre étude nous avons utilisé les solvants suivants Le tétrahydrofurane (THF) et l'éthanol :

Solvant	THF	L'éthanol
Formule brut	C ₄ H ₈ O	CH ₃ CH ₂ OH.
Masse molaire	72,11 g /mol	46,09 g /mol
L'état	liquide	liquide
T° ébullition	64,87°C	78°C

Tableau IV-2 : les propriétés physicochimiques des deux solvants utilisés

IV-2-2- Les réactifs

- PVC : Sous forme d'une poudre blanche
- PVC 4000M
- EDA :1-2 diaminoéthane ou Ethylenediamine

Rappels théoriques de EDA

L'éthylènediamine ou 1,2-diaminoéthane est un composé organique de formule brute C₂H₈N₂ de masse molaire 60,09g/mol. Elle est très largement utilisée en synthèse chimique, L'éthylènediamine est un liquide incolore avec une odeur proche de celle de

l'ammoniac, c'est une amine très basique. C'est un liquide inflammable, dont les vapeurs peuvent former un mélange explosif avec l'air quand il est chauffé au dessus de son point d'éclair. Elle est miscible à l'eau

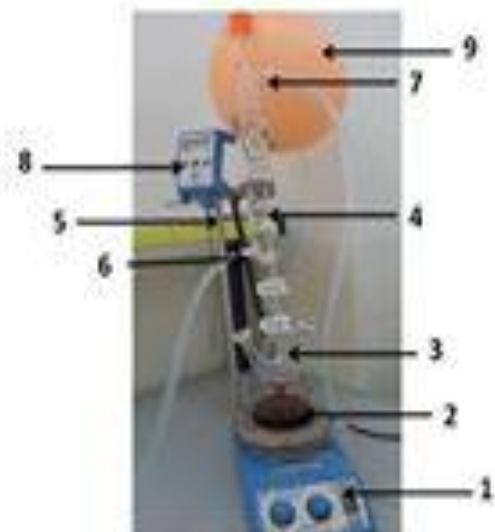
IV-3- Montage de synthèse à reflux

IV -3-1- principe

On porte à ébullition un mélange réactionnel (réactifs + solvant) , le système est un système fermé (sans échange de matière avec l'extérieur) grâce à l'utilisation d'un réfrigérant qui condense les vapeurs de solvant.

IV-3-2 Les composants du montage :

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1- | Plaques
chauffant avec agitateur |
| 2- | Cristalliseur |
| 3- | Ballon tri-
col |
| 4- | Réfrigérant |
| 5- | Support
(Noix , pince) |
| 6- | L'entrée d'eau |
| 7- | Sortie d'eau |
| 8- | Thermocouple |
| 9- | Ballon d'azote |



SchémaIV-1 :montage de synthèse a reflux

« Autre composants utilisé

- Bécher
- Verre de montre
- Barreaux magnétique
- Spatule métallique
- Pipette pasteur
- Pince (29)
- Entonnoir

- Pompe de l'eau
- Tuoyon

IV-4- Techniques et appareillages

IV-4-1- Spectroscopie UV-visible

Les spectres UV ont été réalisés à l'aide d'un spectrophotomètre UV-1800, Le domaine de longueurs d'onde balayé s'étend de 190 à 1100 nm.



Schéma IV-2 : spectrophotomètre UV-1800

IV-4-2- Spectrométrie infrarouge

Les spectres IR des composés synthétisés ont été enregistrés à l'état solide, sous forme de pastilles de KBr, sur un spectrophotomètre IRAffinity-1S type FTIR entre 400 et 4000 cm^{-1} .



Schéma IV-3 : spectrophotomètre IRAffinity-1

IV-4-3- La chromatographie sur couche mince (CCM)

Les chromatographies sur couche mince (CCM) ont été effectuées sur des plaques de silice Merck 60F254, les révélateurs utilisés sont : la lampe Ultra-violet Merck VL-4-LC . L'éluant utilisé est dichlorométhane

IV-4-4- Le point de fusion

Les points de fusion des composés synthétisés ont été mesurés dans un appareil Numéro de modèle: WRS-2 Micro Processeur Point de fusion

- Caractéristiques

Point de fusion plage de mesure: température ambiante à 300 ° C

Affichage numérique minimum: 0,1 ° C

Taux d'échauffement linéaire: de 0,2 à 5,0 ° C / min

Précision: <200 ° C: $\pm 0,5$ ° C; 200-300 ° C: $\pm 0,8$ ° C

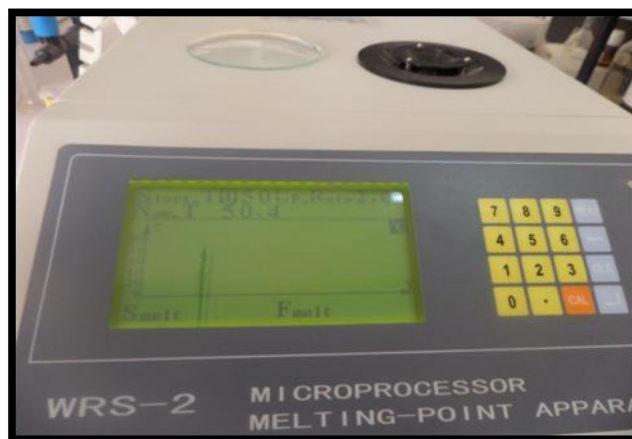


Schéma IV-4 :WRS-2 Micro Processeur Point de fusion

IV-5- Modification de PVC par 1-2 diaminoéthane

IV-5-1- Modification de PVC analytique par 1-2 diaminoéthane :

a – sans catalyseur

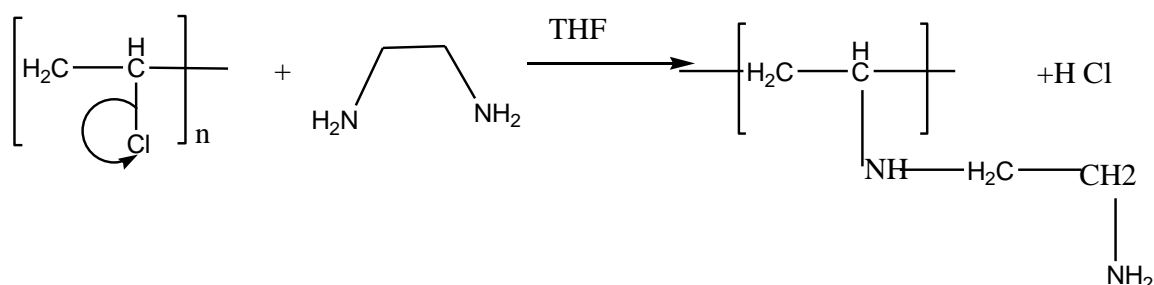


Fig IV-4 :mécanisme réactionnel de (PVC+EDA)

Mode opératoire :

- 0.1g du PVC analytique a été placé dans un ballon tri-col et on dissout dans 4ml de THF.
- dans un bécher dissous 0.6g de EDA avec 4ml de THF.
- Avec pipette pasteur ajoute le mélange EDA+THF goutte à goutte dans le ballon tri-col (PVC analytique+THF).
- Le mélange à été agiter est chauffé pendant 6h dans un milieu inerte à température (70à90)°C .
- le mélange réactionnel a été refroidi a température ambiant a été précipité avec l'éthanol en excès été filtré et séché.



Fig IV-5: précipitation est filtration de mélange(PVC+EDA+THF)

-Résultats des modification :

Le produit est obtenu sous forme de boudier blanc.

Point de fusion : 168°C

Rf = 0.88

b- avec l'eau distillé

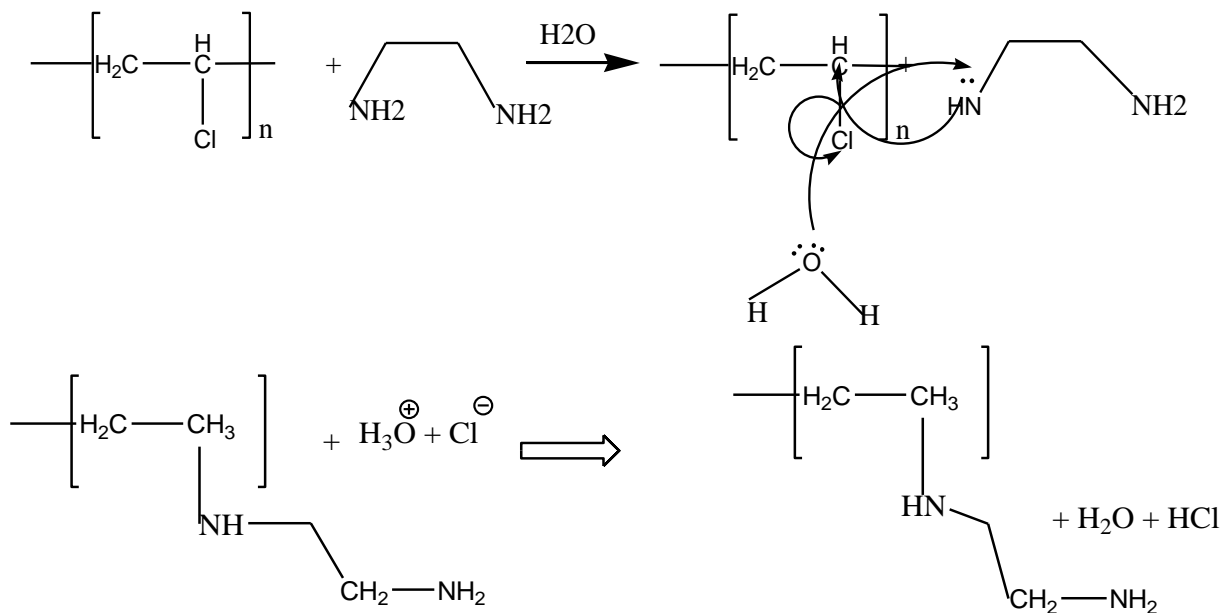


Fig IV-6 :mécanisme réactionnel de (PVC+EDA+H₂O)

Mode opératoire :

- 3ml de eau distillé a été placé dans un ballon thré-col
- ajouté 0.1g de pvc analytique et 0.6ml de EDA
- Le mélange a été agité et chauffé pendent 1 heurs à 80 °C
- le mélange réactionnel refroidi à température ambient, a été précipité avec l'éthanol en excès. Été filtré et séché

-Résultats des modification :

Le produit est obtenu sous forme de bouder blanc.

Point de fusion : 170 °C

Rf = 0.63

IV-5-2- Modification de PVC 4000M par 1-2 diaminoéthane :**a – sans catalyseur****Mode opératoire**

- 0.1g du PVC 4000M a été placé dans un ballon thri-col et on dissout dans 4ml de THF.
- dans un bécher dissous 0.6g de EDA avec 4ml de THF.
- Avec pipette pasteur ajoute le mélange EDA+THF goutte à goutte dans le ballon thri-col (PVC analytique+THF).
- Le mélange à été agiter est chauffé pendant 6h dans un milieu inèrte à température (70à90)°C .
- le mélange réactionnel a été refroidi a température ambient a été précipité avec l'éthanol en excès été filtré et séché.

-Résultats des modification :

Le produit est obtenu sous forme de bouder blanc.

Point de fusion : 176 °C

Rf = 0.76

b- avec l'eau distillé

- 3ml de eau distillé a été placé dans un ballon thré-col
- ajouté 0.1g de pvc 4000M et 0.6ml de EDA
- Le mélange a été agité et chauffé pendent 1 heurs à 80 °C
- le mélange réactionnel refroidi à température ambiant, a été précipité avec l'éthanol en excès. Été filtré et séché

-Résultats des modification :

Le produit est obtenu sous forme de bouder blanc.

Point de fusion : 178 °C

Rf = 0.80

CHAPITRE V

Discussions des résultats

V-1- Caractérisation de la matrice

A fin identifie la composition de la nouvelle matrice de PVC on a effectué un analyse spectroscopique UV-visible et IR, et aussi le PVC analytique et PVC 4000M est analysés pour l'utilisé comme référence.

V-1-1-Résultat d'analyse IR

V-1-1-1- spectre infrarouge de PVC analytique

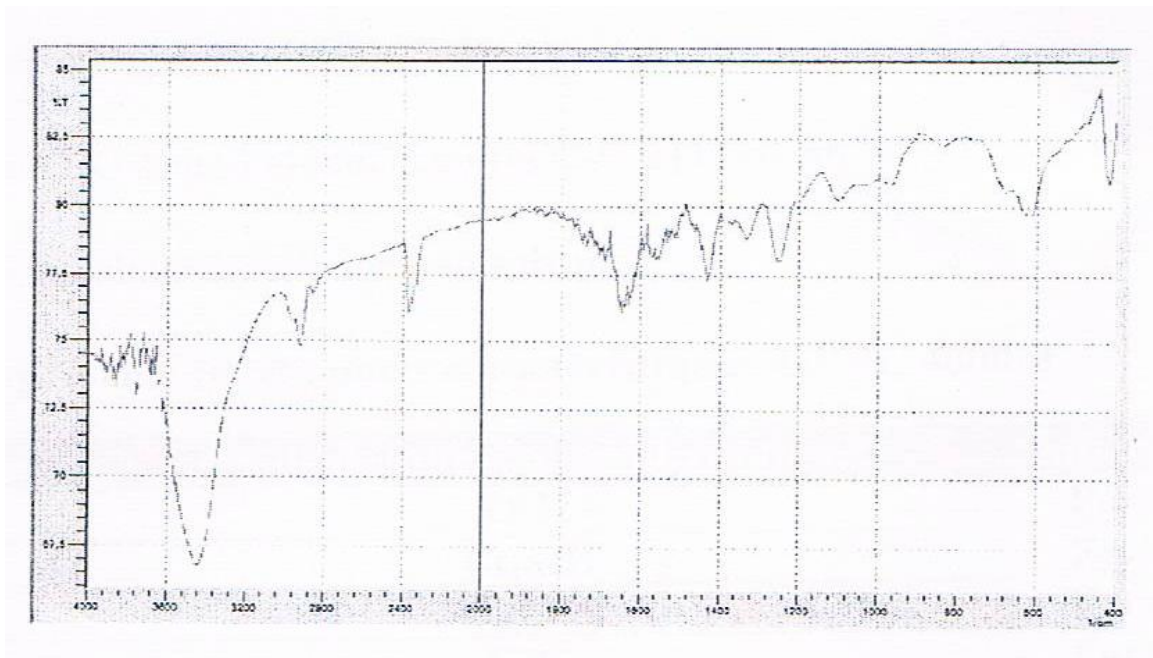


Fig V-7 : Spectre IR de PVC analytique

Tableau V-3 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC analytique

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(C-Cl)	609	Forte
(C-H)	2918	Forte

V-1-1-2- spectre infrarouge de PVC 4000M

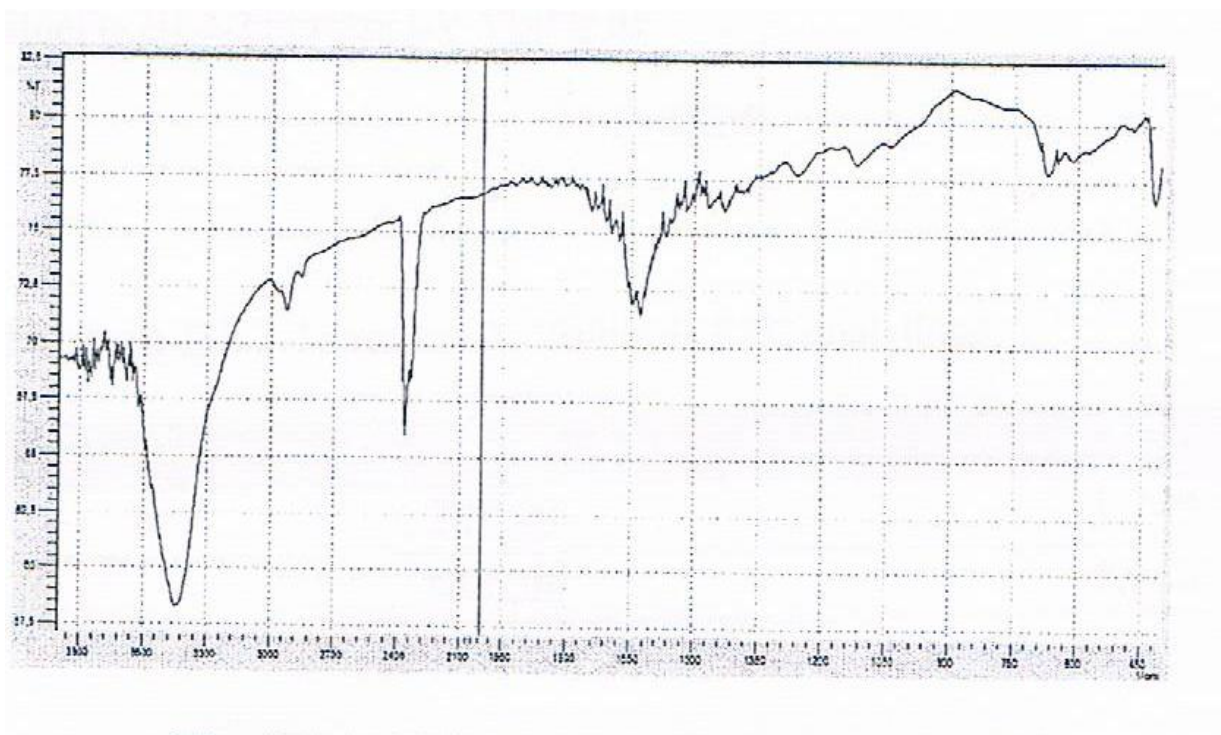


Fig V-8 : Spectre IR de PVC 4000M

Tableau V-4 :Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(C-Cl)	770	Forte
(C _{SP3} -H)	2970	Forte

V-1-1-3- spectre infrarouge de PVC analytique +EDA

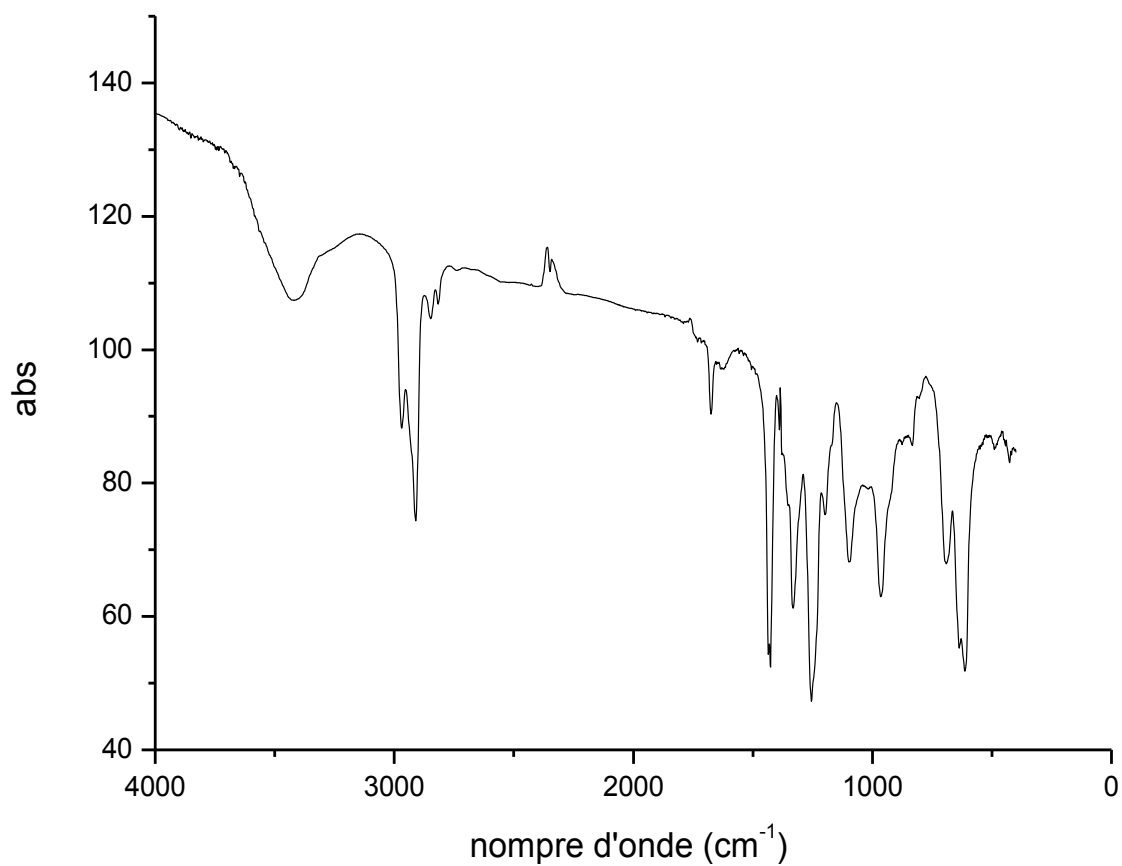


Fig V-9 : Spectre IR de PVC analytique +EDA

Tableau V-5: Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC analytique+EDA

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(N-H)	3408	Moye
C _{sp3} -H	2915	Forte
(C-C)	1257	Forte
C _{SP2} -H	952	Forte

V-1-1-4- spectre infrarouge de PVC analytique +EDA+H2O

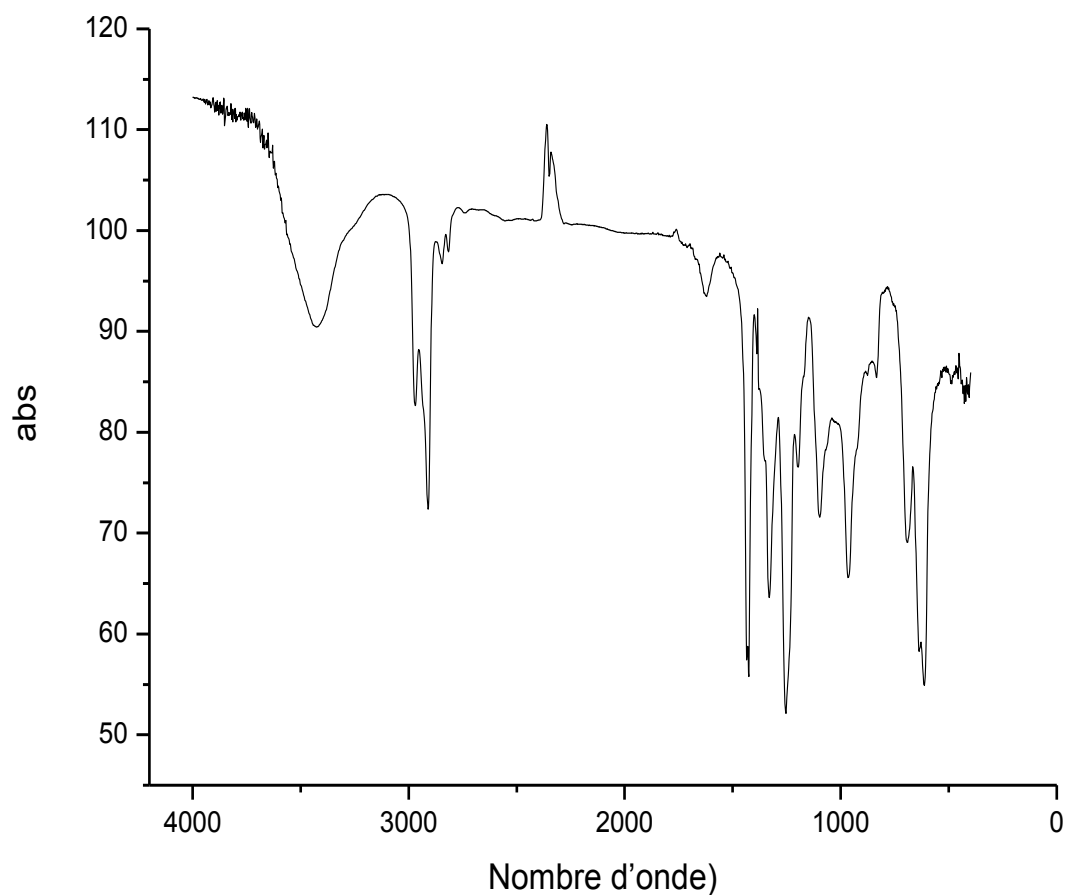


Fig V-10: Spectre IR de PVC analytique +EDA+H2O

Tableau V-6 : Groupements fonctionnels caractéristiques du
PVC analytique + H2O + EDA

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(N-H)	3421	Moye
C _{sp3} -H	2919	Forte
(C-C)	1244	Forte
C _{SP2} -H	961	Forte

V-1-1-5- spectre infrarouge de PVC 4000M +EDA

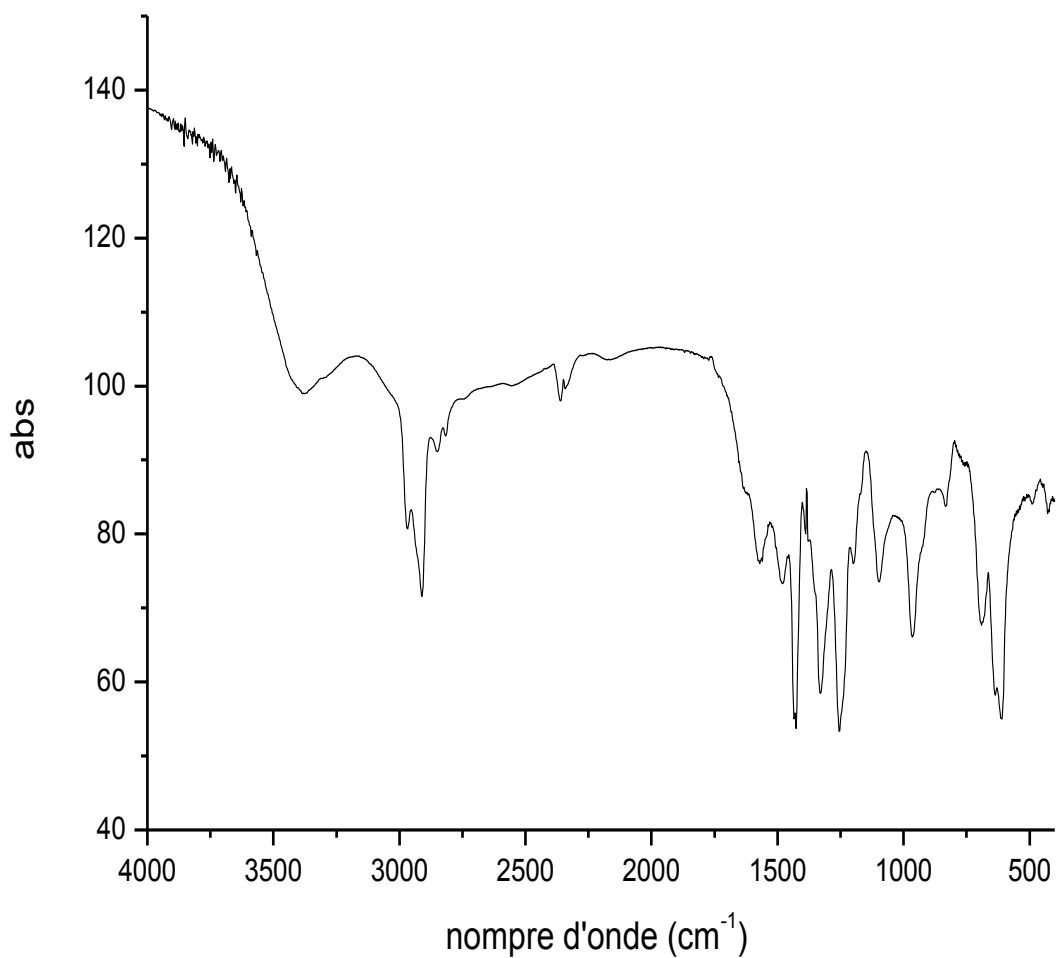
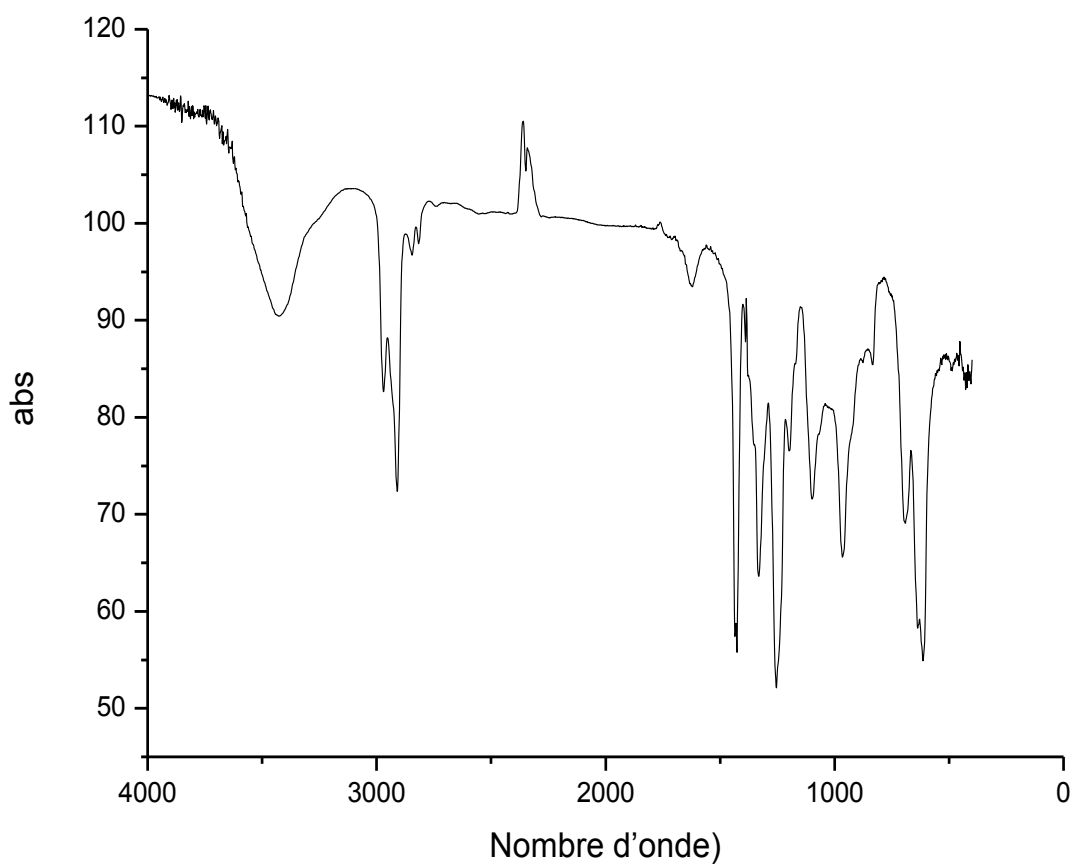


Fig V-11: Spectre IR de PVC 4000+EDA

Tableau V-7: Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M+EDA

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(N-H)	3410	Moye
C _{sp3} -H	2924	Forte
(C-C)	1234	Forte
C _{SP2} -H	958	Forte

V-1-1-6- spectre infrarouge de PVC 4000M +EDA+H₂OFig V-12 : Spectre IR de PVC 4000M +EDA+H₂OTableau V-8 : Groupements fonctionnels caractéristiques du PVC 4000M+H₂O+EDA

Groupement fonctionnel	Longueur d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
(N-H)	3412	Moye
C _{sp3} -H	2915	Forte
(C-C)	1246	Forte
C _{SP2} -H	952	Forte

V-1-2-Résultat d'analyse UV-VISIBLE

V-1-2-1- spectre UV-Visible de PVC analytique

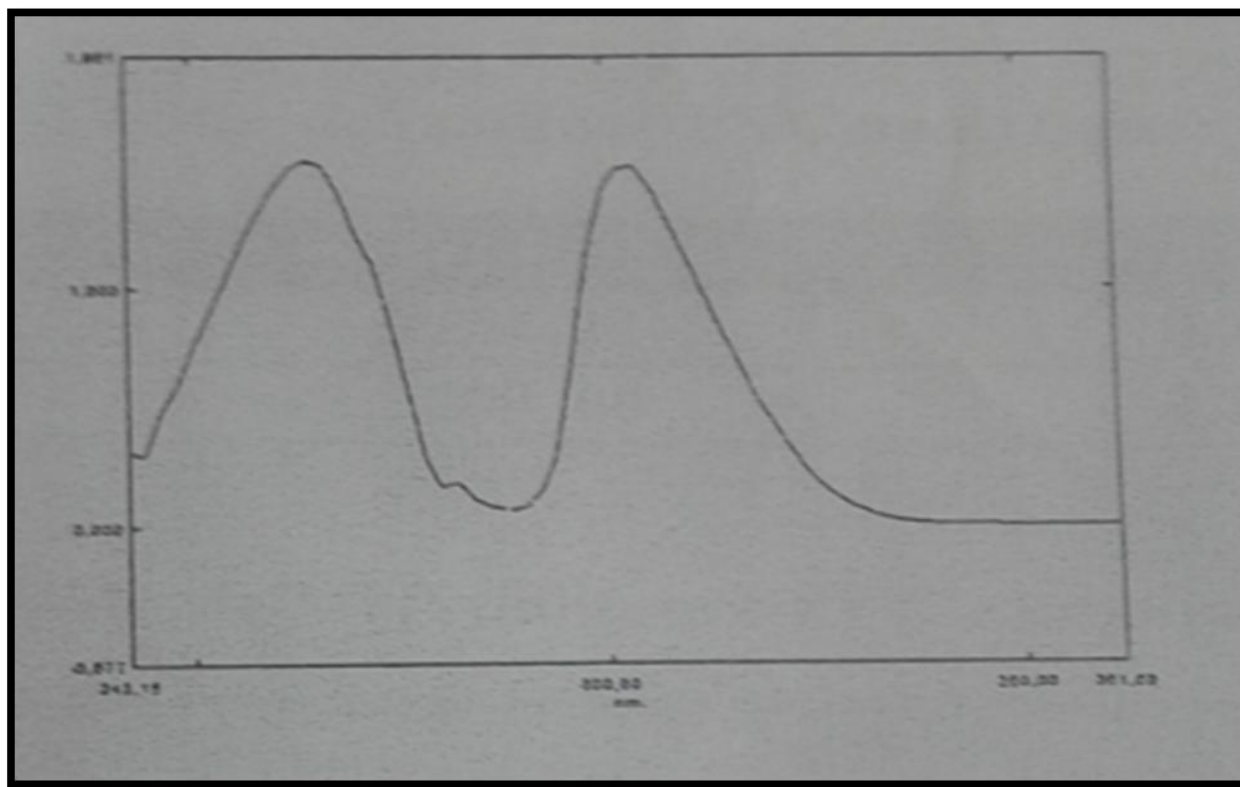


Fig V-13 :spectre UV-Visible de PVC analytique

tableau V-9: spectre UV-Visible de PVC analytique

No	Wavelength nm	Abs
1	264,00	1,749
2	304,00	1,666

V-1-2-2- spectre UV-Visible de PVC 4000M

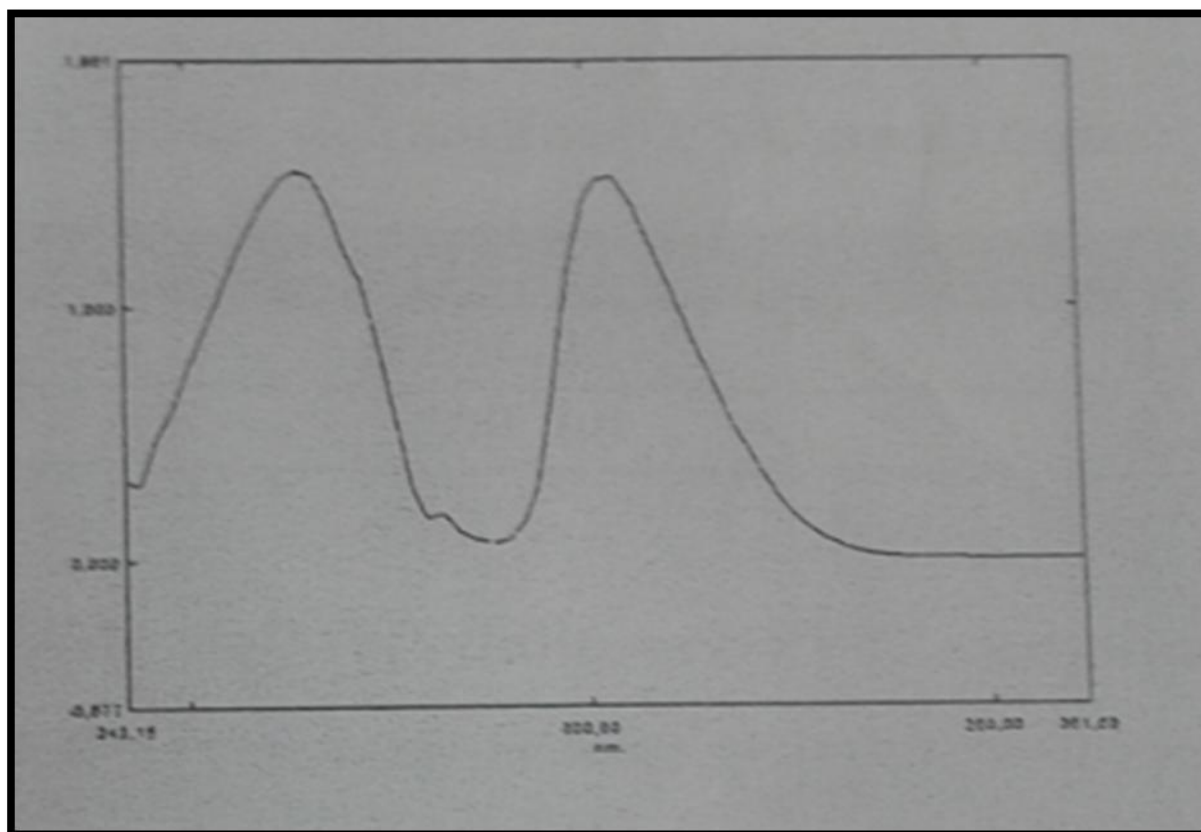


Fig V-14 :spectre UV-Visible de PVC 4000M

TableauV-10 :spectre UV-Visible de PVC 4000M

No	Wavelength nm	Abs
1	264,00	1,553
2	304,00	1,528

V-1-2-3- spectre UV-Visible de PVC analytique +EDA

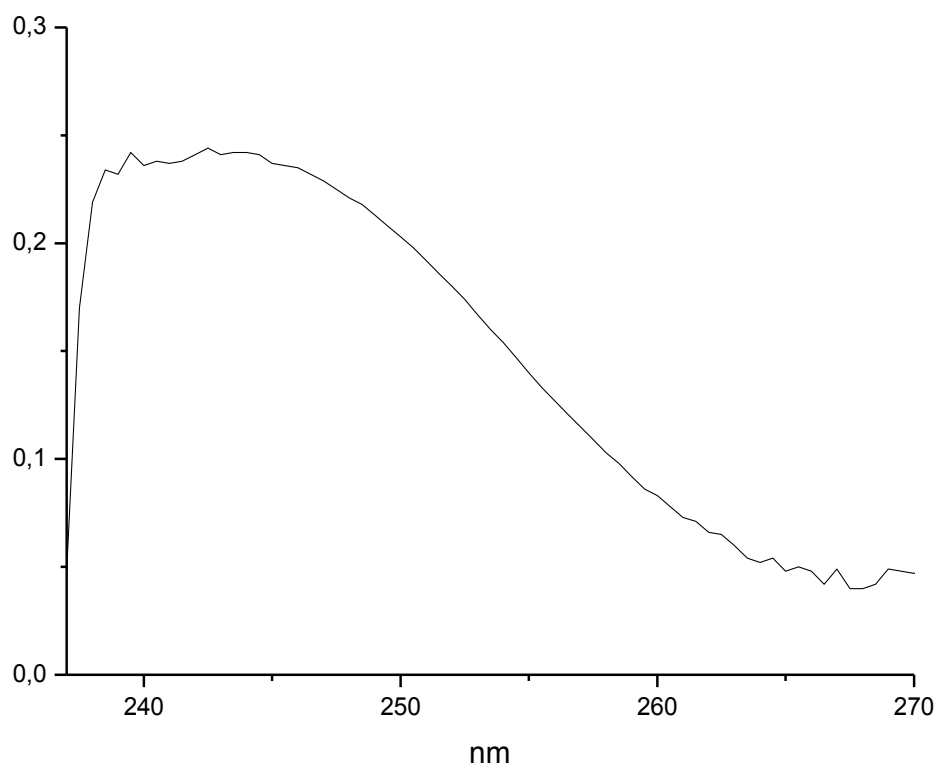


Fig V-15: spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA

TableauV-11 : UV-Visible de PVC analytique +EDA

No	Wavelength nm	Abs
1	243.21	0,230

V-1-2-4- spectre UV-Visible de PVC analytique +EDA+H2O

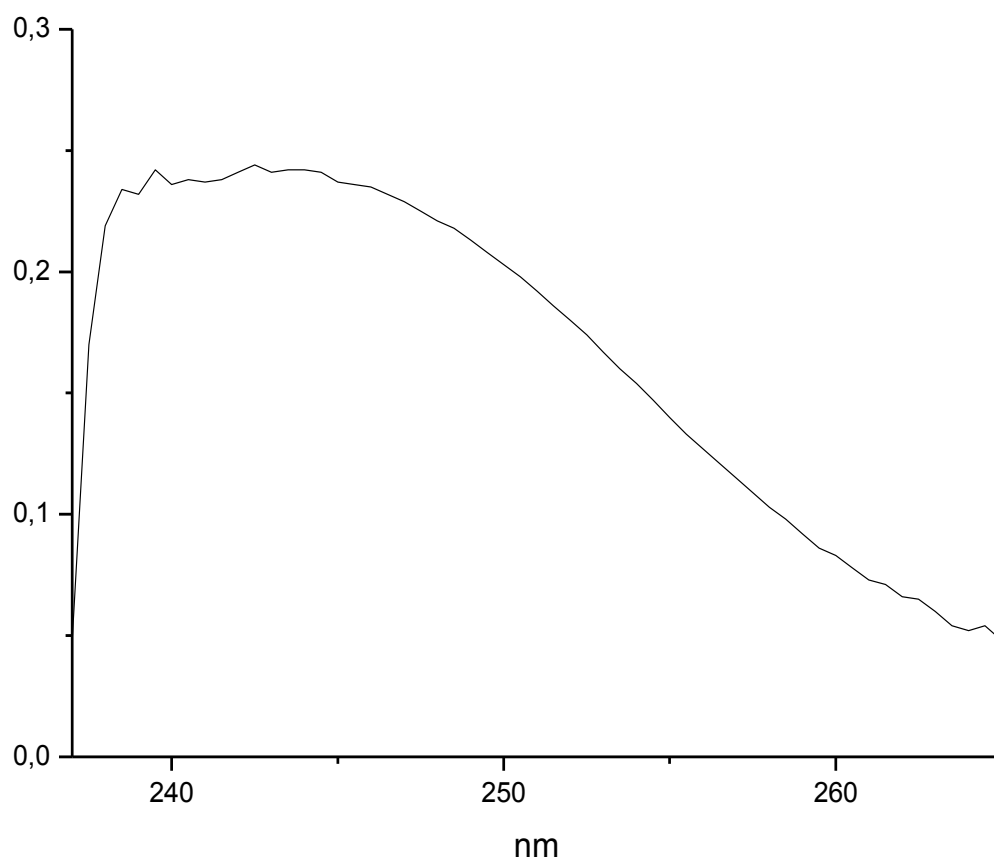
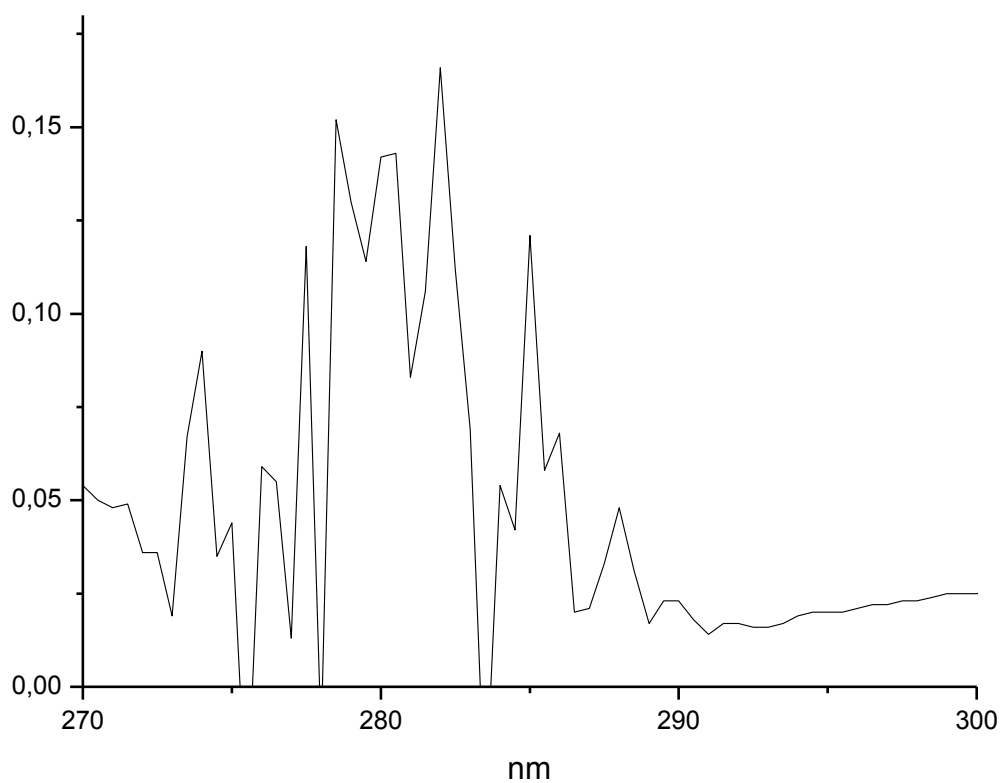


Fig V-16 : spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA+H2O

Tableau V-12 : spectre UV-Visible de PVC analytique+EDA+H2O

No	Wavelength nm	Abs
1	243,49	0,240

V-1-2-5- spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA



FigV-17: spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA

TableauV-13 : spectre UV-Visible de PVC 4000M +EDA

No	Wavelength nm	Abs
1	281,972	0,117
2	285,235	0,106

V-1-2-6- spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H2O

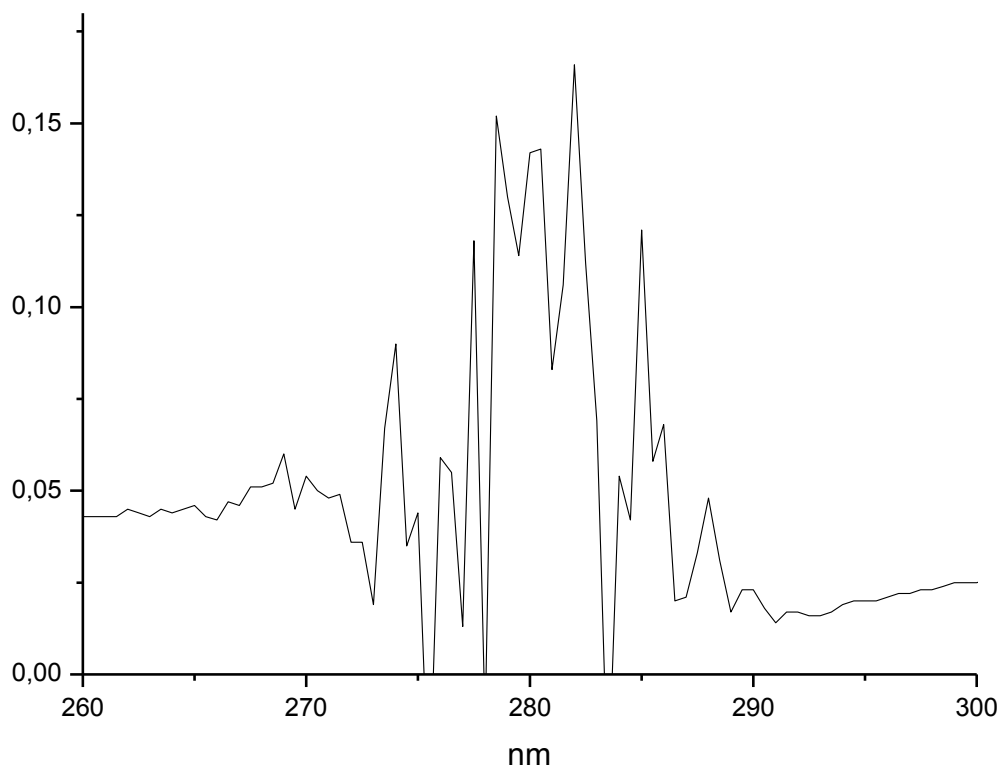


Fig V-18 : spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H2O

TableauV-14 : spectre UV-Visible de PVC 4000M+EDA+H2O

No	Wavelength nm	Abs
1	279,88	0,147
2	281,97	0,157

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail nous avons pu mettre en place un protocole opératoire pour la Modification de deux type de pvc avec 1-2diaminoéthane.

La nouvelle méthode de fonctionnalisation du PVC est basée sur la substitution nucleophile d'un atome de chlore liée à la chaîne du PVC par le 1-2diaminoéthane. Conséquemment de notre étude, la méthode suivie impliquée un simple et claire procédé de d'une nouvelle matrice de poly (chlorure de vinyle) et offre un bon avantage économique et ne présente aucun effet négatif sur l'environnement.

La détection du groupe d'amine quaternarisé sur la chaîne de PVC* et la quantification de 1-2diaminoéthane consommé par la réaction de substitution jouent un rôle essentiel pour définir la naissance d'une nouvelle matrice de poly (chlorure de vinyle).

Ce travail peut être résumé en conclusion ou en perspectives dans les points suivants :

- Le PVC employé pour la modification chimique doit être pur de toutes additives et stabilisantes.
- La précision pendant la manipulation est obligatoire pour assurer la bonne marche de la réaction
- La réaction se fasse dans la température ambiante, donc éviter la chute et l'augmentation brusque de la température
- L'agitation le long de la synthèse est recommandée.
- Dans le cadre des moyenne d'analyse disponible au niveau de l'université, on a servie de la spectroscopie IR et UV-visible pour déterminer la substitution, mais malheureusement sont pas suffisantes et la chromatographie sur couche mince (CCM).

Concernant les perspectives de futurs développement de ce travail, nous les voyons

surtout dans le sens de la valorisation d'une matrice polymérique d'une grand abondance dans le marché, ajouté cela son faible coût.

Références bibliographiques

- [1] : mémoire BOUGHALI & SOLTANI , Elaboration d'une nouvelle matrice polymérique du poly(chlorure de vinyle) d'ENIP Skikda, 2010
- [2] : Les matières plastiques, « Livre Blanc du Chlore », capture par mémo web à partir de : <http://www.belgochlor.be/fr/H306.htm>.
- [3] : S.Etienne, D.Laurent, « Introduction à la physique des polymères », Edition DUNOD, Science sup, Paris (2002).
- [4] : [http // inventros about com / Science /inventros / library / b1 / b112 2 h tm](http://inventros.about.com/Science/inventros/library/b1/b1122.htm). (Page consulté le 15 novembre 2000) Inventros.
- [5] : J. Bost. Matieres plastiques, Tome I, Chimie application, 75384, Paris.
- [6] : George Odian, «Principles of polymerization», Polytechnica, Paris, (1994), 823 p.
- [7] : Valenza A., Acierno D., “Ternary blends of nylon12/polypropylene/modified polypropylene : influence of functional groups of the modified polypropylene”, European Polymer Journal, 30 (10), (1994), p.1121-1126 .
- [8] : Martinez JMG., Taranco J., Laguna O., Collar EP., “Modification of polypropylene by maleic anhydride”, International polymer processing, 9 (3), (1994), p. 246-251.
- [9] : IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, «Evaluations Globales de la Cancérogénicité pour l'Homme, Groupe 3 : Inclassables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme» sur [http ://monographs. iarc. fr](http://monographs.iarc.fr), CIRC, 16 janvier 2009. Consulté le 22 août 2009.
- [10] : «Chlorure de polyvinyle» dans la base de données de produits chimiques Reptox de la CSST (organisme québécois responsable de la sécurité et de la santé au travail), consulté le 25 avril 2009.
- [11] : C. Geigy, Manuel des additifs du PVC, Heidelberg, Paris, 1971.
- [12] : A. Garici, N. Baouta, Mémoire de fin d'étude (DEUA), Université FERHAT-ABBES, Sétif, 1997.
- [13] : « polymer cyclization [archive] », IUPAC, Compendium of Chemical Terminology (« Gold Book »), 2^e éd. (1997). Version corrigée en ligne: (2006).
- [14] : S.A. Piletsky, H. Matuschewski, U. Schedler, A. Wilpert, E.V. Piletsky, T.A. Thiele and M.Ulbricht, “Surface functionalization of porous polypropylene membranes with molecularly imprinted polymers by photograft copolymerization in water”, Macromolecules, vol. 33, no8, 2000, pp. 3092-3098.

Références bibliographiques

[15] : Dans cet article, les définitions de dépolymérisation et de coupure de chaîne proviennent du GLOSSAIRE DES TERMES DE BASE EN SCIENCE DES POLYMERES : <http://www.gfp.asso.fr/enseignement/glossaire.pdf> .

[16] : B.Balakrishnan, A. Jayakrishnan, “Chemical modification of poly (vinyl chloride) using poly (ethylene glycol) to improve blood compatibility”, in Trends in Biomaterials and Artificial Organs, vol. 18, no. 2, 2005, pp. 230-236.

[17] : J.D. Lathia, D. El-Sherif, N.O. Dhoot, M.A. Wheatley, “Surface Modification of Polymeric Contrast Agents for Cancer Targeting”, Pharmaceutical Engineering, vol. 24, no. 1, 2004, pp. 92-102.

[18] : W.W. Shen, S.G. Boxer, W. Knoll, C.W. Frank, “Polymer-supported lipid bilayers on benzophenone-modified substrates”, Biomacromolecules, vol. 2, no. 1, 2001, pp. 70-79.

[19] : Laboratoire de Chimie des Polymères, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université d’Oran Es-Senia, BP N° 1524, El M’ Naouer, Oran 31000, Algérie Received 2 April 2007; accepted in revised form 21 June 2007.

[20] : Horn A. (1998). Spectroscopy for surface science. Edition John Wiley, New York.

Résumé

La plupart des polymères organiques produits tel que le poly(chlorure de vinyle) sont des excellents isolants électriques.

Dans ce travail, on a appliqué une modification chimique sur la chaîne de PVC (Produit à l'ENIP SKIKDA) par la substitution de la molécule de chlorure en utilisant des sites alkylammoniums pour élaborer une nouvelle matrice polymérique de poly(chlorure de vinyle) qui donne l'avantage au PVC d'être conducteur afin de l'utiliser dans des voies électrochimiques catalytiques telles que l'oxydation catalytique.

Mot-clé : migration, PVC, IRTF

Abstract

Most organic polymers products as poly (vinyl chloride) are excellent electrical insulators. So, we applied a chemical modification on the chain of PVC (Produced ENIP SKIKDA) by the substitution of chloride molecule using alkylammonium sites to develop a new polymer matrix of poly (vinyl chloride) which gives the advantage to PVC to be conductor, to use it in electrochemical catalytic ways as oxidation catalyst.

Key words: Migration, PVC, FTIR

ملخص

معظم البوليمرات (المتعددة العضوية و من بينها متعدد (كلوريد الفينيل) تعتبر عوازل كهربائية ممتازة
لذا قمنا بتطبيق تعديل كيميائي على سلسلة متعدد (كلوريد الفينيل) من انتاج (ENIP سكيكة) عن طريق استبدال جزئ
كلوريد باستخدام مواقع $alkalammonuims$ لتطوير مصفوفة متعدد (كلوريد الفينيل) جديدة التي تعطي ميزة لـ PVC
أن يكون ذو ناقلية من أجل استعماله في ميدان الكهروكيمياء .
الكلمات المفتاحية: الهجرة , متعدد كلوريد الفينيل , خصائص التحليل الطيفي تحت الحمراء .