REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université KasdiMerbahOuargla

Laboratoire de recherche Dynamique, interaction et réactivité des systèmes

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

Domaine : Sciences et Technologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master, Filière :Génie des Procédés

Spécialité :Génie de l'environnement

Thème

Synthèse caractérisation et applications des matrice polymérique de PVC analytique et PVC 4000M modifiées par l'amine primaire aromatique

Présenté par :

- ***Saouli waliyeddine***
- ***Meriga ilyes***

Devant le jury :

Mr. TABCHOUCHE Ahmed	Encadreur	UKM Ouargla
Mme. ZOBEIDI Naoual	Co-Encadreur	UKM Ouargla
Mme. Guerdouh amel	Président	UKM Ouargla
Mme. Timagghidin mebarka	Examinateur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2021 / 2022

DEDICACES

Nous remercions le Seigneur de m'avoir donné le courage de le faire

Ce travail et cette patience pour terminer mes études

Je suis heureux de dédier ce modeste travail :

~ À mon père

Merci du fond du cœur maman et papa.

Pour votre amour et votre soutien éternels.

Ce souvenir m'est très cher

Parce que c'est à toi.

A mes frères : Bilal et Mabrouk

A mes sœurs : Safaa, Manal et Inas et Weam

A toute ma famille, à tous mes amis.

Pour leur amour

Waliy eddine

DEDICACES

Je dédie cet humble travail à :

Ma chère mère, qui m'a soutenue et a pleinement contribué à l'obtention et au succès du résultat

Mon cursus scolaire

Et à mon père.

Ma dédicace va aussi à mes chers frères

A toutes mes sœurs et toute ma famille

Je dédie ce travail à tous mes chers amis

ilyes

Remerciement

Tout d'abord, nous voudrions remercier Dieu Tout-Puissant pour cette

Aidez-nous à surmonter toutes les difficultés pendant nos études

Et ce ne sont pas les quelques-uns qui nous passionnent... Je tiens à remercier

M. TABCHOUCHE Ahmed, pour mon soutien et mon soutien

En complétant ce travail

Je tiens à lui exprimer ma gratitude pour son aide et ses précieux conseils et

Le soutien qu'ils m'ont apporté tout au long de la préparation de cette lettre, sans lequel ce travail n'aurait pas été possible. Tous mes professeurs

Département de Génie des Routes à l'Université de Kasdi Merbah à Ouargla.

N'oubliez pas tous nos amis et collègues de la classe de génie l'environnement 2022

Enfin, nous tenons à remercier nos familles : nos parents pour leur soutien constant, parfois anxieux mais toujours anxieux, toutes ces années,

En plus de notre amour et de notre affection pour le soutien émotionnel et moral.

Photos de tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse.

Liste d'Abréviations

PVC : polychlorure de vinyle

CCM : Chromatographie sur couche mince

DMF : Dimethylformamide

ALD : aldéhyde

1 : PVC Analytique
2 : PVC 4000M

4000M :

2 : AMINE + KOH + PVC 4000M

3: AMINE + KOH + PVC 4000M + ALD

4': AMINE + ALD + PVC 4000M

6: AMINE + ALD + KOH + PVC 4000M

ANALIYTIQE:

2: AMINE + KOH + PVC ANALIYTIQE

3: AMINE + KOH + PVC ANALIYTIQE + ALD

4': AMINE + ALD + PVC ANALIYTIQE

6: AMINE + ALD + KOH + PVC ANALIYTIQE

Liste des tableaux

CHAPITRE I Généralité sur le polychlorure de vinyle(PVC)

Tableau 1: Caractéristiques du PVC 4000 M 4

CHAPITRE III Méthodologie Expérimentale

Tableau 2: les réactifs utilisés 16

Tableau 3: les solvants nécessaires 17

Tableau 4: les catalyseurs nécessaires 17

Tableau 5: UV-Visible PVC analytique 27

Liste des Schémas

Chapitre II Modification chimique des polymères

Schéma 1: polymérisation de l'éthylène 14
Schéma 2: polymérisations par étapes sont des polycondensations 14
Schéma 3: polymérisation des diamines primaires et des diacides carboxyliques 14
Schéma 4: La modification chimique du poly (alcool vinylique) 17

CHAPITRE III Méthodologie Expérimentale

Schéma 5: amine (2.3 diamine payrdin) + pvc analytique 24
Schéma 6:amine (2.3 diamine payrdin) + pvc analytique + aldéhyde 25
Schéma 7: amine (2.3 diamine payrdin) + aldéhyde 25
Schéma 8: amine (2.3 diamine payrdin) + pvc analytique + aldéhyde 25
Schéma 9: amine (2.3 diamine payrdin) +PVC 4000M 26
Schéma 10: amine (2.3 diamine payrdin) + pvc 4000M + aldéhyde 26
Schéma 11: amine (2.3 diamine payrdin) + aldéhyde 26
Schéma 12: amine (2.3 diamine payrdin) + pvc 4000M+ aldéhyde 27

Liste des figures

CHAPITRE I Généralité sur le polychlorure de vinyle(PVC)

Figure 1:Formule général du PVC 5
Figure 2: Polymérisation de PVC 5

CHAPITRE III Méthodologie Expérimentale

Figure 3: Schéma l'étape de travaille 18
Figure 4: précipitation est filtration de mélange (PVC analytique +EDA + Amin) 19
Figure 5: précipitation est filtration de mélange (PVC 4000M +EDA + Amin) 20
Figure 6: détection de changement de couleur 21
Figure 7: PVC produit 02 21
Figure 8: PVC produit 03 22
Figure 9: PVC produit 04' 22
Figure 10: PVC produit 06 22
Figure 11: PVC produit 02 23
Figure 12: PVC produit 03 23
Figure 13: PVC produit 04' 24
Figure 14: PVC produit 06 24
Figure 15: Spectre infrarouge du PVC Analytique 28
Figure 16: Spectre infrarouge du amine+SAD+PVC Analytique 28
Figure 17: Spectre infrarouge du amine+KOH+PVC Analytique 29
Figure 18: Spectre infrarouge du amine+SAD+KOH+PVC Analytique 30

Sommaire

CHAPITRE I Généralité sur le polychlorure de vinyle(PVC) .....

I- Généralité sur le polychlorure de vinyle 4

I-1- Introduction : 4

I-2- Définition de PVC : 4

I-3- Définition de PVC 4000M : 4

I-4- Formule générale de PVC : 5

I-5 – Préparation : 5

I-6-Polymérisation de PVC : 6

I-6-1- Polymérisation en suspension : 6

I-6-2- Polymérisation en émulsion : 6

I-6-3-Polymérisation en solution : 6

I-6-4-Polymérisation en masse : 7

I-7 Propriété de polychlorure de vinyle : 7

I-7-1- Propriétés physico-chimiques : 7

I-7-2- Propriétés électriques……7

I-7-3- Propriétés thermiques 8

I-7-4 Propriétés dimensionnelles 8

I-7-5 Propriétés de mise en œuvre 8

I-8- Consommation du Pvc d'ENIP de Skikda 8

I-9- Dégradation du PVC : 9

Dégradation thermique (thermolyse) 9

1-9-1-Déshydrochloruration du PVC 9

1-9-2-Coloration du PVC lors de la déshydrochloration..... 9

I-10- Application et utilisation de PVC 10

Chapitre II .....

Modification chimique des polymères.....

I-1 La modification chimique de polymères : 12

II-2 Typologie : 12

II-2-1 Polymérisation en chaîne :..... 13

II-2-2 Polymérisation par étapes : 14

II-3 Processus : 15

II-4 Exemples de modification : 16

II-5 Sans réactif de post-modification :..... 16

II-5-1 Modification des polymères synthétiques : 16

II-6 Réactifs de post-modification monofonctionnels : 16

II-6-1 Modification des polymères naturels : 16

II-6-2 Modification des polymères synthétiques : 16

II-7 Réactifs de post-modification polyfonctionnels : 17

II-7-1 Modification des polymères naturels : 17

II-7-2 Modification des polymères synthétiques : 17

II-8 Modification chimique de PVC : 17

II-9 Conclusions : 18

CHAPITRE III.....

MéthodologieExpérimentale .....

III- Introduction :..... 16

III-1 Les produits chimiques utilisés :..... 16

III-3 Matériels : 17

III-4 Etape de travail : 18

III-5 Mode opératoire de préparation des échantillons : 18

III-6 Résultats de la modification PVC analytique : 19

III-7 Résultats de la modification PVC 4000M : 20

III-81ére méthode : sans catalyseur : 21

III-8-1 Résultat d'analyse des pvc 4000M : 21

a. Chromatographie sur couche mince (CCM) : 21

III-8-2 Résultat d'analyse des Pvc Analytique : 23

b. Chromatographie sur couche mince (CCM) : 23

III-9 Réaction: 24

III-10 Caractérisation de la matrice: 27

III-10-1 Résultat d'analyse IR: 27

III-10-1-1 spectre infrarouge de PVC analytique : 27

III-10-1-2 Spectre infrarouge du amine+SAD+PVC Analytique : 28

III-10-1-3 Spectre infrarouge du amine+KOH+PVC Analytique : 29

III-10-1-4 Spectre infrarouge du amine+SAD+KOH+PVC Analytique : 30

III-11Conclusion générale : 32

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....

Résumé .....

Introduction générale

Introduction :

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

La modification chimique des polymères permet de préparer une large gamme de produits à partir d'un seul polymère.

La modification chimique des résidus de poly (chlorure de vinyle) est un véritable défi pour les chercheurs, il s'avère donc que le PVC avec un groupement amine attaché à la dernière molécule de la matrice offre de nouvelles utilisations pour le PVC comme la préparation d'une membrane sélective d'ions avec de bonnes propriétés, ainsi que la préparation d'électrodes à base de PVC. Cette thèse sera structurée autour de trois chapitres :

Le chapitre un traite des généralités sur le polychlorure de vinyle, etle deuxième chapitre est consacré à la modification des polymères, les interactions possibles de cette modification.

Le troisième chapitre présente la répartition des produits utilisés, le mode opératoire et les résultats obtenus.

Le mémoire se termine par une conclusion générale sur le travail effectué, 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 depuis sa production Le monde atteint 26 millions de tonnes par an, et sa consommation par habitant dans les pays industrialisés dépasse13 kg/an. C'est l'un des polymères les plus produits au monde, son ubiquité, Sa facilité de mise en œuvre et son faible coût, garantissent encore de nombreuses Application dans la vie quotidienne. [1]

I-2- Définition de PVC :

Le poly (chlorure de vinyle) ou polyvinyl chloride thermoplastique Haute consommation, amorphe ou faiblement cristallin, souvent connu sous l'acronyme PVC (anglais : chloridedepolyvinyl). Il est composé de deux ingrédients : 57 % de sel et 43 % d'huile. Le PVC est le seul matériau plastique couramment utilisé contenant plus de 50% de matières premières minérales qui existent en grande quantité dans la nature. Sous cette forme, il est également utilisé dans l'industrie du vêtement et de l'habillement. Tapisseries et autres produits commerciaux. [2]

I-3- Définition de PVC 4000M :

Chlorure de polyvinyle (PVC 4000 M). Produits vendus par l'entreprise Industries pétrochimiques nationales de Skikda (ENIP). (PVC 4000M) est un polymère Thermoplastique, fabriqué par un procédé de polymérisation en suspension. Il apparaît dans Sous forme de poudre blanche dontles caractéristiques essentielles sont définies dans le tableau Suivant [3] :

Tableau 1:Caractéristiques du PVC 4000 M

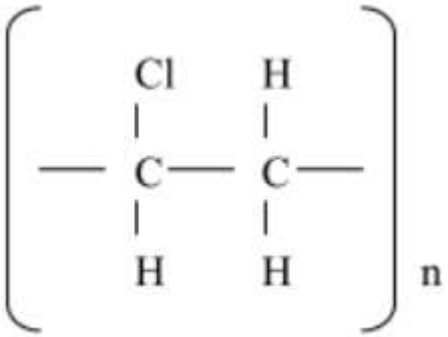
Caractéristique	Unité	Spécification	Méthode de mesure
Viscosité propre	Cs	0,89 à 01,95	ASTM D – 1243-58T
Densité apparente	g/ml	0,5 à 0,54	ASTM D-1895-67
Résistivité cubique	S/ cm3	3,5 .1013	MTC
Temps d'absorption	Sec	60	MTC
Stabilité à la chaleur	Mn	65	ISO – R - 182
Impuretés	%	5	-

I-4- Formule générale de PVC :

La structure du PVC est une chaîne hydrocarbonée avec un atome de chlore attaché Alterner avec tous les autres atomes de carbone. Étant donné que le PVC n'est pas complètement amorphe Il présente des régions microcristallines basées sur la configuration syndiotactique. [4]

La formule structurelle de base est la suivante.

Figure 1:Formule général du PVC

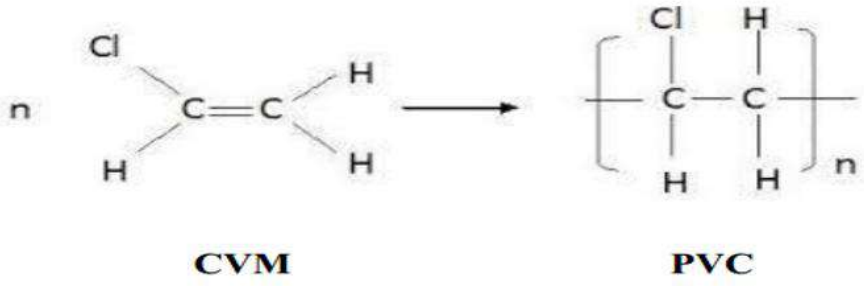


I-5 – Préparation :

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 de principe est le suivant :

Figure 2:Polymérisation de PVC



I-6-Polymérisation de PVC :

C'est la réaction au cours de laquelle les molécules s'accumulent successivement pour former une très longue chaîne moléculaire. Lorsque les macromolécules sont constituées d'un type de monomère, elles sont appelées homopolymères. Lorsque la polymérisation se produit en présence de mélanges de différents monomères, une copolymérisation a lieu, aboutissant à des copolymères. La réaction du monopole du PVC est formée radicalement soit par des photons (énergie lumineuse), soit par des élections, soit par des catalyseurs.

La polymérisation du PVC se pratique actuellement selon quatre méthodes : polymérisation en suspension, en masse, en émulsion, polymérisation en solution.

Le type de PVC utilisé dans cette étude est le 4000M fabriqué en ENIP SKIKDA par polymérisation en suspension : largement utilisé pour les radicaux libres. Le monomère et le polymère sont insolubles dans la dispersion. Le monomère (10-25 %) est dispersé dans un non-solvant (par exemple de l'eau) sous agitation vigoureuse. La taille des gouttelettes est soigneusement contrôlée en ajustant des paramètres tels que la concentration, la vitesse d'agitation, l'utilisation d'adjuvants, etc.[17][8]

I-6-1- Polymérisation en suspension :

Dans un grand bol (autoclave), le MVC est mélangé vigoureusement avec une certaine quantité d'eau. La polymérisation commence après l'ajout de l'initiateur. Lorsque 90% du MVC est polymérisé, la réaction s'arrête. Les MVC non convertis sont récupérés et réutilisés. Après séchage et tamisage, le PVC est stocké et conditionné 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 où le monomère est maintenu en émulsion à l'aide de tensioactifs de type savon. La polymérisation s'effectue via un initiateur hydrosoluble et se déroule au sein de micelles (agrégats de molécules de tensioactifs en milieu alcalin). Grâce à ce procédé, une émulsion stable constituée de particules de dimensions comprises entre 0,1 et 1 µm appelée latex se forme après séchage dans des séchoirs atomiseurs (coquilles environnementales) de petit diamètre (10 à 100 µm), qui peuvent être calibrés et broyés[6]

I-6-3-Polymérisation en solution :

Dans la réaction de polymérisation en solution, des molécules de monomère sont ajoutées à un solvant inerte dont le point d'ébullition coïncide avec la température souhaitée ou souhaitée pour

la polymérisation. Une partie du solvant s'évapore lors des processus de polymérisation, ce qui permet de dégager une bonne chaleur lors de la réaction[7].

I-6-4-Polymérisation en masse :

Pour la polymérisation en suspension, des particules de PVC de 120 à 150 µm peuvent être obtenues par un procédé de polymérisation en masse représentant 10 % de la production. Ainsi, le chlorure de polyvinyle est exempt d'additifs, et les produits obtenus sont plus transparents et brillants. Cette technique permet de travailler sans eau. La première étape de pré-polymérisation permet la formation de particules de PVC avec une composition spécifique. Puis il est placé dans un milieu réactionnel constitué d'un monomère, ce qui le fait croître et précipite le PVC.[6-8].

I-7 Propriété de polychlorure de vinyle :

I-7-1- Propriétés physico-chimiques :

• La masse volumique des compositions de PVC varie entre 1 et 2 $g/cm3$ à la température ambiante.

• Le PVC transmet mal la flamme, mais sa combustion entraîne le dégagement de gaz corrosifs et de fumées.

• Thermiquement, il vieilli bien. Plusieurs chercheurs ont apporté leurs contributions à l'étude de vieillissement thermique du PVC.

• Il résiste au fluage à température élevée mais il reste fragile aux basses températures.

• Le PVC rigide résiste bien aux agents chimiques inorganiques, et il est soluble dans les cétones, le cyclohexane et le dichloroéthylène.

• La température de transition vitreuse du PVC est élevée, elle se situe entre 75°C et 80°C ce qui le rend impropre à de nombreuses applications (câbles par exemple) sans l'adjonction de plastifiants. Avec l'emploi de plastifiants, la température de transition vitreuse se situe entre -10°C et -5°C. [11] [12] [13].

I-7-2- Propriétés électriques :

Le PVC a de bonnes propriétés isolantes mais les pertes électriques dans le matériau sont suffisamment importantes pour permettre le soudage par haute fréquence. [18]

I-7-3- Propriétés thermiques :

- Conductivité thermique : Elle est d'environ 0,2 W. $m-1$. $k-1$.
- Capacité thermique massique : Elle est d'environ 1 046j. $kg-1$. $k-1$.
- Pouvoir calorifique : I l est de 17 kJ/kg environ, pour les PVC non plastifiés et de valeur supérieure mais variable suivant la formulation pour les PVC plastifiés.

- Température de ramollissement Vicat : La température de ramollissement Vicat pour les PVC non plastifiés se situe entre 65 et 85 °C. Pour des mélanges de PVC et de PVC chloré, elle peut atteindre des valeurs supérieures à 100 °C.
- Température de fléchissement sous charge : Elle ne s'applique qu'aux PVC non plastifiés. Elle varie de 55 à 70 °C selon les formulations et peut atteindre 90 °C pour celles contenant du PVC chloré. [14]

I-7-4 Propriétés dimensionnelles :

Le PVC présente une bonne stabilité dimensionnelle et un retrait limité dû à sa structure amorphe [8].

I-7-5 Propriétés de mise en œuvre :

Le thermoformage du PVC est très bon aménagements intérieurs de notre coffret "PLASTICASE" [8].

I-8- Consommation du Pvc d'ENIP de Skikda :

La consommation nationale de résines de base est estimée à environ 150 000 tonnes/an, dont la société nationale ENIP fournit 20 000 tonnes de résines PVC et 32 000 tonnes de résines LDPE. Du polyéthylène et du polypropylène sont importés en attendant le démarrage de la production du projet Sonatrach Total Steam Cracking à Arzew. En général, les deux tiers des matières premières sont importées. Les plastiques composites sont de plus en plus développés dans les pays occidentaux et les composants plastiques standards continuent de migrer vers les pays à bas salaires. Cela nous amène à dire que le positionnement de l'Algérie doit être mixte : développer la production de matières premières (EIP Skikda et projet de vapocraquage d'Arzew avec TOTAL) pour répondre à une forte demande intérieure qui va booster la fabrication et générer une part d'exportation. Mais aussi, créer une industrie des plastiques composites et des matériaux innovants de dernière génération à haute valeur ajoutée qui respecte le développement durable.[15]

I-9- 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, instauration, 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 est un polymère qui se décompose sous l'influence de la chaleur. L'acide chlorhydrique est libéré sous forme de produits volatils, et les principales manifestations des dommages thermiques au PVC sont : le dé chloration (DHC), l'oxydation, la réticulation et la coloration, et l'élimination de l'acide chlorhydrique, qui se produit dans l'étape de la chaîne alkyle active (réaction éclair). Le polymère est la décomposition thermique du PVC de différentes longueurs constitué de structures irrégulières qui produisent des atomes de chlore instables. On observe que l'acide chlorhydrique quitte le polymère chauffé à 80°C et que sa température de conversion se situe habituellement dans la plage de 120 à 180°C au-dessus de sa température de fusion.[9]

1-9-1-Déshydrochloruration du PVC :

Sous l'influence de la lumière, cisaillement, chauffage environ 160°C. La décomposition du chlorure d'hydrogène en PVC libère de l'acide chlorhydrique. Dans le même temps, ce processus libère rapidement de l'acide chlorhydrique, ce qui entraîne l'émergence de nombreux autres atomes de chlore instables. La libération d'acide chlorhydrique des molécules de PVC s'effectue donc par une réaction en chaîne, très probablement accompagnée d'une double liaison conjuguée. Cela fait que le polymère change de couleur en continu. [10]

1-9-2-Coloration du PVC lors de la déshydrochloration :

La coloration du PVC se produit lorsque la longueur des séquences polygéniques conjuguées dépasse cinq unités, et la couleur devient plus intense avec une libération accrue d'acide chlorhydrique.[9]

I-10- Application et utilisation de PVC :

Il est juste de dire que nous vivons, à l'heure actuelle, dans un environnement de matière plastique, puisque nous les trouvons, sous forme de biens de consommation, dans tous les domaines de :

- agriculture ;
- ameublement, articles de bureau ;
- articles ménagers et électroménagers ;
- emballage et manutention ;
- industries : du bois • chimique • électrique et électronique • métallique et métallurgique • papetière • des peintures, vernis et adhésifs (revêtements, mastics, insonorisant, etc.) • textile - vêtements et accessoires (casques…) ;
- jouets, loisirs et sports ;
- maroquinerie, chaussures et articles de voyage ;
- médecine, pharmacie et hygiène ;
- optique ;
- publicité (enseignes, panneaux) ;
- transports (automobile, ferroviaire, marine, aéronautique, aérospatial) ;
- travaux publics, génie civil et bâtiment ;
- etc.[16]

Chapitre II

Modification chimique des polymères

I-1 La modification chimique de polymères :

La modification chimique des polymères consiste à modifier les propriétés des polymères. Groupements réactifs portés par des chaînes polymères. Des modifications peuvent être apportées à la fin d'un groupe fonctionnel ou d'une organisation de chaîne, soit sur une chaîne latérale, soit dans le squelette du polymère principal. [19]

Dans la synthèse de polymères par polymérisation ou par polycondensation, la chaîne est construite à partir de composés de bas poids moléculaire appelés monomères. En modification chimique, un polymère est converti en un autre par une réaction intramoléculaire avec lui-même ou un autre composé.[20]

II-2 Typologie :

Les réactions de polymérisation peuvent être classées selon deux critères :

La formation ou non d'un coproduit de faible masse moléculaire lors de la polymérisation :

- ✓ Polycondensation : Ces réactions classiques de la chimie organique concernent les monomères multifonctionnels. Ils sont réalisés au départ de petites molécules qui sont souvent rejetées au fur et à mesure de leur apparition dans le milieu pour modifier l'équilibre de la réaction : H2O (principalement), HCl, NH3, etc. Parfois, des catalyseurs conventionnels utilisés avec de petites molécules sont utilisés. Le polymère produit par polycondensation est appelé polycondensation. Exemples : polyesters, polyamideification ;
- ✓ Additions multiples : réactions de polymérisation ionique (anionique ou cationique) par ouverture de la double liaison d'un composé carbonylé ou par ouverture d'un cycle hétérogène. Se produire sans éliminer les petites particules.

La distinction entre polycondensation et polyaddition a été introduite par Wallace Hume Carothers en 1929 [21] [22]

Le mécanisme de réaction :

- ✓ Polymérisations par étapes : réactions ayant lieu entre des groupes fonctionnels. La majorité des polymérisations par étapes se fait par polycondensation ;
- ✓ Polymérisations en chaîne : réactions ayant lieu grâce à la formation de centres actifs comme des radicaux ou des ions. La majorité des polymérisations en chaîne se fait par polyaddition.

La distinction entre polymérisation par étapes et polymérisation en chaîne a été introduite par Paul J. Florey en 1953 [23]

II-2-1 Polymérisation en chaîne :

Le cas le plus important concerne la polymérisation des monomères vinyliques (CH2=CHR) ou de formule CH2=CR1R2.

Les réactions de polymérisation en chaîne comportent trois étapes successives :

- L'initiation, qui permet de créer des centres actifs, de nature radicalaire [résultant par exemple de la décomposition thermique du peroxyde ou de l'AIBN (les initiateurs)], ionique (anionique ou cationique) ou organométallique (polymérisation à l'état coordonné) ;
- Reproduction, où l'espèce active permet la création de chaînes qui se développent en attachant des monomères aux centres actifs. Dans ce cas, la croissance de la chaîne polymère résulte exclusivement de l'interaction ou des interactions entre le ou les monomères et le ou les sites réactifs de la chaîne. L'étape de propagation est environ 100 000 fois plus rapide que la précédente ;
- Terminaison/transfert : le centre actif finit à un moment par être détruit, entraînant l'arrêt de la croissance de la chaîne. Exemples de réactions de terminaison ou de transfert :
- En polymérisation radicalaire : conjugaison (ex : liaison à l'initiateur), discorde, conversion en monomère, en solvant (type hydrocarbure ou hydrogène aqueux), en polymère, à un agent additif, à une petite molécule existante, à l'initiateur, ramification, pontage (peu probable),
- En polymérisation cationique : déportation, fixation d'un nucléophile,
- En polymérisation anionique : absence, sauf accident (présence de dioxygène, protons, impuretés). Voir Polymérisation vivante.

La polymérisation radicalaire et la polymérisation ionique non coordinnée ne sont pas stéréospécifiques.

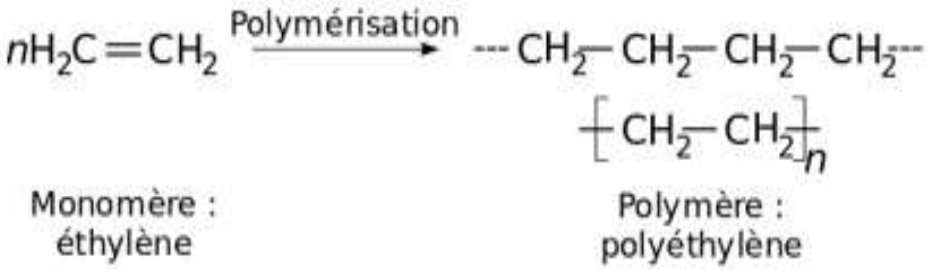
Réaction d'inhibition

Un inhibiteur (tel qu'un polyphénol) est une molécule qui se lie aux centres actifs en produisant des composés incapables de se lier au monomère. Cette réaction arrête la croissance de la chaîne. Des inhibiteurs sont utilisés pendant le transport ou le stockage du monomère pour empêcher sa polymérisation. Les inhibiteurs actifs à la température de polymérisation doivent être éliminés (par distillation et lavage) avant le processus de polymérisation.

Exemples

Polymérisation de l'éthylène, pour former du polyéthylène :

Schéma 1: polymérisation de l'éthylène



II-2-2 Polymérisation par étapes :

Dans ce cas, on peut former des dichotomies, des stylos, etc., qui peuvent interagir les uns avec les autres, et les masses molaires augmentent progressivement. Pour la fabrication de polymères à haut degré de polymérisation, il est nécessaire que la réaction soit complète. Il faut distinguer deux types d'étapes de polymérisation:

La plupart des polymérisations par étapes sont des polycondensations, qui peuvent être schématisées par :

Schéma 2:polymérisations par étapes sont des polycondensations

$$A-X_m-B+A-X_n-B \rightarrow A-X_{m+n}-B+AB\uparrow$$

Avec :

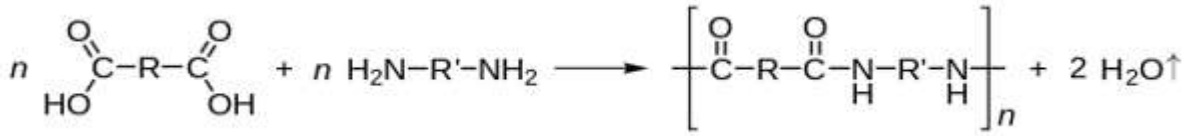
les molécules réactives portant les fonctions antagonistes A et B

m et n = 1,2,3 ,,,,,,, m ou n.

Exemples :

polymérisation des diamines primaires et des diacides carboxyliques (molécules bifonctionnelles et bivalentesqui conduit à des polyamides et à de l'eau :

Schéma 3: polymérisation des diamines primaires et des diacides carboxyliques



Pré-densification d'aminoplaste, phénoplaste, résine polyester insaturé, etc., suivie d'une polymérisation complète dans le moule, pour produire un polymère tridimensionnel ;

Il existe également une certaine étape de polymérisation qui est multi-additifs : par exemple, la polymérisation de diols sur des diisocyanates aboutissant à des polyuréthanes.

Le choix des matières premières est très large et permet une variété de formulations qui se traduisent par des propriétés et des applications différentes. Les polymères obtenus contiennent souvent des hétéroatomes (dans la chaîne principale). [24]

II-3 Processus :

La modification chimique des polymères peut avoir lieu avec une augmentation de la masse molaire du polymère (copolymérisation…), avec diminution de cette masse (dépolymérisation, dégradation des polymères, coupure de chaîne, etc.) ou sans variation de cette masse (quelques cyclisations, quelques réticulations, etc.).

Les principaux processus de modifications chimiques des polymères sont :

- la cyclisation : la cyclisation des polymères est une réaction chimique qui mène à :
- la formation de cycles dans les chaînes polymères. La réaction de cyclisation a lieu quand il y a deux unités voisines qui peuvent réagir ensemble pour former des cycles. Exemples :
- cyclisation du polyacrylonitrile, la cyclisation implique les groupes CN du polyacrylonitrile,
- cyclisation du poly(alcool vinylique) (PVAL) avec un aldéhyde pour donner par exemple le poly(butyral de vinyle) (PVB),
- cyclisation des polyalcadiènes ayant des diènes conjugués, c'est le cas du polyisoprène et du polybutadiène ;
- la transformation de tout le polymère en un seul cycle. La réaction de cyclisation a lieu quand il y a deux unités en bout de chaîne qui peuvent réagir ensemble pour former un cycle. Exemple : cyclisation du polydiméthylsiloxane ;
- la fonctionnalisation : la fonctionnalisation des polymères est l'introduction de groupes chimiques dans des polymères pour créer un produit avec des propriétés spécifiques ;
- la copolymérisation qui a lieu par greffage (grafting onto) ou par rayonnement (grafting from) ;
- la réticulation ;
- la dépolymérisation : processus de conversion d'un polymère en un monomère ou en un mélange de monomères ;
- la coupure de chaîne : réaction chimique entraînant la rupture de liaisons du squelette

[25][26][27]

II-4 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. [28]

II-5 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-5-1 Modification des polymères synthétiques :

- ✓ Cyclisation du polyacrylonitrile.
- ✓ Cyclisation des polyalcadiènes ayant des diènes conjugués. [29]

II-6 Réactifs de post-modification monofonctionnels :

Le polymère formé ne change pas d'architecture.

II-6-1 Modification des polymères naturels :

Modification de la cellulose :

- ✓ Estérification : esters de cellulose
- ✓ Éthérification : éthers de cellulose

Modification de l'amidon : amidons modifiés :

- ✓ Estérification : phosphates, acétates et adipates d'amidon
- ✓ Éthérification : amidon hydroxypropylique, hydroxyéthylique

Désacétylation de la chitine : chitosane. [29]

II-6-2 Modification des polymères synthétiques :

La modification chimique du poly(acétate de vinyle) (PVAC) peut donner :

- ✓ l'poly(alcool vinylique) : le poly(acétate de vinyle) est partiellement ou totalement hydrolysé pour donner le poly(alcool vinylique) ;
- ✓ le poly(acétate phtalate de vinyle) (PVAP) : le poly(acétate de vinyle) est partiellement hydrolysé puis estérifié avec l'acide phtalique.

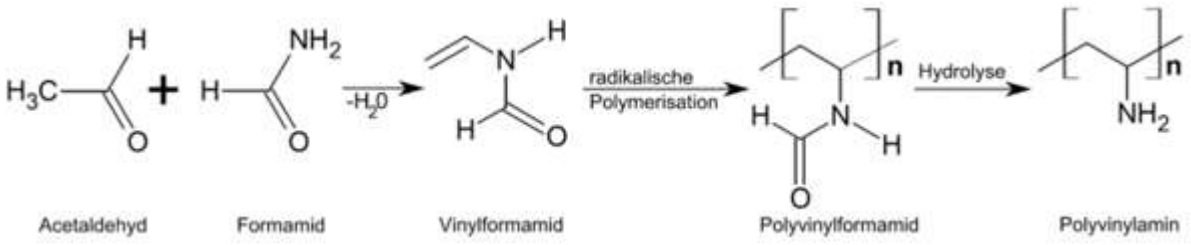
La modification chimique du poly(alcool vinylique) peut donner :

- ✓ le poly(nitrate de vinyle) (PVN) : c'est un ester inorganique de l'acide nitrique et le poly(alcool vinylique) ;
- ✓ les poly(acétals de vinyle) : ils sont préparés par la réaction entre un aldéhyde et le poly(alcool vinylique). Le poly(butyral de vinyle) et le poly(formal vinylique) (PVFM) sont des exemples de cette famille de polymères. Ils sont préparés respectivement par la réaction du poly(alcool vinylique) avec du butyraldéhyde et du formaldéhyde.

L'hydrolyse de l'éthylène-acétate de vinyle (EVA) donne l'éthylène-alcool de vinyle (EVOH).

L'hydrolyse de la polyvinyleformamide donne la polyvinyleamine :

Schéma 4: La modification chimique du poly (alcool vinylique)



La surchloration du poly(chlorure de vinyle) (PVC) donne le poly(chlorure de vinyle) surchloré (CPVC). [29]

II-7 Réactifs de post-modification polyfonctionnels :

Ce type de molécule va provoquer une réticulation en reliant les groupes réactifs entre eux. On parle alors de post-réticulation.

II-7-1 Modification des polymères naturels :

- ✓ La caséine du lait mélangée au formaldéhyde donne la galalithe.
- ✓ Vulcanisation du caoutchouc naturel à chaud en présence de soufre. [29]

II-7-2 Modification des polymères synthétiques :

- ✓ La réticulation des polyesters insaturés (UP) avec des monomères vinyliques, surtout le styrène, donne des polymères thermodurcissables.

II-8 Modification chimique de PVC :

Il existe de nombreuses façons de modifier et de types de polymères et de leur rappeler de modifier le PVC. Lorsque l'on parle d'applications impliquant un contact direct avec le corps humain (organes, plasma sanguin, etc.), des limitations supplémentaires doivent être prises en compte et la biocompatibilité est plus difficile à atteindre. La biocompatibilité fait référence à la

tolérance accrue d'un organisme vis-à-vis de la surface polymère et, en même temps, à la répulsion ultérieure de la même surface vis-à-vis des dépôts microbiens ou de cellules vivantes.

Une amélioration substantielle de la compatibilité inter faciale entre le PVC et le milieu liquide peut être obtenue par différents traitements de surface, en même temps qu'une forte réduction de la réaction négative provoquée par le contact des fluides biologiques actifs avec les additifs de formulation du PVC.

La modification de surface des polymères a trouvé une application récente dans le domaine de l'obtention de certains agents de contraste performants en technologie ultrasonore.

Les membranes à membranes lipidiques fixées à la surface sont utilisées en biophysique ou pour la fabrication de biocapteurs. Les films biologiques actifs sont obtenus par collage chimique de films LangmuirBlodgett, qui sont obtenus à partir de polymères amphiphiles, sur la surface de films polymères synthétiques.[32]

II-9 Conclusions :

La modification chimique du PVC s'avère être un moyen facile d'altérer la surface de sa nature chimique, afin de l'adapter aux propriétés spécifiques recherchées, en particulier les matrices polymères pour une utilisation ultérieure dans les composites polymères dans le domaine nucléaire, biologique et chimique (NBC) défense, ou d'autres applications biochimiques et biomédicales.[1]

CHAPITRE III

MéthodologieExpérimentale

III- Introduction :

Une synthèse au laboratoire de chimie organique se déroule toujours en trois étapes : la

Réaction des synthèses : la séparation et purification des produits et l'analyse.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la synthèse et à la caractérisation d'un produit

Utilise.

Nous somme intéressé à l'élaboration d'une novelle matrice de poly (chloride de vinyle) par

La modification chimique du PVC (de type 4000M fabriqué à l'ENIP SKIKDA) et PVC

Analytique on utilisant 6 méthode pour chaqu'un.

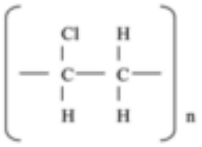
Pvc 4000M C'est un produit commercialisé par l'Entreprise Nationale des Industries

Pétrochimiques (ENIP) de Skikda, est un polymère thermoplastique, fabriqué par le procédé dePolymérisation en suspension.

III-1 Les produits chimiques utilisés :

Tableau III-2 les réactifs utilisés

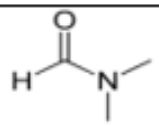
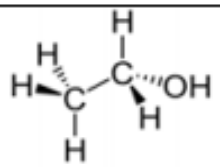
Tableau 2: les réactifs utilisés

Propriétés	Pvc 40000M
Formule	(C2H3Cl) n $n = 700$ à 1 500
Structure	
Masse molaire (g/mol)	[62,498] [0,004]
Masse volumique (kg/l) ou (g/cm3)	1,38 g/$cm3$
T°fusion C°	180
T°ébullition C°	
Densité	1,2à1, 3 g/$cm3$
L'état	Solide
Couleur	Blanche

Les solvants nécessaires pour nos expériences

Tableau III-3 les solvants nécessaires

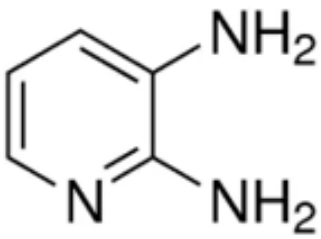
Tableau 3: les solvants nécessaires

Solvant Propriétés	DMF	Ethanol absolue
Formule	C3H7NO	C2H6O
Structure		
M (g/mol)	73.09	46,0684 ± 0,0023
ρ (kg/l) ou (g/cm3)	0.948	0,789
T°fusion C°	-61	-114
T°d' ébullition C°	153	78,37
L'état	Liquide	
Couleur	Incolore	Incolore

Pour stimuler les réactions on utilisant quelques catalyseurs cités dans le tableau suivant :

Tableau III-4 les catalyseurs nécessaires

Tableau 4:les catalyseurs nécessaires

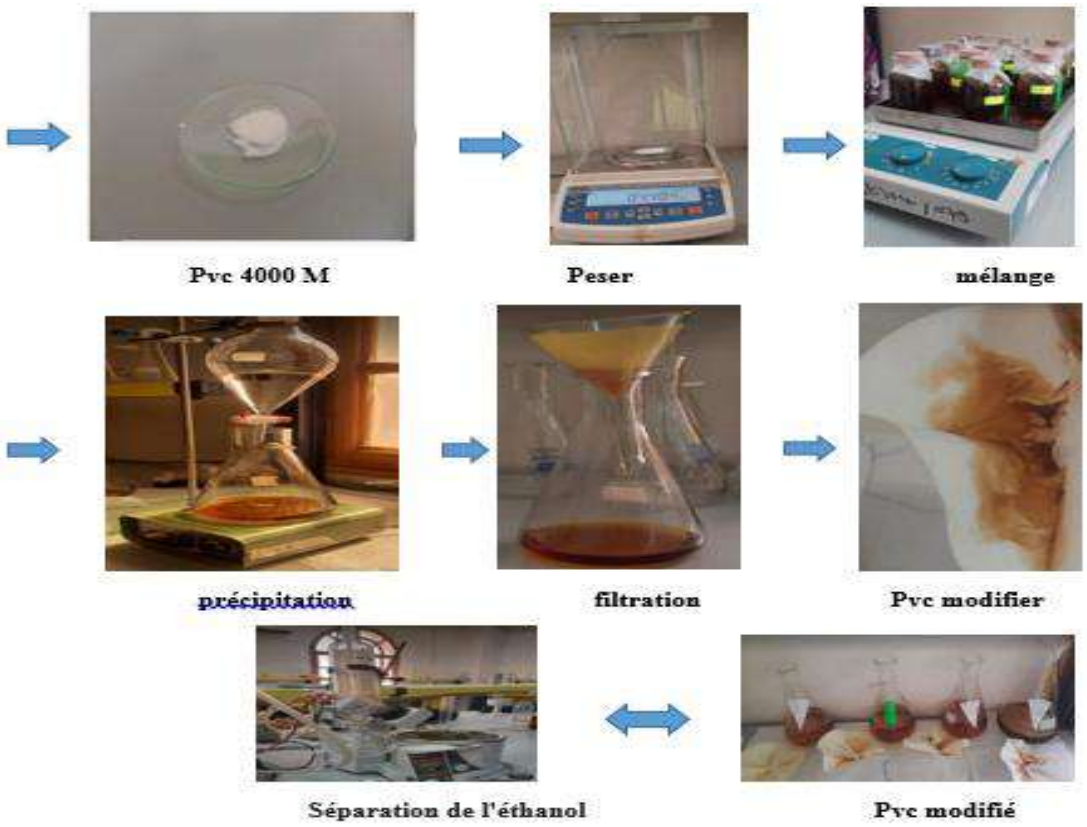
catalyseur Propriétés	2.3 diamine pyridine	Hydroxyde de potassium
Formule	C5H7N3	KOH
Structure		
M (g/mol)	109.13	56.10564
T°fusion C°	114-116°C	406 °C
T°ébullition C°	311.3 °C at. 760 mm Hg	1,327
Densité	0.95	2.12 g/cm3 (25 °C)
L'état	Liquide	Solide
Couleur	incolore	Incolore

III-3 Matériels :

Béchers, Eprouvette, Spatule, Cristallisoirs verre borosilicaté, réfrigérant, pipettes pasteur, Erlenmeyer, ballon, bouchons, spatule, ballon à 3 cols, Barreaux magnétique, Entonnoir, Troyon

III-4 Etape de travail :

Figure 3:Schéma l'étape de travaille



III-5 Mode opératoire de préparation des échantillons :

Modification de PVC par 2.3 diamine Pyridine

1- Modification de PVC analytique par 2.3 diamine Pyridine :

- 0.111 mg 2.3 di amine pyridine avec 30 ml de DMF. puis ajouter 0.066 mg de KOH avec 30 ml de DMF et le laissez agir toute la journée a température ambiant.
- 0.111 mg 2.3 di amine pyridine avec 30 ml de DMF. puis ajouter 0.124 mg de salicylaldehyd avec 30 ml de DMF et le laissez agir toute la journée a température ambiant.
- 0.444 mg de PVC analytique avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.
- 0.066 mg de KOH avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.
- 0.124 mg de de salicylaldehyd avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.

- 0.444 mg de PVC analytique avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.
- Filtrez et séparez KOH par du papier filtre, puis ajoutez 200 ml de l'éthanol et filtrez-le pour obtenir du PVC et pesez.

Figure 4:précipitation est filtration de mélange (PVC analytique +EDA + Amin)

III-6 Résultats de la modification PVC analytique :

Ballon 2 : 0.4728 mg

Ballon 3 : 0.5272 mg

Ballon 4' : 0.5365 mg

Ballon 6 : 0.4377 mg

2- Modification de PVC 4000M par 2.3 diamine Pyridine :

- 0.111 mg 2.3 di amine pyridine avec 30 ml de DMF. puis ajouter 0.066 mg de KOH avec 30 ml de DMF et le laissez agir toute la journée a température ambiant.
- 0.111 mg 2.3 di amine pyridine avec 30 ml de DMF. puis ajouter 0.124 mg de salicylaldehyd avec 30 ml de DMF et le laissez agir toute la journée a température ambiant.
- 0.444 mg de PVC 4000M avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.
- 0.066 mg de KOH avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.

- 0.124 mg de de salicylaldehyd avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.
- 0.444 mg de PVC 4000M avec 30 ml de DMF. et le laissez agir toute la journée à température ambiant.

Filtrez et séparez KOH par du papier filtre, puis ajoutez 200 ml de l'éthanol et filtrez-le pour obtenir du PVC et pesez.

Figure 5:précipitation est filtration de mélange (PVC 4000M +EDA + Amin)

III-7 Résultats de la modification PVC 4000M :

Ballon 2 :0.3570 mg

Ballon 3 :0.4064 mg

Ballon 4' : 0.4726mg

Ballon 6 :0.4327mg

Observation : Pour détecter le principal facteur de changement de couleur de la solution, nous étudions ce qui suit :

a. PVC ANALYTIQUE + DMF = Couleur transparente et apparition de sédiments
b. PVC 4000M + DMF = Couleur transparente et apparition de sédiments
c. KOH + DMF = Couleur transparente et apparition de sédiments
d. PVC ANALYTIQUE + AMINE + DMF =Changement de couleur au brun foncé

e. PVC 4000M + AMINE + DMF =Changement de couleur au brun foncé
f. AMINE + DMF = Changement de couleur au brun foncé

Figure 6:détection de changement de couleur

Résumé :

Nous concluons que Al-Amin est la raison du changement de couleur.

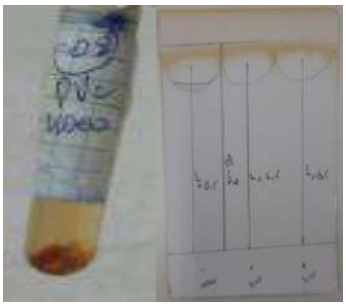
III-81ére méthode : sans catalyseur :

III-8-1 Résultat d'analyse des pvc 4000M :

a. Chromatographie sur couche mince (CCM)

La pureté du (02) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,89. Il est à noter que ladétermination de ce Rf nous sert uniquement à la séparation chromatographique du produit de laréaction que pour des fins purement analytiques.Les taches ont été révélées à l'aide d'une lampe UV.

Figure 7:PVC produit 02

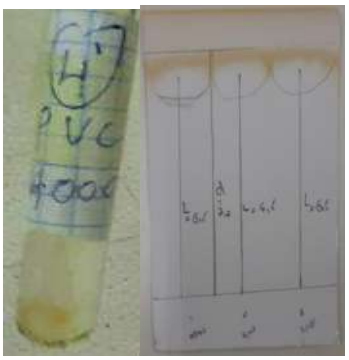


La pureté du (03) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,89.

Figure 8:PVC produit 03

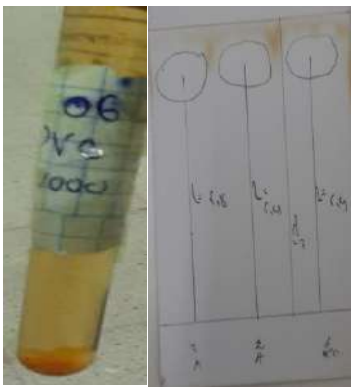
La pureté du (04') a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,89.

Figure 9:PVC produit 04'



La pureté du (06) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,84

Figure 10:PVC produit 06



III-8-2 Résultat d'analyse des Pvc Analytique :

b. Chromatographie sur couche mince (CCM) :

La pureté du (02) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,84. Il est à noter que ladétermination de ce Rf nous sert uniquement à la séparation chromatographique du produit de laréaction que pour des fins purement analytiques.Les taches ont été révélées à l'aide d'une lampe UV.

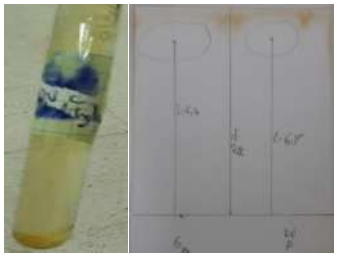
Figure 11: PVC produit 02

La pureté du (03) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,82.

Figure 12: PVC produit 03

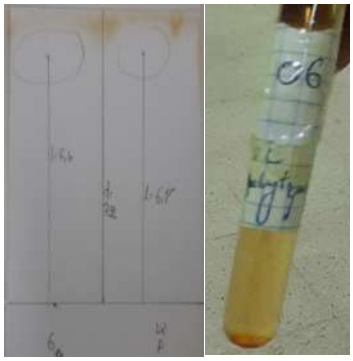
La pureté du (04’) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,90

Figure 13:PVC produit 04’



La pureté du (06) a été contrôlée par CCM en utilisant le éthanol / dichlorométhane comme éluant. Le facteur de rétention obtenu est Rf = 0,88.

Figure 14:PVC produit 06

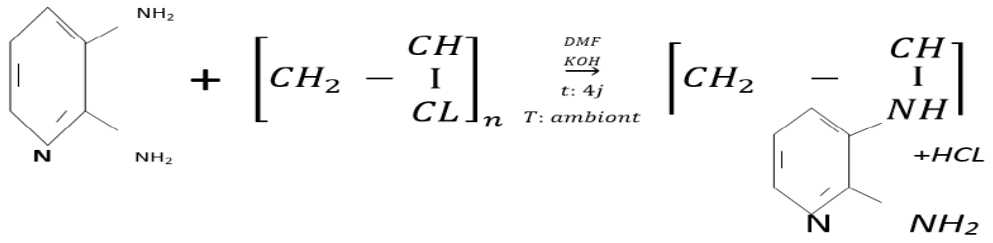


III-9 Réaction :

1 / PVC analytique

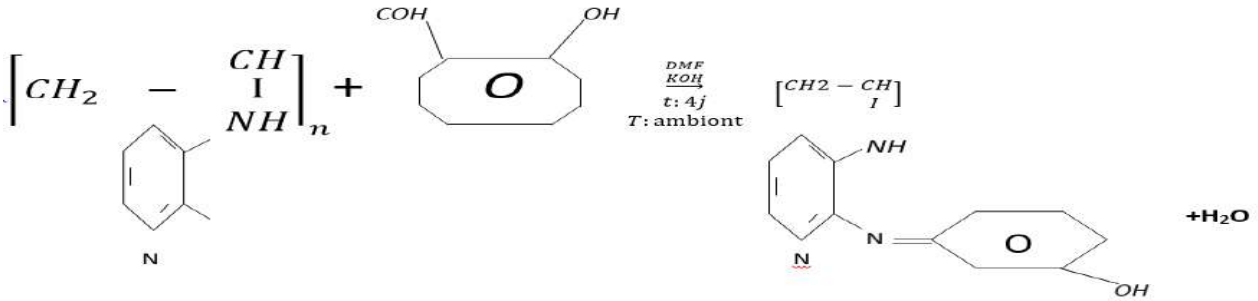
A - Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique :

Schéma 5: amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique



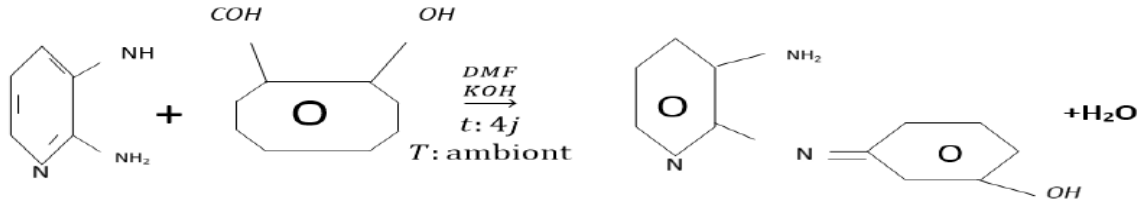
B- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique + aldéhyde :

Schéma 6:amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique + aldéhyde



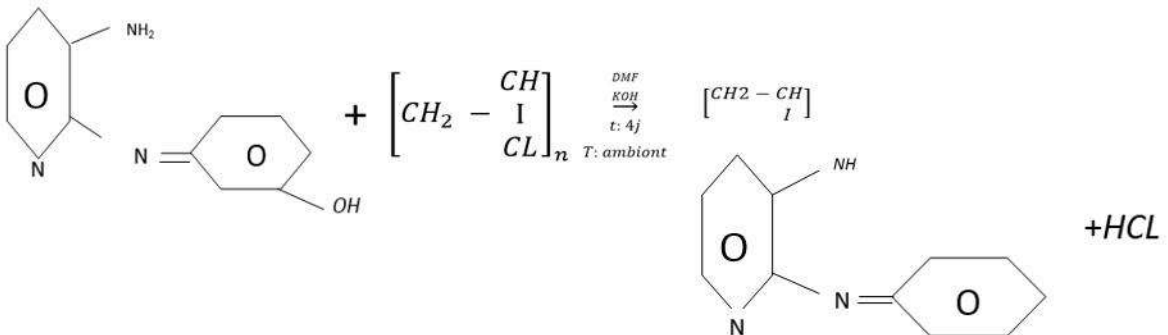
C- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + aldéhyde :

Schéma 7: amine (2.3 diamine pyridine) + aldéhyde



D- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique + aldéhyde :

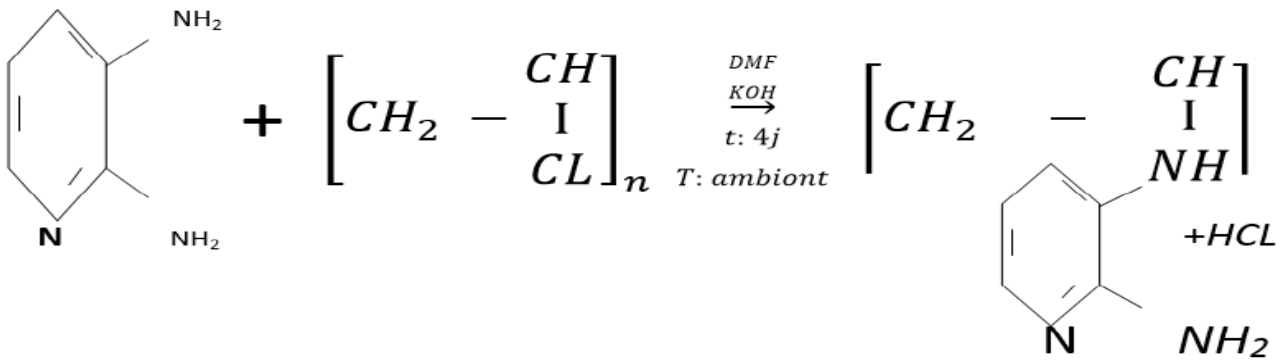
Schéma 8: amine (2.3 diamine pyridine) + pvc analytique + aldéhyde



2 / PVC 4000M

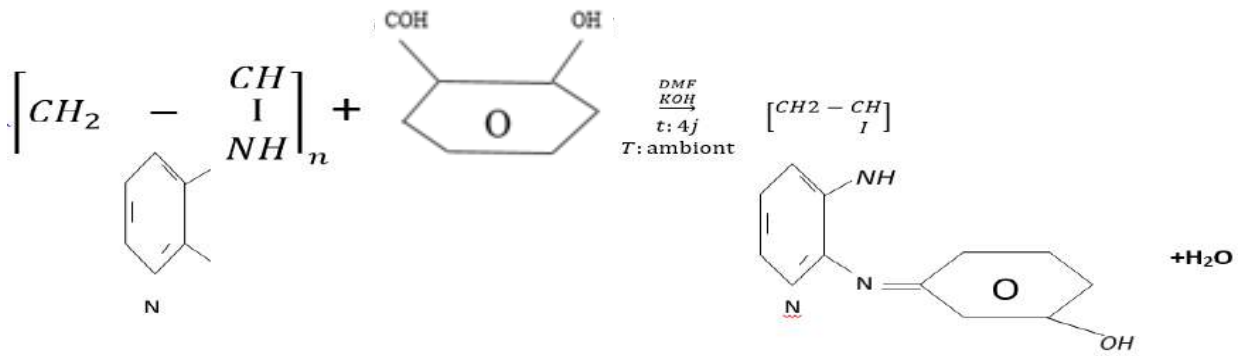
A - Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) +PVC 4000M :

Schéma 9: amine (2.3 diamine pyridine) +PVC 4000M



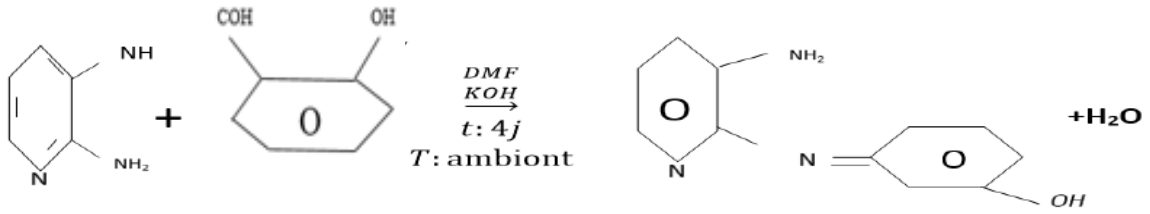
B- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + pvc 4000M + aldéhyde :

Schéma 10: amine (2.3 diamine pyridine) + pvc 4000M + aldéhyde



C- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + aldéhyde :

Schéma 11: amine (2.3 diamine pyridine) + aldéhyde



D- Réaction : amine (2.3 diamine pyridine) + pvc 4000M+ aldéhyde :

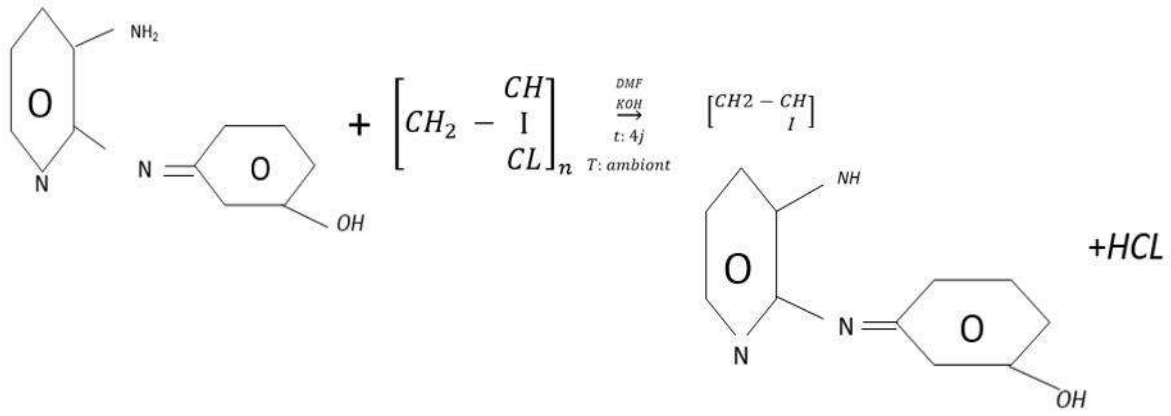


Schéma 12: amine (2.3 diamine pyridine) + pvc 4000M+ aldéhyde

III-10 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

III-10-1 Résultat d'analyse IR :

A / UV-Visible PVC analytique **:**

Tableau 5: UV-Visible PVC analytique

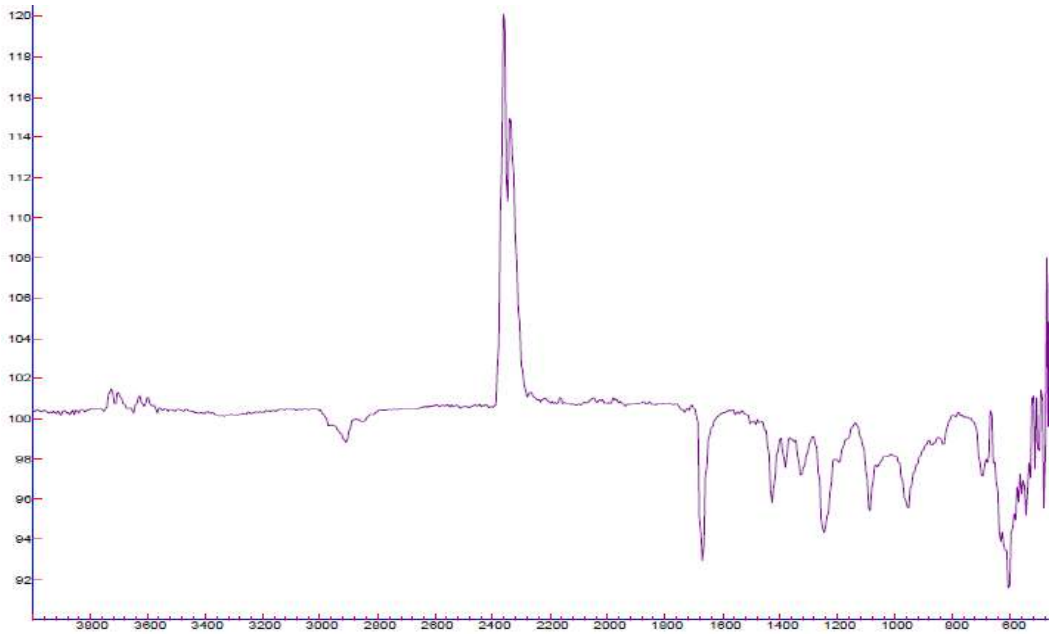
	PVC Analytique	Amine+KOH+PVC Analytique	amine+SAD+KOH +PVC Analytique	amine+SAD+ PVC Analytique
Abs	**-**	**1.8927**	**2.1426**	**2.8239**
Longueur d'onde (nm)	**-**	**451**	**385**	**454**

Discussion UV-Visible :

D'après les résultats obtenu, certaine valeur sont présenté et certaine ont été manquées, car l'équipement de spectroscopie UV-vis ne fonctionne pas.

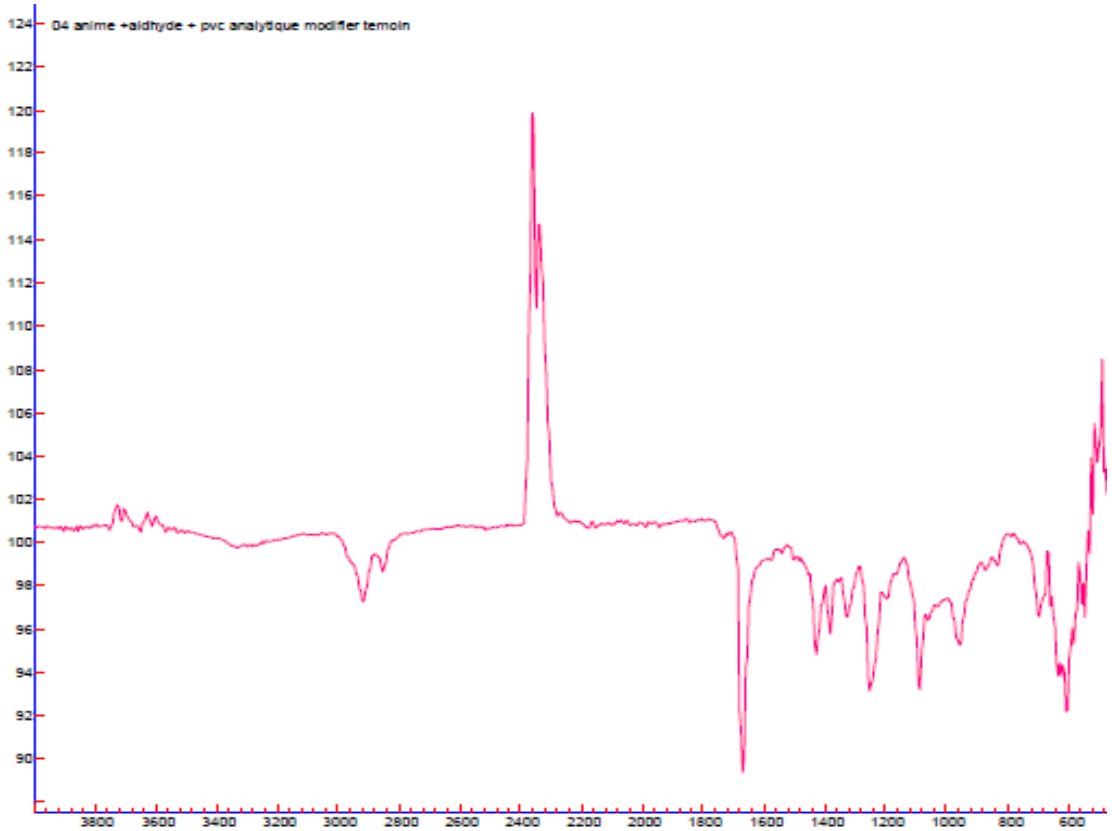
III-10-1-1 spectre infrarouge de PVC analytique :

Figure 15:Spectre infrarouge du PVC Analytique



III-10-1-2 Spectre infrarouge du amine+SAD+PVC Analytique :

Figure 16:Spectre infrarouge du amine+SAD+PVC Analytique



B / les résulta de conductivité :

Les solutions Les conductivité T=25c°

PVC purr = 74.8(US/cm)

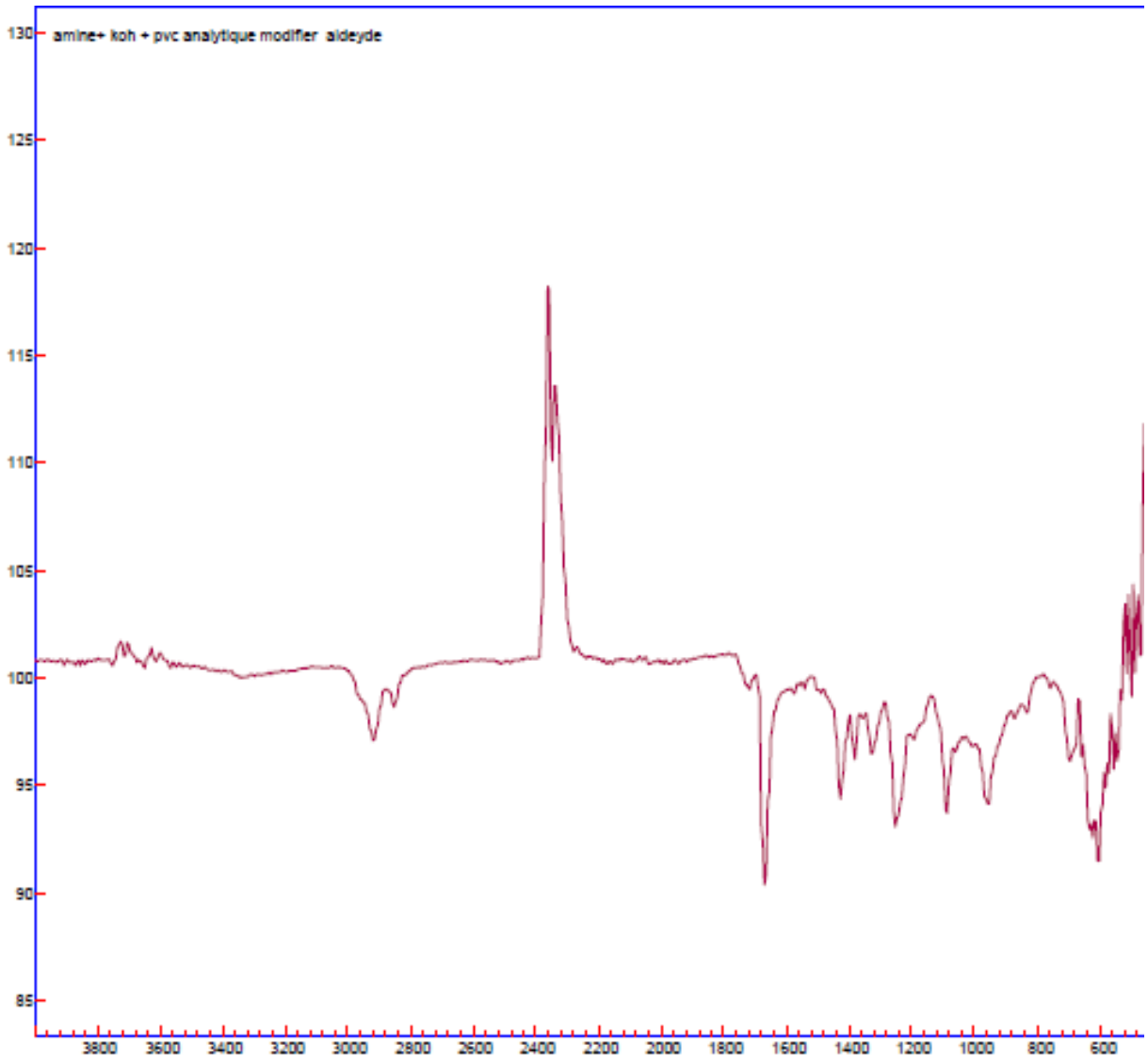
Amine+SAD+PVC Analytique = 84.6(US/cm)

Amine+KOH+PVC Analytique=82.3 (US/cm)

Amine+SAD+KOH+PVC Analytique =60(US/cm)

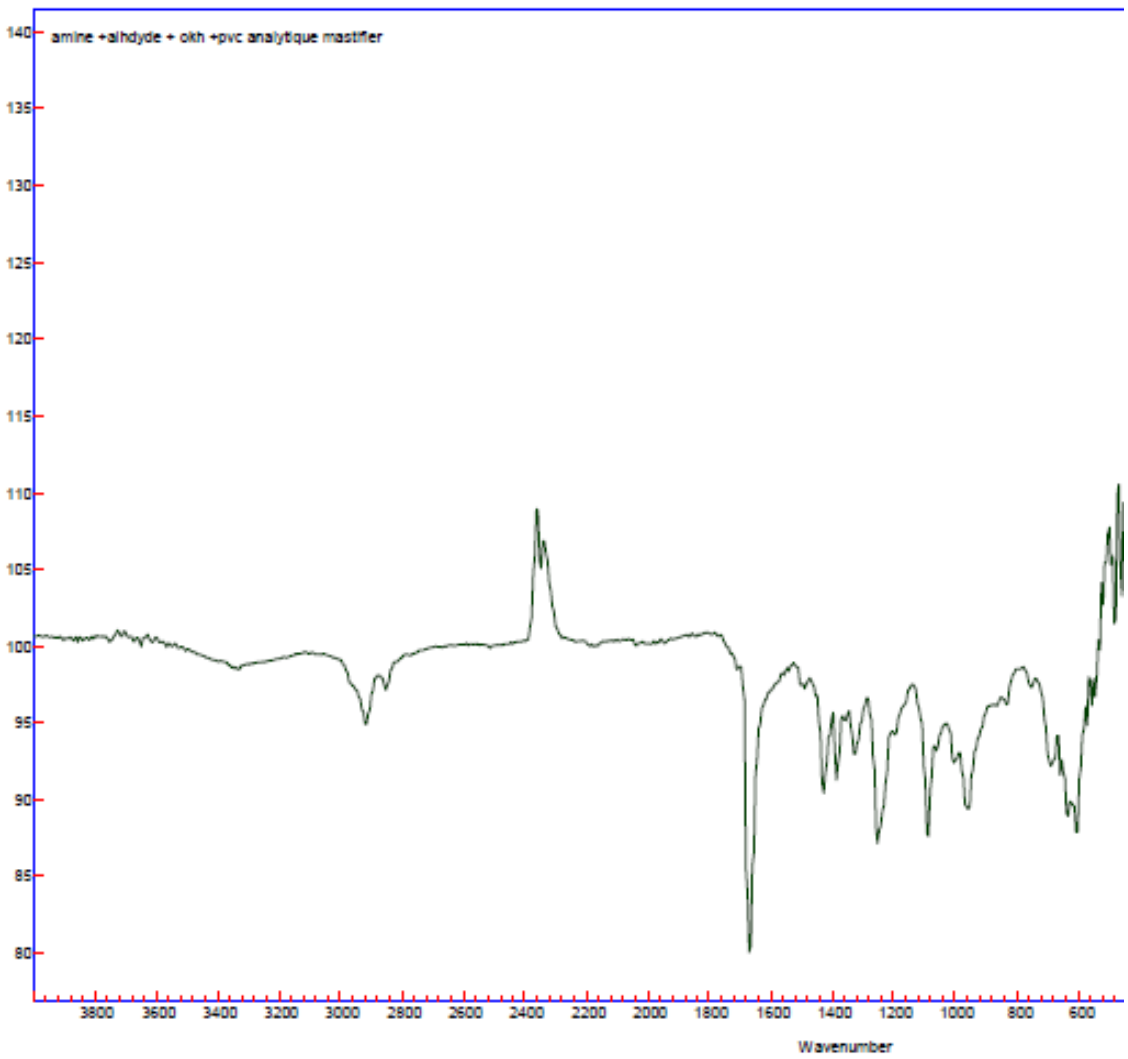
III-10-1-3 Spectre infrarouge du amine+KOH+PVC Analytique :

Figure 17: Spectre infrarouge du amine+KOH+PVC Analytique



III-10-1-4 Spectre infrarouge du amine+SAD+KOH+PVC Analytique :

Figure 18:Spectre infrarouge du amine+SAD+KOH+PVC Analytique



Discussion infrarouge IR

Les spectres d'absorption IR pour P1, P2 et P3 ont montré des bandes caractéristiques d'amine NH entre 3380 et 3340 cm-1 ; si possible NH primaire ou secondaire. Des bandes ont également été observées : vers ce qui correspond à C=N à 1680 cm-1, deux bandes de vibration d'étirement à 1445 et 1524cm-1, qui correspondent à C=C du cycle benzène ; et une bande à 600-800 cm-1 qui correspond à CCl. Toutes les bandes caractéristiques observées pour Pa, P1, P2 et P3 présenté dans

III-11Conclusion générale :

Au cours de ce travail, nous avons pu élaborer un protocole opératoire pour la modification de deux types de PVC avec la 2,3-diamine pyridine.

La nouvelle méthode d'activation du PVC est basée sur la substitution nucléaire de l'atome de chlore attaché à la chaîne du PVC par la 2,3 diamine pyridine.

À la suite de notre étude, la méthode suivie impliquait un processus simple et direct pour créer une nouvelle matrice de poly (chlorure de vinyle) et offre un bon avantage économique et ne présente aucun impact négatif sur l'environnement.

La découverte du groupement amine sur la chaîne PVC* et la détermination de la quantité de 2,3-diamine pyridine consommée par la réaction de substitution jouent un rôle essentiel dans la détermination de la naissance d'une nouvelle matrice poly (chlorure de vinyle).

Ce travail peut se résumer dans les points suivants :

- Le PVC utilisé en modification chimique doit être exempt de tout additif et stabilisant.
- La précision lors du traitement est obligatoire pour assurer le bon déroulement de la réaction.
- La réaction a lieu à température ambiante.
- Dans le cadre des méthodes d'analyse disponibles au niveau universitaire, la spectroscopie infrarouge et UV ont été utilisées pour déterminer la substitution, mais malheureusement la chromatographie sur couche mince (CCM) n'est pas suffisante.
- Au cœur de notre expérience, nous avons trouvé des obstacles tels que le manque de matériaux d'analyse de produits de haute qualité, tels qu'UV-VIS, IR, RMNH1….

En termes de perspectives de développement futur de ces travaux, nous le voyons notamment au niveau de l'évaluation d'une matrice polymérique très abondante sur le marché, ainsi que de son faible coût.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : Bouhank, S. (2017). Élaboration de matériaux composites PVC/fibres de Genêt d'Espagne (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas).

[2] : Belkadi, Y., & Zouad, H. (2016). Etude du comportement de nouvelles formulations a base de polychlorure de vinyle (PVC) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

[3] Farroni, F., Russo, M., Russo, R., & Timpone, F. (2014). A physical-analytical model for a real-time local grip estimation of tyre rubber in sliding contact with road asperities. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 228(8), 955-969.

[4]: htt // invontros about com / Science /invontros / libarary / b1 / b112 2 h tm. (Page consulté le15 novembre 2000) Invontros.

[5] : Renoux, J. (2018). Elaboration par extrusion de mélanges de polymères et de nanocomposites biodégradables avec des protéines de soja isolées (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure Mines-Télécom Lille Douai).

[6]:Bousaha, B. O. U. C. H. O. U. L. (2011). Etude de la plastification du PVC par des huiles naturelles alimentaires (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas-Sétif 1).

[7]: George, S., Ramamurthy, K., Anand, J. S., Groeninckx, G., Varughese, K. T., & Thomas, S. (1999). Rheological behaviour of thermoplastic elastomers from polypropylene/acrylonitrile–butadiene rubber blends: effect of blend ratio, reactive compatibilization and dynamic vulcanization. Polymer, 40(15), 4325-4344..

[8]:salem Mokrane, S., & seghir Noura, M. (2017). Influence du taux de plastifiant sur les propriétés du PVC utilisé dans l'isolation des câbles électrique (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

[9] : Marcellis-Warin, N., Peignier, I., Alvarez, P., Leroux, M. H., & Trépanier, M. (2009). Les enjeux de la santé et la sécurité du travail pour les entreprises utilisant des matières dangereuses au Québec. Montréal, Québec, Canada: CIRANO, Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations.

[10] : KHAOUAOUI, A. (2015). Effet du traitement thermique sur les propriétés mécaniques, thermiques, physiques et Spectroscopiques du copolymère (Acrylonitrile-Butadiène-Styrène) (Doctoral dissertation).

[11]: Crine, J. P. (1997). A molecular model to evaluate the impact of aging on space charges in polymer dielectrics. IEEE transactions on dielectrics and electrical insulation, 4(5), 487-495.

[12]: Srivastava, D., Kumar, P., & Mathur, G. N. (2004). Thermo-oxidative degradation studies of ternary blends of polyethylenes. Advances in Polymer Technology: Journal of the Polymer Processing Institute, 23(1), 59-70.

[13] : Wojtkowiak, B., & Chabanel, M. (1977). Spectrochimie moléculaire (p. 284). Paris : Technique et documentation..

[14] : Rouane, A. (2018). Etude de l'huile de tournesol époxydée comme bio-plastifiant du PVC (Doctoral dissertation)..

[15] : El watan le 09/01/2012 Lotfi Halfaoui. Expert ingénieur en économie pétrolière: «Tout est à faire dans ce secteur»

[16] : Guemaz, N. (2018). Préparation et étude de la stabilité thermique des polyuréthanes (Doctoral dissertation).

[17]: Zeroug Rekia, C. H. Etude mécanique, morphologique et dynamique mécanique des Composites à base de PVC (cas DPLF-noix de dattes).

[18]:Rojas, G., Berda, E. B., & Wagener, K. B. (2008). Precision polyolefin structure: Modeling polyethylene containing alkyl branches. Polymer, 49(13-14), 2985-2995..

[19] : Bouchareb, B. (2018). ÉTUDE DE L'UTILISATION DE L'HUILE DE TOURNESOL ÉPOXYDÉE COMME PLASTIFIANT DU PVC (Doctoral dissertation).

[20] : Ayadi, H., & Djazi, F. (2017). Préparation et étude de polymères a empreintes moléculaires pour l'extraction de protéines (Doctoral dissertation, جامعة الإخوة منتوري قسنطينة).

[21]:Carraher, C. E. (2017). Carraher's polymer chemistry. CRC press.

[22]: Schild, H. G. (1992). Poly (N-isopropylacrylamide): experiment, theory and application. Progress in polymer science, 17(2), 163-249.

[23] : Selke, S. E., Culter, J. D., Auras, R. A., & Rabnawaz, M. (2021). Plastics packaging: properties, processing, applications, and regulations. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

[24] : Samahi, H. synthèse et caractérisation des complexes bases de Schiff d'étain et du nickel.

[25]:Chowdhury, R., Warnakula, S., Kunutsor, S., Crowe, F., Ward, H. A., Johnson, L., & Di Angelantonio, E. (2014). Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. Annals of internal medicine, 160(6), 398-406.

[26]: Thévenot, D. R., Toth, K., Durst, R. A., & Wilson, G. S. (2001). Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification. Biosensors and bioelectronics, 16(1-2), 121-131.

[27]:Ounoughene, G. (2015). Etude des émissions liées à la décomposition thermique de nano composites : application à l'incinération (Doctoral dissertation, Ecole des Mines de Nantes).

[28] :Cornu, D. (2012). Etude des paramètres influençant la réactivité de bases inorganiques faibles : application à la catalyse hétérogène de transestérification (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).

[29]: Piletsky, S. A., Matuschewski, H., Schedler, U., Wilpert, A., Piletska, E. V., Thiele, T. A., & Ulbricht, M. (2000). Surface functionalization of porous polypropylene membranes with molecularly imprinted polymers by photograft copolymerization in water. Macromolécules, 33(8), 3092-3098..

[30] : Mangin, R. (2018). Influence du vieillissement sur le comportement au feu de formulations hétérophasées ignifugées (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

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

[32]: Lathia, J. D., El-Sherif, D., Dhoot, N. O., & Wheatley, M. A. (2004). Surface modification of polymeric contrast agents for cancer targeting. Pharmaceutical Engineering, 24(1), 92-103.

Résumé

La plupart des polymères, dont le chlorure de vinyle, sont d'excellents isolants électriques, et ce travail porte sur l'étude des structures analytiques. Analytique et 4000M par 2.3di amino pyridine amine considèrent ensuite deux échantillons pour développer une nouvelle matrice poly(chlorure de vinyle) qui donne l'avantage de Le PVC étant plus portable et de meilleure qualité pour une utilisation dans notre vie quotidienne et dans le domaine de l'électrochimie

Mots clés : chlorure de polyvinyle. Amine. Immigration

Abstract

Most polymers, including vinyl chloride, are excellent electrical insulators, and this work focuses on the study of analytical structures. Analytical and 4000M by 2.3di amino pyridine amine then consider two samples to develop a new poly (vinyl chloride) matrix which gives the advantage of PVC being more portable and better quality for use in our daily life and in the field of electrochemistry

Keywords: polyvinyl chloride. Amine. Immigration

ملخص

تعتبرمعظمالبوليمرات،بمافيذلككلوريدالفينيل،عوازلكهربائيةممتازة،ويركزهذاالعملعلىدراسةالتركيباتالتحليلية.لذاقمنابتطبيقتعديلكيميائيعلاسلسلةمتعدد (كلوريدالفينيل) منانتاج(ENIP سكيكدة) تحقيقالهذهالغاية،تمإنتاجعيناتمنبوليكلوريدالفينيلالتحليليو 4000 Mبواسطةأمين 2.3di amino pyridineثمالنظرفيعينتينلتطويرمصفوفةبولي (كلوريدالفينيل) جديدةوالتيتعطيميزة PVC كونهاأكثرقابليةللنقلوجودةأفضللاستخدامهافيمنطقتناالحياةاليوميةوفيمجالالكيمياءالكهربائية

الكلماتالرئيسية: متعددكلوريدالفنيل . أمين. الهجرة