

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Industrie pétrochimique

Spécialité : Génie Pétrochimique

Présenté Par :

OUAHABI CHoumeyssa

KOUIDRI Anfal

Thème :

**Développement d'un nouveau polymère
PVC-amine pour une application en
traitement des eaux**

Devant le jury composé de :

Dr .ROUANE Azzeedine

Professeur(UKM Ouargla)

Président

Dr. ZIGHMI Souad

MCA (UKM Ouargla)

Examineur

Dr. ZOUBEIDI Naoual

MCB (UKM Ouargla)

Encadreur

Dr.TABCHOUCH Ahmed

MCB (UKM Ouargla)

Co-encadreur

Année Universitaire : 2022/2023

إهداء

"و آخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين" الحمد لله

ما تم جهد و ال ختم سعي إل بفضلله و توفيقه إلى من مهدت لي طريق

العلم و كانت الداعم الأول

إلى اعز الناس و أقربهم إلى قلبي من ساندتي و يسرت لي الصعاب إلى من ال تنساني بالدعاء في ليها و نهاره

أمي العزيزة فاطيمة

و إلى النور الذي أنار دربي السراج الذي ال ينطفئ نوره بقلبي من وطأ الشواك حافيا ليوصلني إلى ما وصلت إليه أبي

الغالي بوزيان

إلى ضلي الذي يمنعي من السقوط من هم من قلبي إخوتي جمال, عبد هلا, سارة و مريم انتم حصن و حرز و

سعادة

إلى من رفقتهم توجد شمس ال تتوقف عن الإشراق أصدقائي.... فالحمد لله

أوال و آخر

شميسة

اهداء

والتيأسو من روح هلا إنه ال يياس من روح هلا إال القوم الكافرون اللهم ليس
بجهدي واجتهادي إنما بتوفيقك وفضلك عليا

مرت قاطرة البحث بكثير من العوائق ومع ذلك حاولت إن أخطاها بثبات بفضل من هلا

إلى حبيبي الأول أبي سندي ومسندي واتكاني وضلعي ثابت الذي ال يميل الذي كان له دور كبير في
مشواري نعمة ألب حفظه هلا ورعاه
إلى من أفضلها على نفسي ولم ال فلقد ضحت من اجلي ولم تدخر جهدا في سبيل إسعادي على الدوام
أمي ثم أمي ثم أمي

ال يوجد في الحياة أجمل من وجود إخوة فهم السند ومصدر القوة وهم نعمة من نعم هلا تعالى
علينا فاطمة الزهراء; إيمان سندس ' أسيل; محمد الأمين حفظكم هلا وجعلكم من الصالحين

إلى داعمي الحقيقي الذي يصله القلب ال الدم الذي بيني وبينه عهد زواج والكمال سويا مسار الحياة
بإذن هلا عزوجل خطيبي الذي له جزء الفاضل في مساعدتي إلى أصدقائي وجميع من ساعدوني بكل
ما يملكون في أصعدة كثيرة إلى أصدقائي في العمل وعلى رأسهم الضابط إسماعيل

أنفال

Remerciement

Je suis reconnaissant envers Dieu tout-puissant qu m'a accordé le courage, la patience et la force nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers mes deux superviseurs, Madame Zoubeidi et Monsieur Tabchouche, pour leur accompagnement et leur soutien tout au long de cette réalisation.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers tous les enseignants du département de génie des procédés de l'université Kasdi Marbah, ainsi qu'au laboratoire de génie des procédés.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours.

Résumé

Le polyvinyle de chlorure est l'un des polymères organiques les plus couramment utilisés dans la vie quotidienne. A travers ce travail de laboratoire, nous avons préparé deux composés à partir d'un polymère pvc analytique en utilisant des sites de bis(3-aminopropyl) et 2,3diaminophynol pour élaborer une nouvelle matrice polymérique de PVC.

Les propriétés des deux matériaux ont été étudiées par UV-visible et infrarouge, puis nous avons appliqué ces deux composés en traitement des eaux.

Mot clé : PVC, modification chimique, UV-visible, infrarouge

Abstract

Polyvinyl chloride is one of the most existing organic polymers in daily life.

Through this laboratory work, we prepared two compounds from an analytical pvc polymer using bis(3-aminopropyl) and 2,3diaminophynol sites to develop a new polymeric PVC matrix.

The properties of the two materials were studied by UV-visible and infrared, then we applied these two compounds in water treatment.

Key words : PVC, , chemical modification, UV-visible, infrared

ملخص

بعد كلوريد البولي فينيل أحد أكثر البوليمرات العضوية الموجودة في الحياة اليومية. من خلال هذا العمل المخبري،

قمنا بإعداد مركبين من بوليمر بولي كلوريد الفينيل التحليلي باستخدام مكرر

(3-أمينوبروبيل) ومواقع 2,3 ديامينوفينول لتطوير مصفوفة بوليمر بولي كلوريد الفينيل جديدة. تمت دراسة خصائص المادتين بواسطة

الأشعة فوق البنفسجية المرئية والأشعة تحت الحمراء، ثم طبقنا

هذين المركبين في معالجة المياه الكلمات المفتاحية

الأشعة فوق البنفسجية الأشعة تحت الحمراء

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau II.1 propriété physico-chimique de PVC	1
Tableau II.2 propriété physico-chimique des réactifs utiliser	17
Tableau II.3 propriété physico-chimique des solvants utiliser	18
Tableau II.4 propriété physico-chimique de catalyseur	18
Tableau III-1 : Principaux bandes d'absorption l'IR attribuées au A1	26
Tableau III-2 Principaux bandes d'absorption l'IR attribuées au A1	27
Tableau III-3 la conductivité des cations métallique	29
Tableau III-4 Spectre UV-visible de P0,P1,P2	31
Tableau III-5 Spectre UV-visible des produits utiliser	32

Liste des Figures

Figure	page
figure I-1 Fabrication de PVC analytique et 4000M	5
Figure I-2 les types des amines	6
Figure I-3 les applications et les avantage de pvc	1
Figure I-4 exemple d'application de pvc	11
Figure II-1 Fonctionnement d'un spectrophotomètre IR	14
Figure II-2 Appareil d'un spectroscopie UV-visible	15
Figure II-3 un conductimètre	15
Figure II.4 Schéma Technique montage a reflux	19
Figure II.5 préparation des solutions des cations méthallique	24
Figure II.6 la préparation de l'échantillon	24
<i>FIGURE III-1</i> Spectre infrarouge du A1 :(C ₆ H ₁₇ N ₃ avec KI avec PVC)	27
<i>FIGURE III-2</i> Spectre infrarouge du A2 (C ₆ H ₁₇ N ₃ avec C ₆ H ₈ N ₂ O avec PVC)	28
Figure III-3 élimination des cations métallique (ZnSo ₄ ,Pb,CoCl ₂ ,MoNa,Nichel)avec les métaux étudié	30
Figure III-4 élimination de MoNa avec les métaux P0,P1,P2	30
Figure III-5 élimination de ZnSo ₄ avec les métaux P0,P1,P2	31
Figure III- 6 Spectre UV-vis du PVC modifié 1	23
Figure III-7 spectre UV-vis de PVC modifier 2	33

Liste des Schéma

Titre	Page
Schéma I-1 Structure moléculaire de polyvinyle de chlorure	3
Schéma I-2 Polymérisation radicalaire du PVC	4
Schéma I-3 Formule chimique générale des diamines	6
Schéma I-4 réaction d'élimination	9
Schéma I-5 réaction d'additions	9
Schéma II.1 La réaction réalisée dans le montage à reflux	19
Schéma II.2 Mécanisme réactionnel de A1	21
Schéma II.3 Mécanisme réactionnel de A2	23

Liste d'abréviation

PVC	Polyvinyle de chlorure
P0	Pvc analytique
MVC	Monomère vinyle de chlorure
P1	Pvc modifié par le Bis(3-aminopropyl)
THF	Tétrahydrofuranne
P2	Pvc modifié par 2,3diaminophynol
DMF	Diméthylformamide
A1	Pvc analytique avec bis(3-aminopropyl) avec KI
KI	iodure de potassium
A2	Pvc analytique avec 2,3diaminophynol avec KI
UV-VIS	Ultraviolet visible
IR	Infrarouge

Sommaire

Dédicaces	I
Remerciement	II
Résumé.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des figures	VI
Liste des Schéma.....	VII
Liste des abréviations.....	VIII
Sommaire	IX
Introduction générale	1

CHAPITRE I : la modification chimique de PVC avec les amines et leur application

Historique	3
I.1 Généralités sur le Polyvinyle de chlorure	3
I.1.1 Définition de polyvinyle de chlorure.....	3
I.1.2 Les propriétés de pvc.....	4
I.1.3 Polymérisation du Polyvinyle de chlorure	4
I.1.3.1 La polymérisation en masse	5
I.1.3.2 La polymérisation en solution	5
I.1.3.3 La polymérisation en suspension.....	5
I.2 Généralités sur les amines.....	6
I.2.1 Définition de Les amines.....	6
I.2.2 Les amines primaires aliphatique	7
I.2.3 Les amines primaires aromatiques	7
I.2.4 Utilisation des amines	7
I.2.4.1 Agents de réticulation.....	7
I.2.4.2 Produits pharmaceutiques.....	8
I.2.4.3 Colorants	8
I.2.4 La modification chimique de PVC.....	8
I.2.4.1 Modification par Réaction avec des amines.....	8
I.2.4.2 Modification par Réaction avec des acides	8
I.2.4.3 Modification par Réaction avec des agents de réticulation	8
I.2.4.4 Modification par Greffage de polymères	8

I.2.5 Les Type de réactions de modification chimique du pvc.....	9
I.2.5.1 Électrophile	9
I.2.5.2 Nucléophile	9
I.2.5.3 élimination.....	9
I.2.5.4 Additions	9
I.2.5.5 Substituant.....	10
I.2.6 Domaine d'utilisation et applications de PVC.....	10

CHAPITRE II : Synthèse, Matériels , Produits et Méthodes des caractérisation

II-Introduction	13
II.1 Matériels et méthodes	13
II.1.2 Matériels	13
II.1.3 Technique spectroscopie infrarouge (IR)	13
II.1.3.1 Principe	13
II.1.4 Technique spectroscopie Ultra violette (UV-visible)	14
II.1.4.1 Principe	14
II.1.5 Un conductimètre.....	15
II.1.5.1 Définition	15
II.2 Produits chimiques utilisés dans la synthèse	15
II.2.1 Polyvinyle de chlorure (PVC).....	15
II.2.2 Définition de Bis(3-aminopropyl) amine.....	16
II.2.3 Définition 2,3Diaminophenol.....	16
II.2.4 THF.....	17
II.2.5 Eau distillé	17
II.2.6 DMF.....	17
II.2.6 Le Diméthylformamide	17
II.2.6 Iodure de potassium	18
II .3Méthode.....	19
II.3.1 Les synthèses organiques.....	19
II.3.2 La méthode du chauffage à reflux.....	19
II.3.4 Mode opératoire.....	19
II.3.4.1 Modification de PVC par lamine primaire aliphatique.....	20
II.3.4.1.2 préparation de pvc modifier par lamine bis(3-aminopropyl)amine.....	21
Réaction.....	21
II.3.4.2 Modification de pvc par lamine primaire aromatique.....	21

II.3.4.2.2 préparation de pvc modifier par lamine (2,3 diaminophynol)	22
Réaction.....	23
II.4 Applications.....	23
II.4.1 ' extraction de cation métallique à l'aide de polymères modifiés.....	23

CHAPITRE III: Résultats et discussion des Produits synthétisé et leur applications

III.1 Les caractérisations	26
III.1.1 Technique Spectroscopie Infrarouge IR	26
III.1.1.1 Résultats d'analyse	26
III.1.2 Technique de conductimètre	28
III.1.2.1 Résultats d'analyse	28
III.1.3 Technique spectroscopie UV-visible.....	31
III.1.3.1 Résultat d'analyse.....	31
III.1.3.2 Discussion.....	33

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS	35
--	----

Références bibliographiques

Annexes

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Le Polyvinyle de chlorure est l'un des plastiques les plus populaires et largement utilisés de nos jours, Il trouve une grande variété d'applications dans notre vie quotidienne et joue un rôle essentiel dans la préservation de notre santé et de notre sécurité. [1]

Selon les experts, la présence de métaux lourds dans l'environnement aquatique, provenant des déchets industriels et de consommation, représente une menace sérieuse pour la vie aquatique, y compris les poissons, ainsi que pour la santé humaine. Les métaux lourds sont particulièrement préoccupants en raison de leur persistance dans l'environnement et de leur potentiel cancérigène pour les êtres humains. Il n'est pas possible de les détruire biologiquement, mais seulement de les convertir d'un état d'oxydation ou d'un type de composé organique à un autre. [2]

Par conséquent, il est crucial de développer de nouveaux matériaux qui permettent d'éliminer les métaux lourds des eaux naturelles. Divers procédés ont été utilisés pour extraire les cations métalliques du PVC et d'autres matériaux. Cependant, il est nécessaire de poursuivre les recherches afin de trouver des solutions plus efficaces et durables pour résoudre ce problème préoccupant. [3]

Les études portant sur le PVC ont souvent été axées sur la recherche et le développement dans le domaine du traitement de l'eau. En effet, les milieux aquatiques tels que les barrages et les eaux usées contiennent souvent des concentrations élevées de métaux en excès et/ou de métaux lourds, ce qui représente une menace significative pour les organismes vivants[2]. La modification de PVC avec des amines est initiée par la attaque nucléophile de (N) sur la valeur atome de carbone, un atome de chlore dans la chaîne polymère suivie d'affichage placement de l'anion chlorure comme un bon groupe portant. [4]

Notre objectif est synthèse d'un nouveau matériau PVC en traitement des eaux pour minimiser les métaux.

ce mémoire est structurer comme suite :

Chapitre I contient la modification chimique de polyvinyle de chlorure avec les amines

Chapitre II contient Synthèse, matériels, Produits, et méthodes de caractérisation

Chapitre III contient Résultats et discussion des produits Synthétiser et leurs applications est en termine par une conclusion générale.



Chapitre I
Bibliographie sur le PVC

Chapitre I

Historique

Le polyvinyle de chlorure (PVC) a été découvert par accident à deux occasions différentes au XIXe siècle. Tout d'abord, en 1835, par Henri Victor Regnault, puis en 1878 par Eugen Baumann. Dans les deux cas, ce polymère est apparu sous forme d'un solide blanc à l'intérieur de bouteilles de chlorure de vinyle après exposition à la lumière solaire. Au début du XXe siècle, les chimistes russes Ivan Ostromislensky et Fritz Klatt ont tous deux tenté d'utiliser le PVC dans des produits commerciaux. Cependant, leurs efforts ont été entravés par les difficultés de transformation de ce polymère. Ce n'est qu'en 1926 que Wando Semons, en collaboration avec la société B.F. Goodish, a développé une méthode de plastification du PVC en l'associant à des additifs [5]

I.1 Généralités sur le Polyvinyle de chlorure

Le polychlorure de vinyle (PVC) est un polymère largement utilisé dans l'industrie en raison de son importance économique, avec une production mondiale annuelle atteignant 31 millions de tonnes. Il existe deux formes principales de PVC en tant que polymère thermoplastique : une forme rigide, qui contient une faible proportion d'additifs, et une forme souple, qui contient jusqu'à 50% de plastifiants. Le PVC est obtenu par la polymérisation du monomère de chlorure de vinyle. [6]

I.1.1 Définition de polyvinyle de chlorure

Le poly(chlorure de vinyle), communément appelé PVC, est un polymère linéaire largement utilisé dans l'industrie. Il est obtenu par polymérisation radicalaire du chlorure de vinyle. Le PVC appartient à la famille des polymères vinyliques, où la chaîne principale est formée par la liaison de deux atomes de carbone provenant de l'ouverture d'une double liaison éthylénique (C-C). Il est amorphe ou faiblement cristallin et représente le principal membre de la famille des chloropolymères. La fabrication du PVC nécessite deux matières premières principales : 57% de sel de mer (NaCl) et 43% de pétrole. Le monomère de chlorure de vinyle ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$) est utilisé comme matière première pour produire le PVC. [7]

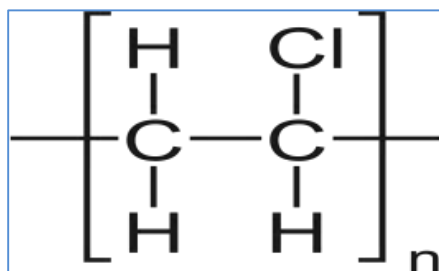


Schéma I-1 Structure moléculaire de polyvinyle de chlorure

I.1.2 Les propriétés de pvc

I.1.2.1 Physique :

- Inodore
- poudre blanche (kan solide)
- Matière thermoplastique
- Densité entre 1,2 à 1.3 g/cm³
- Polymère amorphe de masse moléculaire élevée[8]

I.1.2.2 Chimique :

- solubilités
- Résistance chimique
- Stabilité thermique
- Inflammabilité [7]

I.1.2.3 Thermique :

- conductivité thermique relativement faible par rapport à certains autres polymères
- point de fusion relativement bas [7]

I.1.3 Polymérisation du Polyvinyle de chlorure

La formation du PVC se produit par une réaction d'addition, où les molécules de chlorure de vinyle (CH₂ = CHCl) s'ajoutent successivement les unes aux autres pour former une longue chaîne macromoléculaire. Ce processus de polymérisation du PVC est réalisé par une réaction radicalaire, utilisant un initiateur approprié pour amorcer la réaction et permettre la croissance de la chaîne polymère. [9]

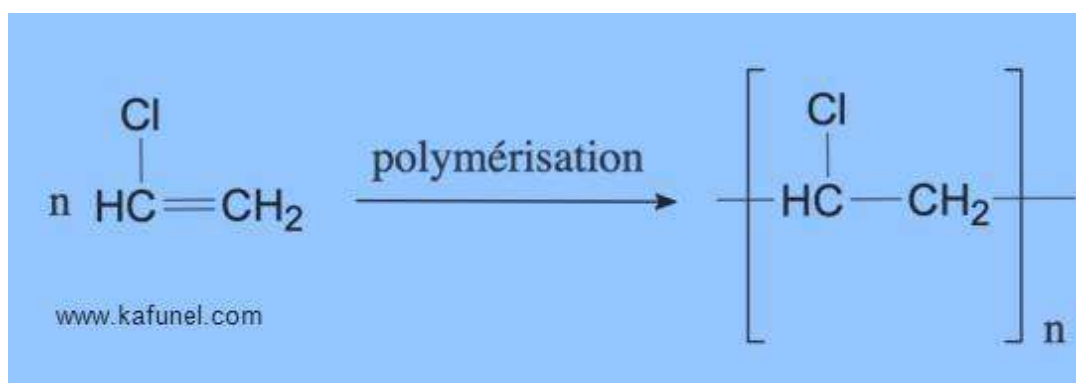


Schéma I-2 Polymérisation radicalaire du PVC

Il existe plusieurs procédés de polymérisation du PVC

I.1.3.1 La polymérisation en masse

La polymérisation en masse est un processus au cours duquel la réaction se déroule sans l'utilisation d'un solvant ou d'un milieu réactionnel liquide. Dans ce cas, les monomères sont directement mélangés, et la réaction de polymérisation est initiée, généralement par la chaleur ou l'utilisation d'un initiateur chimique. Les monomères se lient entre eux pour former une masse solide ou semi-solide de polymère. [10,11]

I 1.3.2 La polymérisation en solution

La polymérisation en solution est un procédé où la réaction se produit en présence d'un solvant. Les monomères sont dissous dans un solvant approprié, créant une solution réactive. La réaction de polymérisation est initiée par une source d'énergie, telle que la chaleur, la lumière ou un initiateur chimique, et les monomères se lient les uns aux autres pour former des chaînes polymères. [11]

I.1.3.3 La polymérisation en suspension

La technique de polymérisation en suspension est largement utilisée dans les réactions de polymérisation radicalaire, où un monomère insoluble est dispersé en gouttelettes dans un liquide en utilisant une agitation mécanique. Dans le cas spécifique du PVC, la polymérisation en suspension est la méthode prédominante utilisée. Pour la fabrication du PVC, l'éthylène est obtenu par craquage thermique du naphta, une fraction dérivée du raffinage du pétrole brut, tandis que le chlore est récupéré par électrolyse de la saumure de sel NaCl, comme illustré dans la figure... Lors de la réaction entre le chlore et l'éthylène, des sous-produits sont générés, notamment de la soude caustique et de l'hydrogène. Ces sous-produits sont ensuite utilisés comme matières premières pour de nombreuses autres synthèses (pvc analytique).[12]

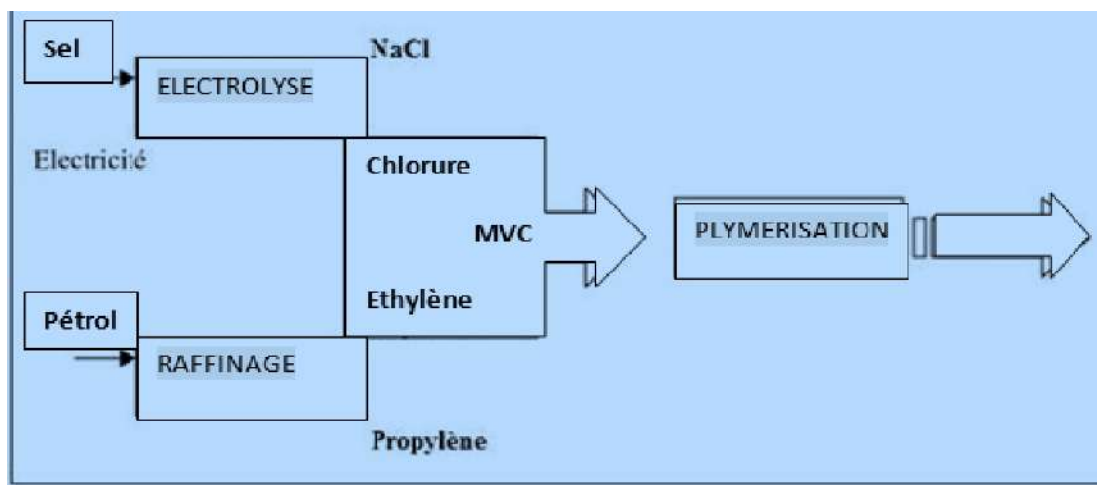


Figure I-1 Fabrication de PVC analytique et 4000M

I.2 Généralités sur les amines

Les amines sont des composés chimiques qui contiennent des atomes de carbone, d'hydrogène et d'azote. Elles se forment par la substitution progressive des atomes d'hydrogène de l'ammoniac par des groupes hydrocarbonés. Cette substitution conduit à la formation d'amines primaires, secondaires ou tertiaires, en fonction du nombre de groupes hydrocarbonés liés à l'atome d'azote. Les diamines sont des amines qui possèdent deux groupes fonctionnels amine dans leur structure moléculaire[1]. La forme générale des diamines peut être décrite comme suit :



Schéma I-3 Formule chimique générale des diamines

I.2.1 Définition de Les amines

Les amines sont une catégorie de composés chimiques organiques qui peuvent être considérés comme des dérivés de l'ammoniac (NH_3), dans lesquels un ou plusieurs atomes d'hydrogène sont remplacés par des groupes alkyle ou aryle. Les amines peuvent être classées en trois catégories principales en fonction du nombre d'atomes de carbone liés directement à l'atome d'azote : les amines primaires, les amines secondaires et les amines tertiaires. [14]

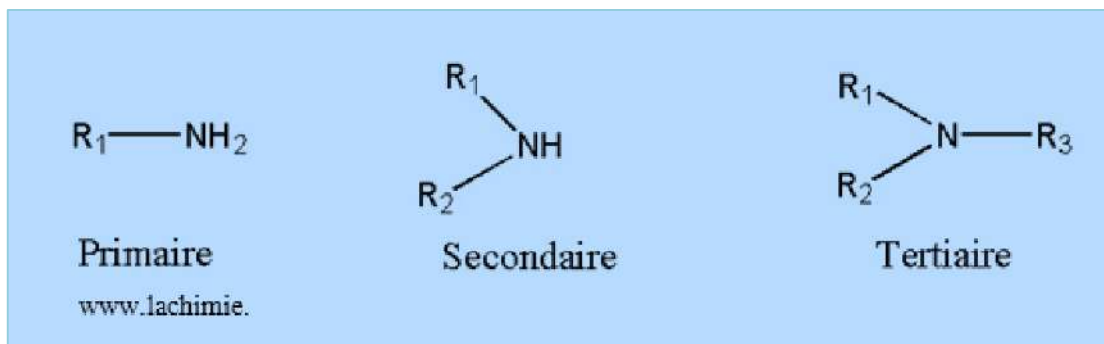


Figure I-2 les types des amines

I.2.2 Les amines primaires aliphatique

Les amines primaires aliphatiques sont une catégorie de composés chimiques appartenant à la famille des amines. Elles se caractérisent par la présence d'un groupe amine (NH_2) attaché à un atome de carbone. Les amines primaires peuvent être représentées par la formule générale $R-NH_2$, où R représente un groupe alkyle ou aryle[15]

I.2.3 Les amines primaires aromatiques

Les amines primaires aromatiques sont des composés organiques qui possèdent un groupe amine ($-NH_2$) lié à un noyau aromatique. À la différence des amines primaires aliphatiques, où le groupe amine est attaché à un carbone aliphatique, les amines primaires aromatiques ont le groupe amine lié à un cycle aromatique.[15]

I.2.4 Utilisation des amines

Les amines primaires sont largement utilisées dans divers domaines en raison de leurs propriétés chimiques et de leur réactivité. Voici quelques exemples d'applications des amines primaires :

I.2.4.1 Agents de réticulation :

Chapitre I

Les amines primaires peuvent être utilisées comme agents de réticulation dans la production de polymères. Elles réagissent avec des groupes fonctionnels réactifs pour former des liaisons chimiques, ce qui améliore les propriétés mécaniques et la stabilité des polymères.

I.2.4.2 Produits pharmaceutiques :

Les amines primaires sont couramment utilisées dans la synthèse de médicaments et de composés pharmaceutiques. Elles peuvent servir de précurseurs pour la formation de liaisons peptidiques, être utilisées comme agents de protection ou de déprotection, ou agir en tant que bases dans des réactions chimiques.

I.2.4.3 Colorants :

Les amines primaires aromatiques sont utilisées dans la synthèse de colorants, en particulier dans l'industrie textile. Elles peuvent être transformées en dérivés colorés qui se lient aux fibres textiles, permettant ainsi d'obtenir une large gamme de couleurs. [16]

I.2.4 La modification chimique de PVC

Il est possible de réaliser différentes modifications chimiques sur le PVC afin d'introduire des groupes fonctionnels spécifiques dans sa structure. Voici quelques exemples courants de modifications chimiques effectuées sur le PVC :

I.2.4.1 Modification par Réaction avec des amines :

Le PVC peut être modifié en réagissant avec des amines, ce qui permet d'incorporer des groupes amine dans la structure du polymère. Cette modification peut améliorer les propriétés d'adhérence, de réactivité chimique ou de solubilité du PVC.

I.2.4.2 Modification par Réaction avec des acides :

En réagissant le PVC avec des acides, on peut introduire des groupes acides carboxyliques dans sa structure. Cette modification peut améliorer les propriétés d'adhérence, de résistance chimique ou de compatibilité avec d'autres matériaux.

I.2.4.3 Modification par Réaction avec des agents de réticulation :

En utilisant des agents de réticulation tels que les peroxydes, on peut modifier le PVC pour le rendre réticulé, c'est-à-dire chimiquement réticulé pour améliorer ses propriétés mécaniques, sa résistance à la chaleur ou sa stabilité dimensionnelle.

I.2.4.4 Modification par Greffage de polymères :

Il est possible de greffer des polymères sur le PVC en utilisant des techniques de copolymérisation ou de polymérisation en chaîne. Cette modification permet de modifier les propriétés du PVC en introduisant des segments polymères spécifiques dans sa structure.

Ces modifications chimiques permettent de personnaliser les propriétés du PVC en fonction des besoins spécifiques d'une application donnée, améliorant ainsi sa performance et sa

Chapitre I

compatibilité avec d'autres matériaux ou procédés

Notre travail est centré sur la modification chimique par les amines

I.2.5 Les Type de réactions de modification chimique du pvc

I.2.5.1 Substitution nucléophile:

Une réaction de substitution nucléophile est une réaction chimique dans laquelle un nucléophile, une espèce chimique riche en électrons, remplace un groupe fonctionnel ou un atome dans une molécule. Les nucléophiles typiques comprennent les ions hydroxyde (OH^-), les ions cyanure (CN^-), les amines (NH_2), les thiols (SH^-). (18)

I.2.5.2 Substitution électrophile :

Une réaction de substitution électrophile est une réaction chimique dans laquelle un électrophile attaque une molécule pour remplacer un atome ou un groupe fonctionnel. Un électrophile est une espèce chimique ayant une charge positive partielle ou complète, ou une région électroniquement déficiente. [18]

I.2.5.3 élimination :

L'élimination est un processus chimique au cours duquel une molécule perd des atomes, des groupes d'atomes ou des ions pour former des produits. Plus précisément, dans le cadre des réactions électrophiles, on parle d'élimination électrophile lorsque qu'un groupe électrophile et un substrat nucléophile réagissent, entraînant la formation de nouveaux produits avec une perte d'atomes ou de groupes d'atomes spécifique [19]

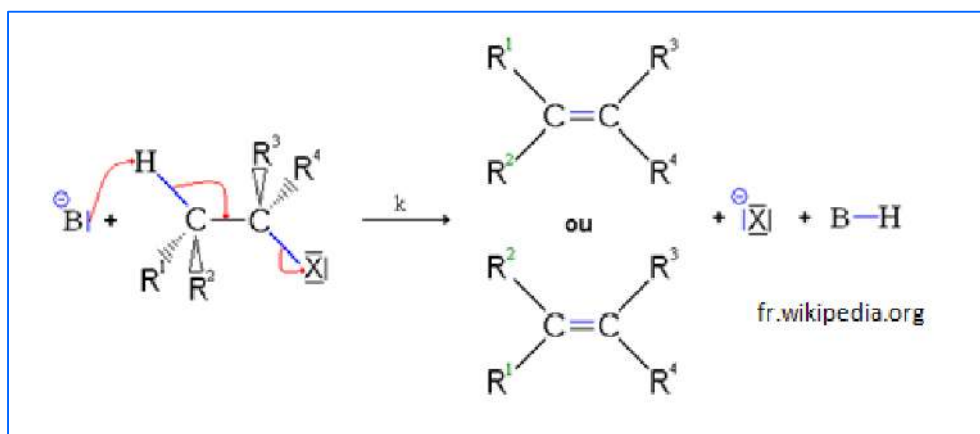


Schéma I-4 réaction d'élimination

I.2.5.4 Additions nucléophile :

Une réaction d'addition nucléophile est une réaction chimique dans laquelle un nucléophile,

Chapitre I

une espèce chimique riche en électrons, attaque une molécule pour former un nouveau produit par addition d'un groupe fonctionnel ou d'un atome. Les réactions d'addition nucléophile sont courantes en chimie organique et peuvent se produire dans différents contextes.. [4]

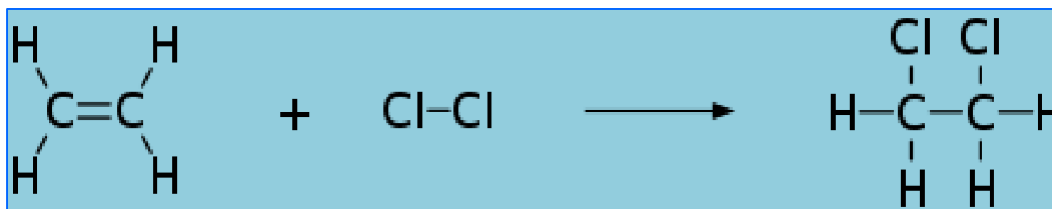


Schéma I-5 réaction d'additions

I.2.5.5 Addition électrophile :

Une réaction d'addition électrophile est une réaction chimique dans laquelle un électrophile attaque une molécule pour former un nouveau produit par addition d'un groupe fonctionnel ou d'un atome. Un électrophile est une espèce chimique ayant une charge positive partielle ou complète, ou une région électroniquement déficiente. [20]

I.2.6 Domaine d'utilisation et applications de PVC

Actuellement, nous vivons dans un monde où les matières plastiques occupent une place prépondérante. Elles se retrouvent sous différentes formes dans de nombreux aspects de notre vie quotidienne .tels que :

- Vêtements et textiles
- Industrie électrique lourde et électroménager
- Industrie chimique
- Bâtiment.
- Hygiène
- Agriculture
- Ameublement
- Jouets et articles de sport
- Transports

. Ces exemples mettent en évidence la prévalence des matières plastiques dans notre vie quotidienne et leur utilisation étendue dans divers domaines. [4]

Chapitre I

Notre objectif est d'explorer les différentes utilisations du PVC dans le traitement des eaux,

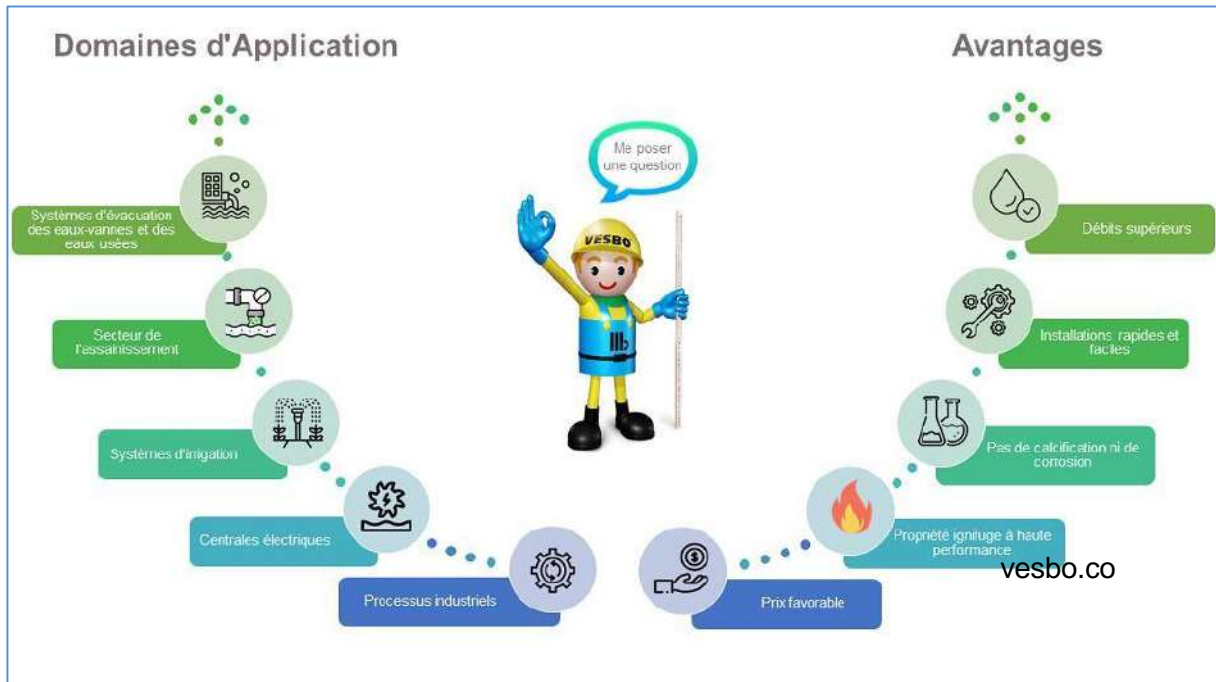


Figure I-3 les applications et les avantage de pvc



Figure I-4 exemple d'application de pvc

Chapitre II

*Synthèse, Matériels, Produits et Méthode de
caractérisation*

II-Introduction

Une synthèse en laboratoire de chimie organique se compose généralement de trois étapes distinctes : la réaction de synthèse, la séparation et la purification des produits, ainsi que l'analyse.

Dans cette étude, nous avons focalisé notre attention sur la modification chimique de PVC analytique par le Bis(3-aminopropyl) amine et 2,3diaminophynol

II.1 Matériels et méthodes

II.1.2 Matériels :

- ✓ Montage a reflux
- ✓ Une balance
- ✓ Plaque chauffante et agitateur
- ✓ Thermocouple
- ✓ Bécher (1000ml)
- ✓ Eprouvette
- ✓ Spatule
- ✓ Cristallisoirs (100ml)
- ✓ Entonnoirs
- ✓ Verre de montre
- ✓ Réfrigérant
- ✓ Pipettes pasteur
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Bouchon (19)
- ✓ Ballon a 3 cols (100ml)
- ✓ Papier filtre
- ✓ étuve

II.1.3 Technique spectroscopie infrarouge (IR)

II.1.3.1 Principe

La spectroscopie infrarouge (IR) se base sur l'interaction entre la lumière infrarouge et les molécules. Les molécules ont la capacité d'absorber les photons infrarouges et de résonner avec les vibrations spécifiques de leurs atomes constitutifs. Lorsqu'un échantillon est traversé par de la lumière infrarouge, une partie de celle-ci est absorbée par les molécules présentes dans l'échantillon. La quantité d'absorption dépend à la fois de la fréquence de vibration des liaisons chimiques présentes dans les molécules et de la quantité de ces liaisons. Ainsi, chaque type de liaison chimique ou groupe fonctionnel possède ses propres fréquences de vibration

caractéristiques. [21]

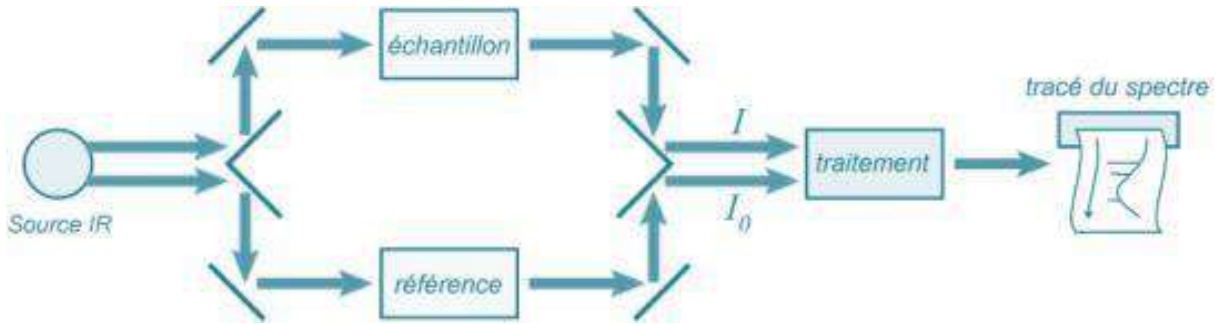


Figure II-1 Fonctionnement d'un spectrophotomètre IR

II.1.4 Technique spectroscopie Ultra violette (UV-visible)

II.1.4.1 Principe

La spectroscopie ultraviolette (UV) repose sur l'interaction des rayonnements ultraviolets avec la matière, et elle est utilisée pour examiner les interactions entre la lumière UV et les molécules, permettant ainsi de déterminer certaines propriétés moléculaires.

Cette technique se fonde sur le principe selon lequel les molécules absorbent l'énergie des photons UV lorsqu'ils traversent un échantillon. L'énergie absorbée est spécifique aux molécules présentes et dépend des transitions électroniques dans la région ultraviolette du spectre électromagnétique. Lorsque la lumière UV traverse un échantillon, des longueurs d'onde spécifiques sont absorbées par les molécules présentes, tandis que le reste de la lumière est transmis à travers l'échantillon. En mesurant l'intensité de la lumière transmise à différentes longueurs d'onde, on peut obtenir un spectre d'absorption UV. [22]



Figure II-2 Appareil d'un spectroscopie UV-visible

II.1.5 Un conductimètre

II.1.5.1 Définition

Un conductimètre est un appareil de mesure employé pour évaluer la conductivité électrique d'une solution. Il trouve une large utilisation dans des domaines tels que la chimie, la biologie, le contrôle de la qualité de l'eau et d'autres secteurs où la conductivité constitue un paramètre essentiel.

La conductivité est généralement exprimée en siemens par mètre (S/m) ou en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), selon l'unité de mesure utilisée. Les valeurs de conductivité peuvent varier en fonction de la concentration des ions présents dans la solution et de leur mobilité. [23]



Figure II-3 un conductimètre

II.2 Produits chimiques utilisés dans la synthèse

Les réactifs utilisés au cours de nos expériences sont

II.2.1 Polyvinyle de chlorure (PVC)

Tableau II.1 propriété physico-chimique de PVC

Propriété	Polyvinyle de chlorure (PVC)
formule	(C ₂ H ₃ Cl) _n
structure	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$
Masse molaire (g/mol)	62.498 g/mol (n)
densité	1.2 à 1.3 g/cm ³
état	solide
Point d'ébullition	160-220 C°
Point de fusion	75-105C°

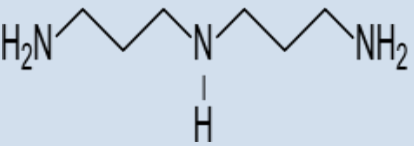
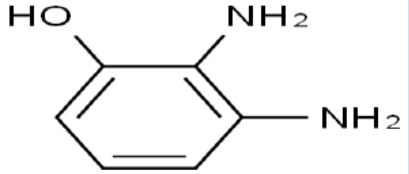
II.2.2 Définition de Bis(3-aminopropyl) amine

La bis(3-aminopropyl)amine est une substance chimique faisant partie de la famille des polyamines. Elle est fréquemment employée en tant qu'agent de réticulation, d'intermédiaire ou de bloc de construction lors de processus de synthèse organique. Ce composé présente de nombreuses applications dans divers secteurs industriels, notamment la fabrication de polyuréthanes, de résines époxy et de produits chimiques pour l'industrie textile. [24]

II.2.3 Définition 2,3Diaminophénol :

Le 2,3-diaminophénol, également appelé pyrocatechol-3,4-diamine, est une substance chimique représentée par la formule moléculaire C₆H₈N₂O. Il est obtenu à partir du phénol en substituant deux atomes d'hydrogène aux positions 2 et 3 par des groupes amine (-NH₂). [25]

Tableau II.2 propriété physico-chimique des réactifs utiliser

Formule	C ₆ H ₁₇ N ₃	C ₆ H ₈ N ₂ O
Structure		
Masse molaire (g/mol)	131,22 g/mol	124,14g/mol
Densité	930 mg/ml	1.343±0.06 g/cm ³ (Prédictif)
L'état	Liquide incolore	Poudre ou cristaux granuleux ou cristallins
Point d'ébullition	235 °C	303.6±27.0 °C(Prédictif)
Point de fusion	-14 °C	161-165 °C (lit.)

Les solvants utilisés pour nos expériences sont :

II.2.4 THF

C'est un composé organique hétérocyclique qui appartient à la classe des éthers, et il est connu pour sa polarité élevée. Il est couramment utilisé en synthèse organique comme solvant de polarité moyenne. De plus, il possède une température d'ébullition supérieure à celle de la plupart des éthers. [26]

II.2.5 Eau distillé


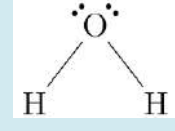
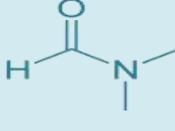
L'eau distillée est un type d'eau purifiée obtenu par le processus de distillation à partir d'eau potable. [27]

II.2.6 DMF

II.2.6 Le Diméthylformamide

(DMF) est un solvant organique fréquemment employé en chimie et en biologie. Il se présente sous forme d'un liquide incolore qui se mélange facilement à l'eau, ce qui en fait un solvant polyvalent pour de nombreuses réactions chimiques et processus de purification. [28]

Tableau II.3 propriété physico-chimique des solvants utiliser

propriété	THF	Eau distillé	DMF
Masse molaire	72,11 g/mol	18.02 g/mol	73.09 g/mol
formule	C ₄ H ₈ O	H ₂ O	C ₃ H ₇ NO
état	liquide	liquide	Liquide
Point D'ébullition	66 °C	100°C	153 C°
structure			
Point de fusion	-108,4 °C	0°C	-61 C°

Les catalyseurs nécessaires pour nos expériences

II.2.6 Iodure de potassium :

Le KI est un composé chimique inorganique représenté par la formule KI. Il est constitué d'ions potassium (K⁺) et d'ions iodure (I⁻). Ce composé est utilisé dans différentes applications, notamment en médecine, en photographie et en chimie analytique. [29]

Tableau II.4 propriété physico-chimique de catalyseur

propriété	Iodure de potassium
Masse molaire	166,0028 g/mol
Point d'ébullition	1 330 °C
Masse volumique	3,12 g/cm ³
Point de fusion	681 °C
formule	KI

II.3 Méthode

II.3.1 Les synthèses organiques

Dans ce travail, nous avons préparé de nouveaux polymères en étudiant les interactions du polychlorure de vinyle avec certaines amines aliphatiques et aromatique telles que :Bis-3-aminopropyl et 2.3diaminophynol. Et l'analyse par des méthodes spectroscopiques (Infra Rouge(IR) et UV-Visible spectrophotométrie). [2]



Schéma II.1 La réaction réalisée dans le montage à reflux

II.3.2 La méthode du chauffage à reflux :

Le dispositif de reflux est utilisé pour prévenir la perte des espèces chimiques impliquées dans une réaction, ainsi que des produits formés, en évitant leur évaporation dans l'air. Le chauffage à reflux permet d'accélérer les réactions chimiques lors d'une synthèse et favorise une agitation efficace. En effet, l'augmentation de la température augmente la vitesse de réaction. [30]



Figure II.4 Schéma Technique montage a reflux

II.3.4 Mode opératoire

Chapitre II

II.3.4.1 Modification de PVC par lamine primaire aliphatique



Pvc analytique



peser 4.8 g de pvc analytique



La précipitation



mélanger le mélange



Filtration et le séchage de pvc modifié

Chapitre II

II.3.4.1.2 préparation de pvc modifier par lamine bis(3-aminopropyl)amine

Dans une ballon tri colle de 100ml ,4,8 grammes de PVC analytique , 14,76 grammes de de(bis-3aminopropyl). et 1,48 d'iodure de potassium ont été combinés avec 70 ml de THF .

la précipitation

Dans une ampoule a décanter on met l'eau distillé, et dans un bicher en met le mélange avec un ballon mantique pour l'agitation

Pour faire la précipitation avec l'eau distillée absolue goût a goût

Observation :

Observer une poudre blanche dans la solution obtenue

En fin on fait la filtration et le séchage de mélange pour obtenir le PVC modifie .

Réaction :

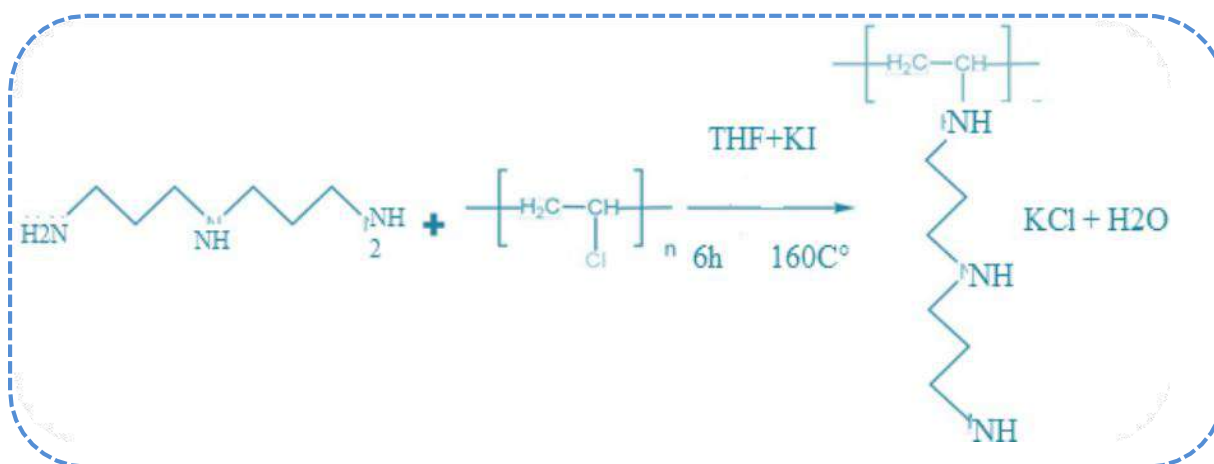


Schéma II.2 Mécanisme réactionnel de Al

II.3.4.2 Modification de pvc par lamine primaire aromatique



2g de PVC modifié 1



laisser le mélange agiter



Filtrations et séchage de pvc modifie

la précipitation



PVC modifié par 2,3diaminophynol

II.3.4.2.2 préparation de pvc modifier par lamine (2,3 diaminophynol)

Chapitre II

Dans une ballon tri colle de 100ml on met 2 g d' amino-PVC (P 1), 1 g de (2,3 diaminophynol), et 2 g d'iodure de potassium ont été mélangés dans 70 ml de THF. . Après l'agitation pendant 24 h à 80°C, une pâte a été obtenue.

Lavée plusieurs fois à l'eau distillée, elle se transforme en poudre qui elle a été broyée et lavée plusieurs fois avec de l'eau distillée, enfin séchée dans une étuve à 65°C pour obtenir une poudre marron foncé (P2).

Réaction :

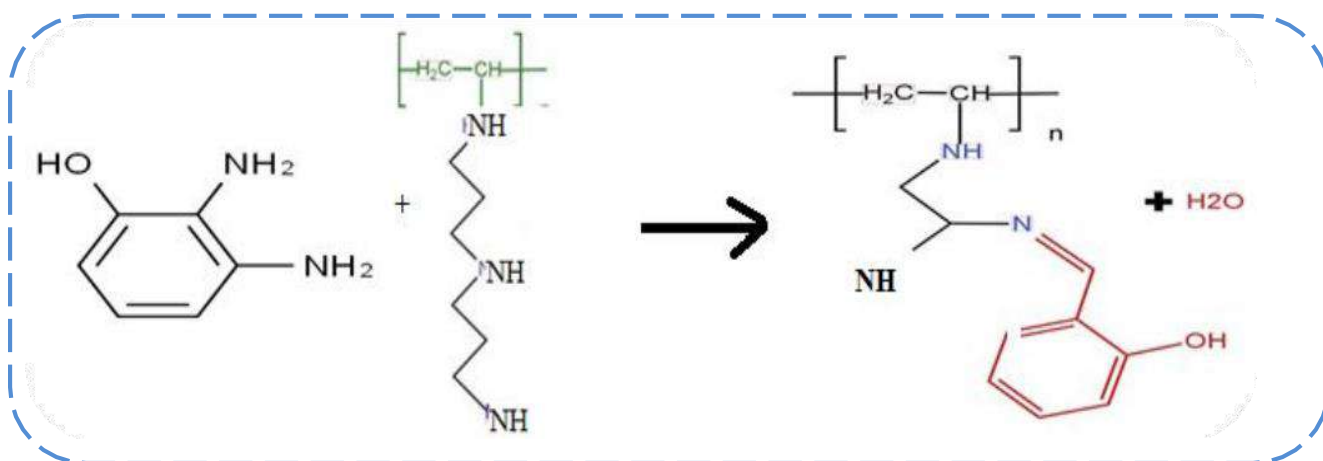


Schéma II.3 Mécanisme réactionnel de A2

II.4 Applications

II.4.1 1' extraction de cation métallique à l'aide de polymères modifiés :

À partir du modèle Fayçal Ammari, qui a cité dans la référence (20) il a capté les cations métallique Bi(III) et La(III). Il a fait mesurer la concentration de la solution aqueuse avant et après l'ajout des polymères modifiés, ainsi que le polymère mère pour calculer l'extraction. Nous somme intéressé par ce modèle, pour cela nous avons préparé cinq solution aqueuse des cations métalliques $Pb(NO_3)_2$, $CoCl_2$, $ZnSO_4$, Nickel, MoNa, a une concentration de $2 \times 10^{-4} mol/l$ dans 500ml d'eau distillé.

Dans chaque solution aqueuse de cation métallique Nous prélevons 3 échantillons de la solution contenant chacun 50ml, ont été ajoutés dans un quinze bouteilles et mis dans un agitateur



Figure II.5 préparation des solutions des cations métallique



Figure II.6 la préparation de l'échantillon

dans les 5 (Premier) échantillons nous avons mis une masse de PVC Analytique(0,1g) les dans 5 (deuxième) échantillons nous avons mis une masse de PVC modifie 1 (0,1g) et dans les 5 (troisième) échantillons nous avons mis une masse de PVC modifie 2 (0,1g) laisser le mélange agité et chaque 30min ont mesuré la conductivité de chaque solution ,après l'agitation de 2h on a filtré les solutions préparer.

Chapitre III

*Résultats et discussion des produits synthétise et
leur application*

III.1 Les caractérisations

III.1.1 Technique Spectroscopie Infrarouge IR

III.1.1.1 Résultats d'analyse

La figure 1 montre le spectre IR par rapport l'échantillon solide PVC modifié par bis(3-aminopropyl)amine, pour P1 montré bandes caractéristiques d'une amine primaire NH entre 3320 et 3340 cm⁻¹. Des bandes ont également été observées à : environ 2900 cm⁻¹ qui correspond à C-H ; et deux vibrations d'étirement bandes à 950 et 920 cm⁻¹ qui correspondent à C=C ; et une bande à 1250 cm⁻¹ qui correspond à C-N. et une bande de forte intensité attribuée à la vibration d'étirement à 600 cm⁻¹ qui correspond à C-Cl

Nous avons regroupé les résultats dans le tableau suivant:

Tableau III-1 : Principaux bandes d'absorption l'IR attribuées au A1

Nombre d'onde (cm-1)	Liaison	Intensité
3200-3600	(N-H)	Forte et fine
2900	(C-H)	Fort et fine
1250	(C-N)	Fort et fine
1450	(C=O)	Forte et fine
950-920	(C=C)	Forte et fine
600	(C-Cl)	Forte et fine

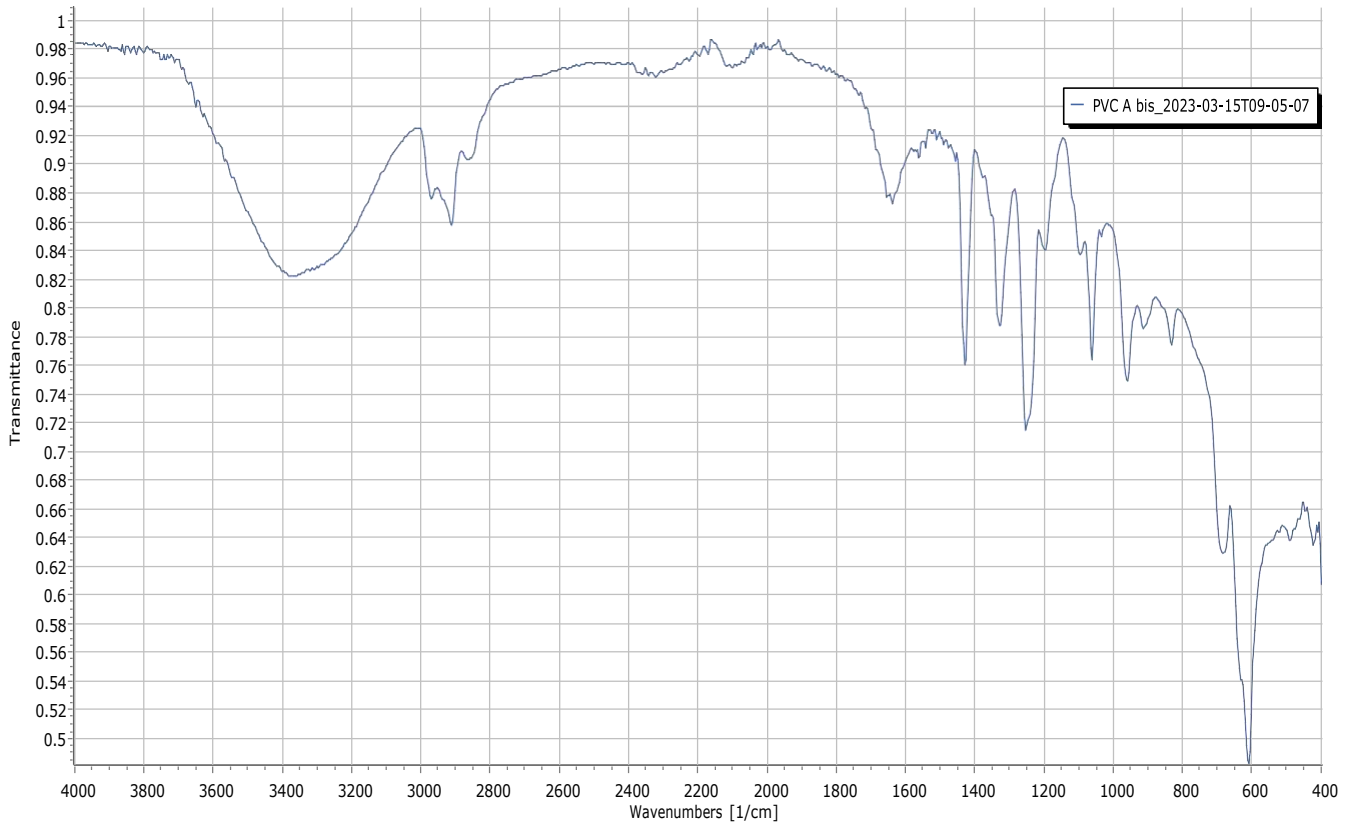


FIGURE III-1 Spectre infrarouge du A1 :(C₆H₁₇N₃ avec KI avec PVC)

La figure 2 montre le spectre IR par rapport l'échantillon solide PVC modifié par (2,3 diaminophénol) le spectre infrarouge du A2 représente les groupement fonctionnelles suivant : (O-H) a (3200-3450 cm⁻¹) et (N-H) a (3200-3600 cm⁻¹) et (C-H) a 2900cm⁻¹ et (C-N) a 1250cm⁻¹ et (C-C) a 950cm⁻¹ et (C-Cl) a 600cm⁻¹

Nous avons regroupé les résultats dans le tableau suivant:

Tableau III-2 Principaux bandes d'absorption l'IR attribuées au A1

Nombre d'onde (cm-1)	Liaison	Intensité
3200-3450	(O-H)	Fort
2900	(C-H)	Fort
1250	(C-N)	Fort
3200-3600	(N-H)	Forte
950	(C-C)	Forte
600	(C-Cl)	Forte

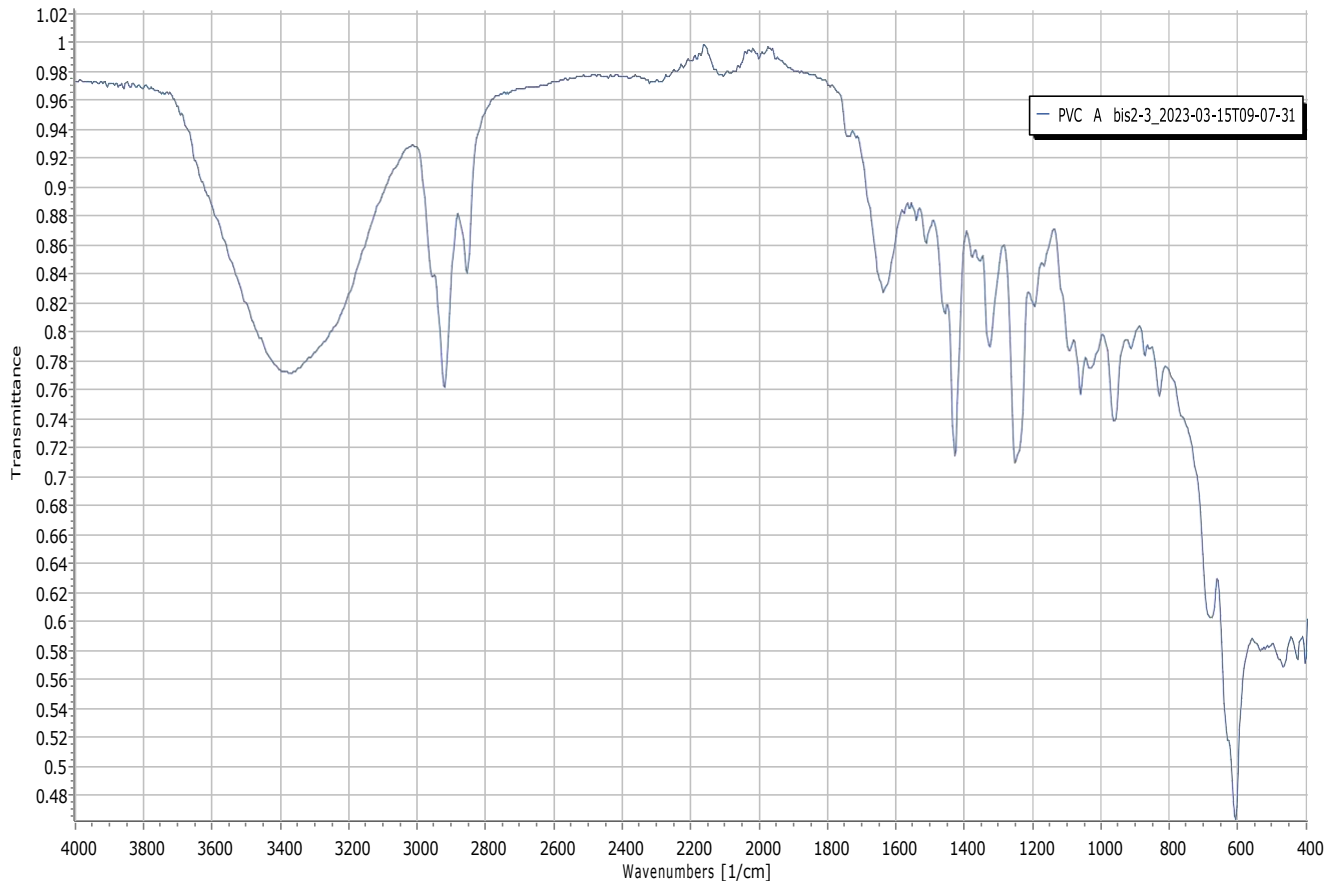


FIGURE III-2 Spectre infrarouge du A2 (C₆H₈N₂O avec KI avec PVC)

III.1.2 Technique de conductimètre

III.1.2.1 Résultats d'analyse

Après les Résultats obtenus dans la dernière expérience (d'extraction des cations métalliques) on mesure la conductivité à l'aide d'un Conductimètre où les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous

On remarque que la conductivité du ZnSO₄ et CoCl₂ diminuait toutes les demi-heure, car la conductivité était élevée puis elle a commencé à diminuer, contrairement au Nickel et MoNa dans le PVC modifié 1 et 2 où nous remarquons fluctuation du taux de conductivité car ils augmentent après une heure et diminuent après une heure et demi, alors que le taux de PVC analytique diminue toutes les demi-heure

Quant au Pb, on remarque une augmentation dans le PVC Analytique et Modifié 1 et Modifié 2 du rapport de conductivité après la deuxième demi-heure, puis il diminue avec la diminution.

Chapitre III

Tableau III-3 la conductivité des cations métallique

Temps	Pvc analytique + ZnSo4	Pvc modifié1 + ZnSo4	Pvc modifié2 + znso4	Pvc analytique + CoCl2	Pvc modifié1 + CoCl2	Pvc modifié2 + CoCl2	Pvc analytique + MoNa	Pvc modifié1 + MoNa	Pvc modifié2 + MoNa
30 min	8,10	7,93	8,19	13,02	13,65	14,41	68,09	68,03	58,02
60min	7,16	6,93	7,11	11,13	10,58	13,75	58,6	69,6	70,1
90min	4,69	4,75	5,06	9,28	9,52	9,07	36	57,02	57
120min	3,8	3,51	3,87	7,03	6,94	6,57	25,8	36,4	39,7

Temps	Pvc analytique + Nickel	Pvc modifié1 + Nickel	Pvc modifié2 + Nickel	Pvc analytique + Pb	Pvc modifié1 + Pb	Pvc modifié2 + Pb
30min	9,53	10,02	10,51	11,6	12,95	14,1
60min	9,42	10,68	11,03	12,04	15,19	14,32
90min	7,52	8,27	9,49	9,9	11,73	10,88
120min	5,06	5,78	6,31	7,91	10,3	9,11

Les figures montre les courbes représentant le taux de conductivité des cations métalliques (ZnSo₄, CoCl₂, MoNa, Nickel, Pb) avec les matériaux étudiés P₀, P₁, et P₂. Ces résultats sont la moyenne de 3 expériences pour chaque métal étudié.

Ces résultats montrent que le cations ZnSo₄ donne la meilleure pourcentage d'extractions avec les cations métalliques P₀, P₁ et P₂, par contre les cations MoNa, Nickel, Pb, CoCl₂ est moins extractant que ZnSO₄ avec les 3 cations métallique

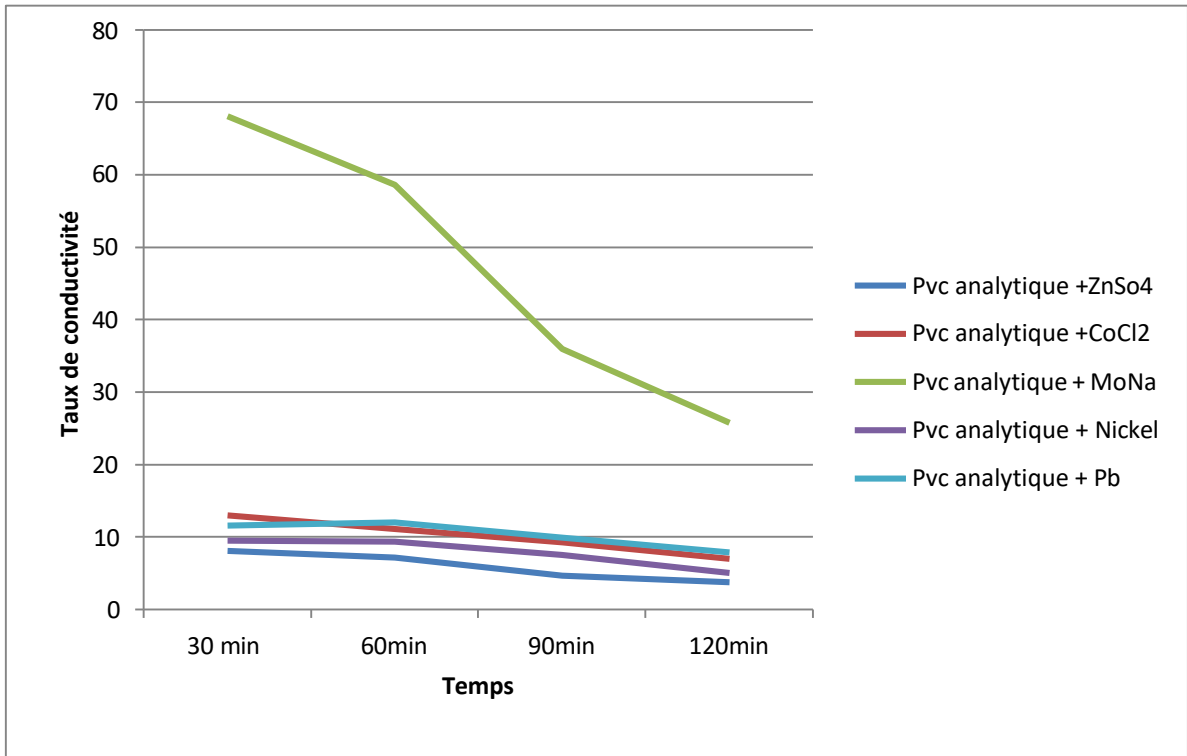


Figure III-3 le taux d'élimination des cations métallique avec le P₀

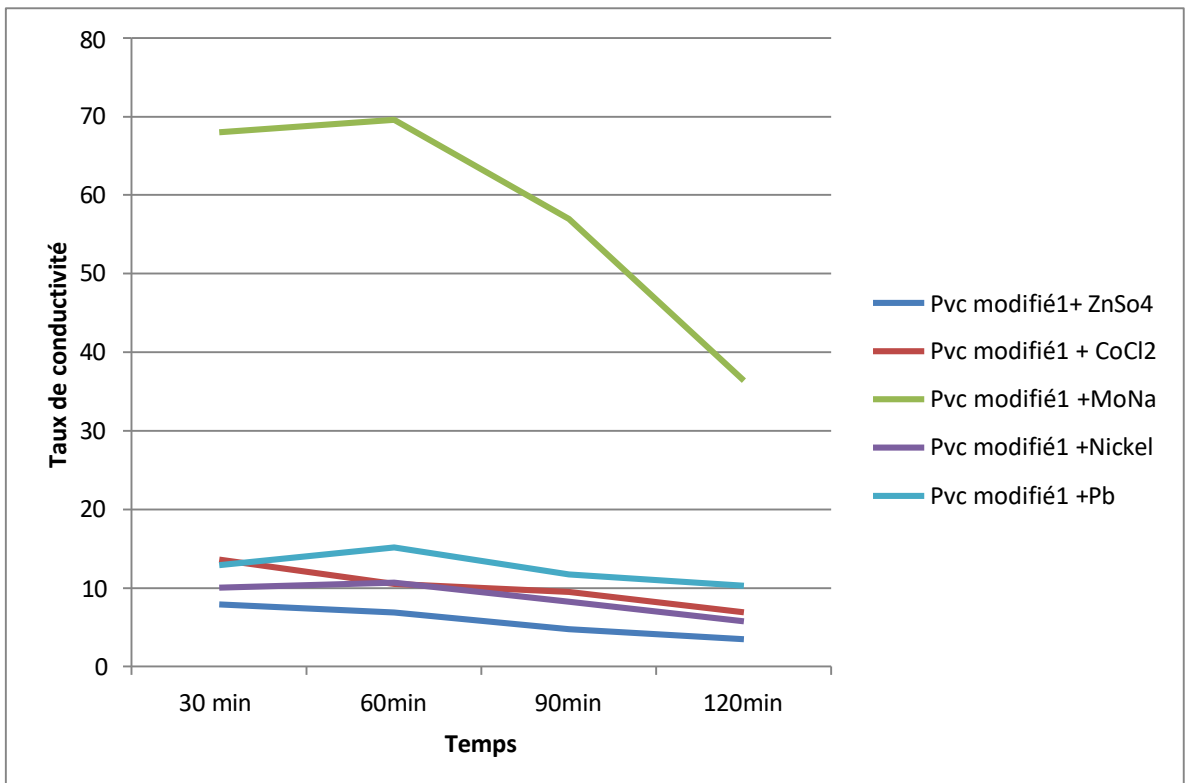


Figure III-4 le taux d'élimination des cations métalliques avec le P₁

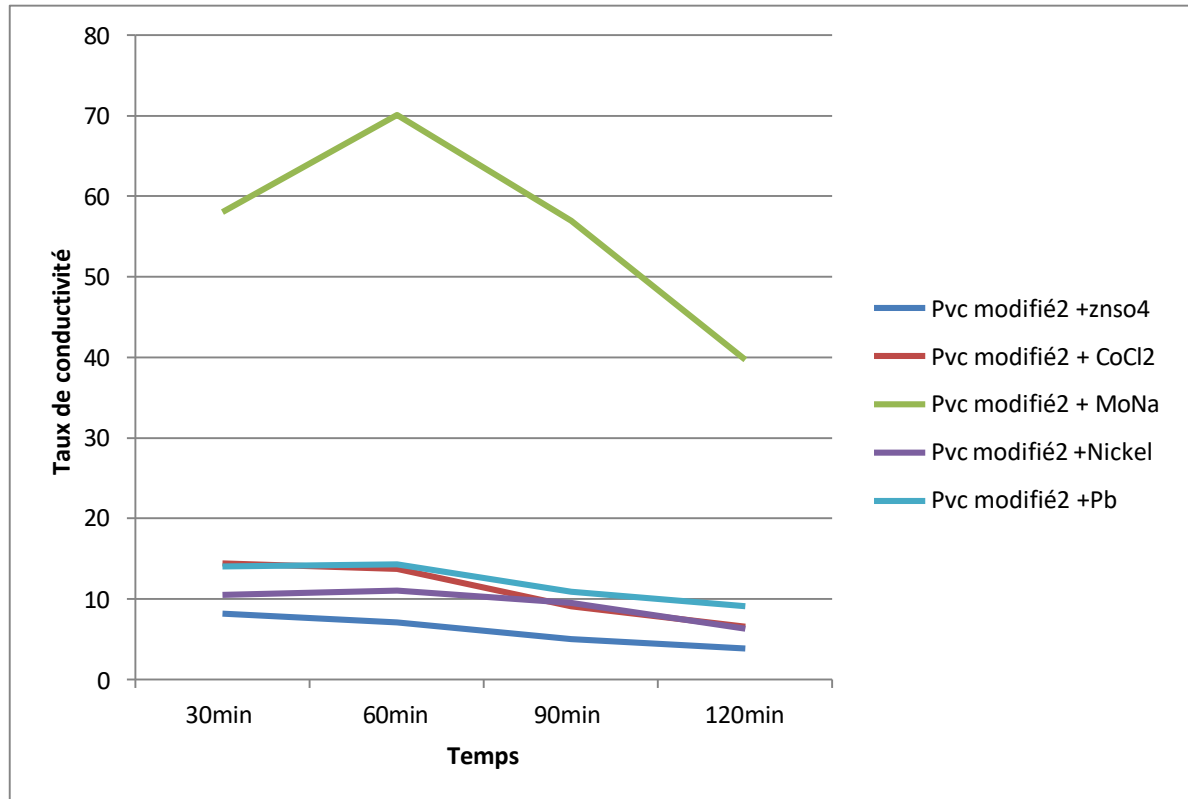


Figure III-5 le taux d'élimination des cations métalliques avec le métaux P₂

III.1.3 Technique spectroscopie UV-visible :

III.1.3.1 Résultat d'analyse :

Tableau III-4 Spectre UV-visible de P0, P1, P2

Produits	λ max (nm)	La bande d'absorption
PVC Analytique	495.0	0.019
PVC modifie 1	495.0	0.023
OPVC modifie 2	495.0	0.059

Chapitre III

Tableau III-5 Spectre UV-visible des produits utiliser

produits	λ max (nm)	La bande d'absorption
PVC modifie 2 + ZnSo4	495.0	0.035
PVC modifie 1 + Nickel	495.0	0.028
PVC modifie 1 +Pb	495.0	0.020
PVC modifie2+CoCl2	495.0	0.037
PVC modifie 2 +MoNa	495.0	0.047

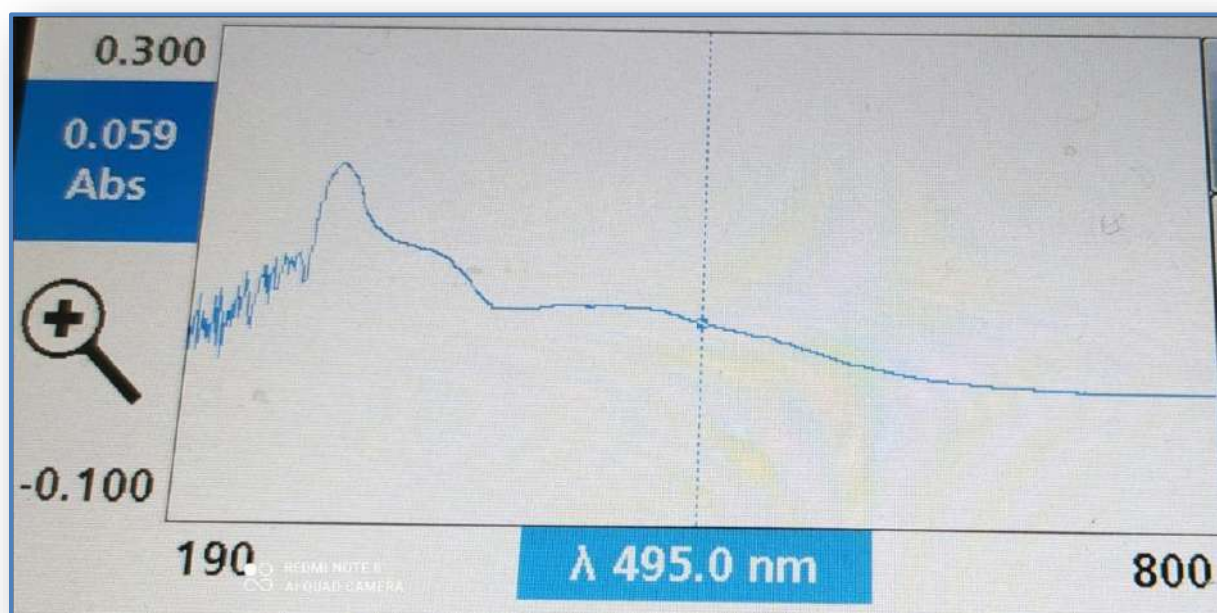


Figure III- 6 Spectre UV-vis du PVC modifié 1

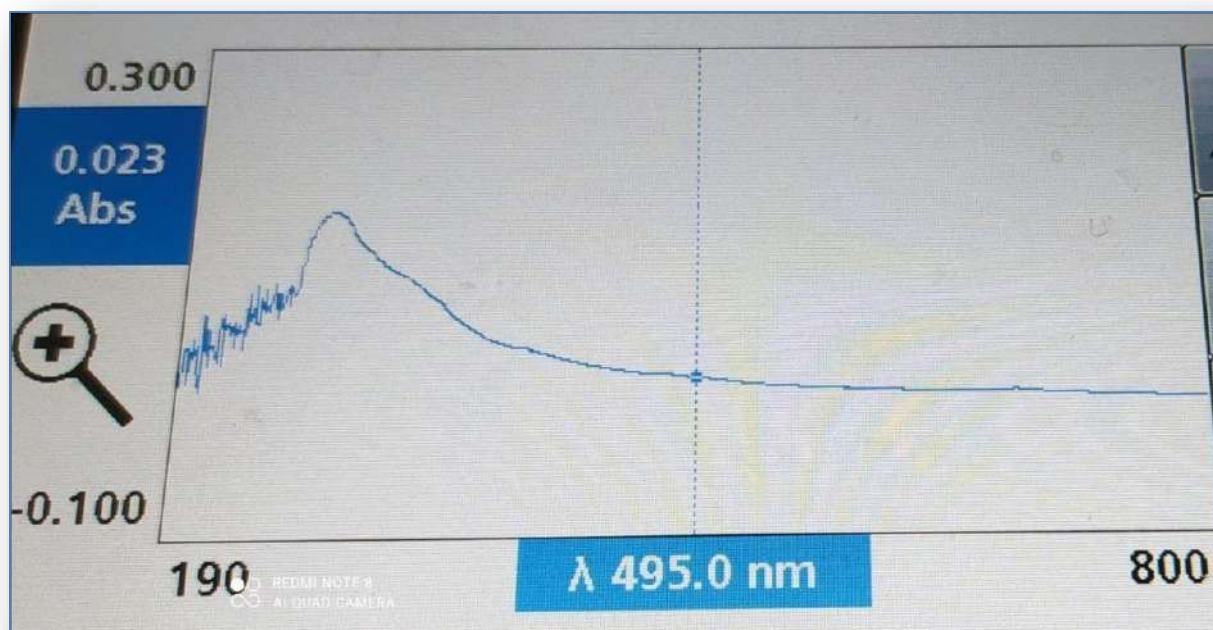


Figure III-7 spectre UV-vis de PVC modifier 2

III.1.3.2 Discussion :

Pour identifier la composition de la nouvelle matrice de PVC, une analyse spectroscopique UV-vis a été réalisée sur huit échantillons ainsi que sur le PVC blanc (matière première) utilisé comme référence, on observe différentes Bandes d'absorptions à différentes longueurs d'onde

Conclusion générale

Conclusion générale

La modification chimique du PVC peut être réalisée de différentes manières, et l'une de ces méthodes est la substitution nucléophile d'un atome de chlore lié à la chaîne du PVC. Cette étude s'est concentrée sur la modification du polyvinyle de chlorure en présence de Bis(3-aminopropyl) et 2,3diaminophynea

A partir l'analyse infrarouge (IR) et ultraviolette (UV) des échantillons de PVC et de PVC modifié, il est possible de démontrer que la molécule de chlorure du PVC est remplacée par une amine primaire.

D'après notre travail, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Le PVC utilisé pour la modification chimique doit être exempt de tous additifs et stabilisants.
 - Une manipulation précise est essentielle pour garantir le bon déroulement de la réaction.
 - L'un des paramètres ayant une influence significative sur la réaction de synthèse est la température, il est donc important de réguler et contrôler la température pour éviter la dégradation des produits.
 - L'agitation tout au long de la synthèse est recommandée. Au cours de nos expériences nous avons rencontré des obstacles tels que le manque d'équipements d'analyse de qualité pour les produits, tels que les spectrophotomètres UV-VIS, les spectromètres infrarouges (IR), ect
- En ce qui concerne les perspectives de développement futur de ce travail, nous les envisageons principalement dans la valorisation d'une matrice polymérique largement disponible sur le marché, en tenant compte de son faible coût.

Références Bibliographiques

- [1]- Gallouze, Nadia. *Etude de vieillissement du PVC stabilisé à l'huile de tournesol époxydée sous l'action de la pollution atmosphérique*. Diss. (2004.) ,(23),45-46
- [2]- Ammari, F., & Meganem, F. Poly (vinyl chloride) functionalization by aliphatic and aromatic amines: application to the extraction of some metal cations. *Turkish Journal of Chemistry*, (2014),38(4), 638-649.
- [3]- N'Diaye, A. D., Thiam, O. U. S. M. A. N. E., & Namr, K. I. Turbidité et matières en suspension dans l'eau: Application à l'évaluation des métaux contenus dans l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*,(2013) (14).
- [4]- ZOBEIDI, N. *Synthèse et caractérisation du poly (chlorure de vinyle) 4000 M modifié par des amines, études des propriétés électro-catalytiques* (2022),(45)
- [5]- Besson, F. *Mélanges de polymères thermoplastiques à matrice biosourcée: amélioration de la résistance au choc d'un dérivé cellulosique* (2013),(67)
- [6]- Titow, M. V. *PVC technology*. Springer Science & Business Media.(2012)
- [7]- MAOU, S., & Ahmed, M. *Etude des propriétés thermiques de mélanges à base de PVC et PVC-PEHD et les phénomènes de dégradation* (2012)
- (8)- (Anderson, C. D., & Daniels, E. S . *Emulsion polymerisation and latex applications* (Vol. 14). iSmithers Rapra Publishing.) (2003)
- [9]- Rouane, A . *Etude de l'huile de tournesol époxydée comme bio-plastifiant du PVC* (2021)
- [10]-Guemaz, Nora. *Préparation et étude de la stabilité thermique des polyuréthanes*. Diss. 2018.
- [11]- Chapiro, A., & Mankowski, Z. Polymérisation du vinylimidazole en masse et en solution. *European polymer journal*(1988), 24(11), 1019-1028.
- [12]- Chapiro, A., & Maeda, N. Polymérisation radiochimique du styrolène en suspension aqueuse. *Journal de Chimie Physique* (1959), 56, 230-233.
- 13- (Sondengam, B. L., Hémo, J. H., & Charles, G. (1973). Sur une nouvelle methode de methylation des amines primaires et secondaires. *Tetrahedron Letters*, 14(3), 261-263.)
- [14]- Ghichi, N., & Benboudiaf, A. (2018). *Synthèse et caractérisation d'imines et benzoquinoléines, active biologiquement* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1)
- [15]- (Ramdane, Fatma-Zohra. *Synthèse, caractérisation et modification des polymères dithioesters*. Diss. Alger, 2009.
- [16]- (Hamdy, L. B., Goel, C., Rudd, J. A., Barron, A. R., & Andreoli, E. (2021). The application of amine-based materials for carbon capture and utilisation: an overarching view. *Materials Advances*, 2(18), 5843-5880.

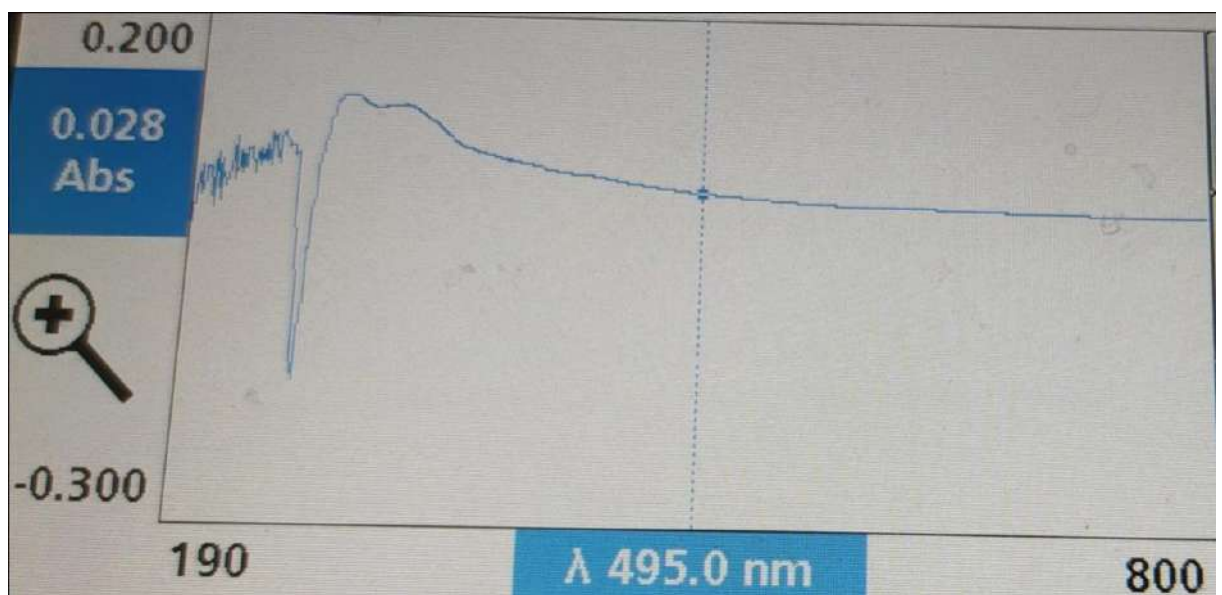
- [18]- (Coles, B. (1984). Effects of modifying structure on electrophilic reactions with biological nucleophiles. *Drug metabolism reviews*, 15(7), 1307-1334.)
- [19]- (Stolz, Samuel, et al. "Asymmetric Elimination Reaction on Chiral Metal Surfaces." *Advanced Materials* 34.2 (2022): 2104481.
- [20]- (Brocard, J., Pelinski, L., & Lebibi, J. (1986). Fonctionnalisation benzylique en serie arene chrome tricarbonyle. Influence des substituants diakylamino et chloro sur la régiospécificité et la stéréospécificité de la réaction. *Journal of organometallic chemistry*, 309(3), 299-305.)
- [21]- Collet, T. (2016). La spectroscopie infrarouge. *Photoniques*, (82), 39-42.
- [22]- Lecayon, G. (1984). ÉTUDE À L'ÉCHELLE MOLÉCULAIRE, DE LA COMPOSITION, DE LA STRUCTURE ET DES PROPRIÉTÉS ÉLECTRONIQUES D'UN FILM DE POLYMÈRE ÉLECTROPOLYMÉRISÉ. *Le Journal de Physique Colloques*, 45(C2), C2-713.
- [23]- Berthet, J., Tenu, R., & Counioux, J. J. (1983). Construction d'un conductimetre adapte a la determination des diagrammes d'equilibre solide-liquide. Application a l'etude de l'isotherme 65° C du systeme H2O-NaCl-CaCl2-SrCl2. *Thermochimica acta*, 68(2-3), 145-154.
- [24]- Das, B., Deogam, B., Agrawal, Y., & Mandal, B. (2016). Measurement and correlation of the physicochemical properties of novel aqueous bis (3-aminopropyl) amine and its blend with N-methyldiethanolamine for CO2 capture. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 61(7), 2226-2235.
- [25]- McConnell, J. A. (1977). *A COMPARATIVE AUTORADIOGRAPHIC STUDY OF EARLY NEURON ORIGIN IN THE MOUSE AND CHICK*. The University of Arizona.
- [26]- Lorente, A., Lamariano-Merketegi, J., Albericio, F., & Alvarez, M. (2013). Tetrahydrofuran-containing macrolides: a fascinating gift from the deep sea. *Chemical reviews*, 113(7), 4567-4610.
- [27]- Cerighelli, R. (1926). Influence de l'eau distillée et des sels de calcium sur le développement des boutures. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 73(4), 628-636.
- [28]- Spencer, J. N., & Hovick, J. W. (1988). Solvation of urea and methyl-substituted ureas by water and DMF. *Canadian journal of chemistry*, 66(4), 562-565.
- [29]- Verma, A., Fieffe, S., Dalac, A., Zalzali, M., & Schvartz, C. (2016, September). Iodure de potassium: traitement alternatif de l'hyperthyroïdie immunogène. In *Annales d'Endocrinologie* (Vol. 77, No. 4, p. 378). Elsevier Masson.
- [30]- ATTAR, T., & DATOUSSAID, Y. (2022). POLYCOPIÉ DE TRAVAUX PRATIQUES

Annexes

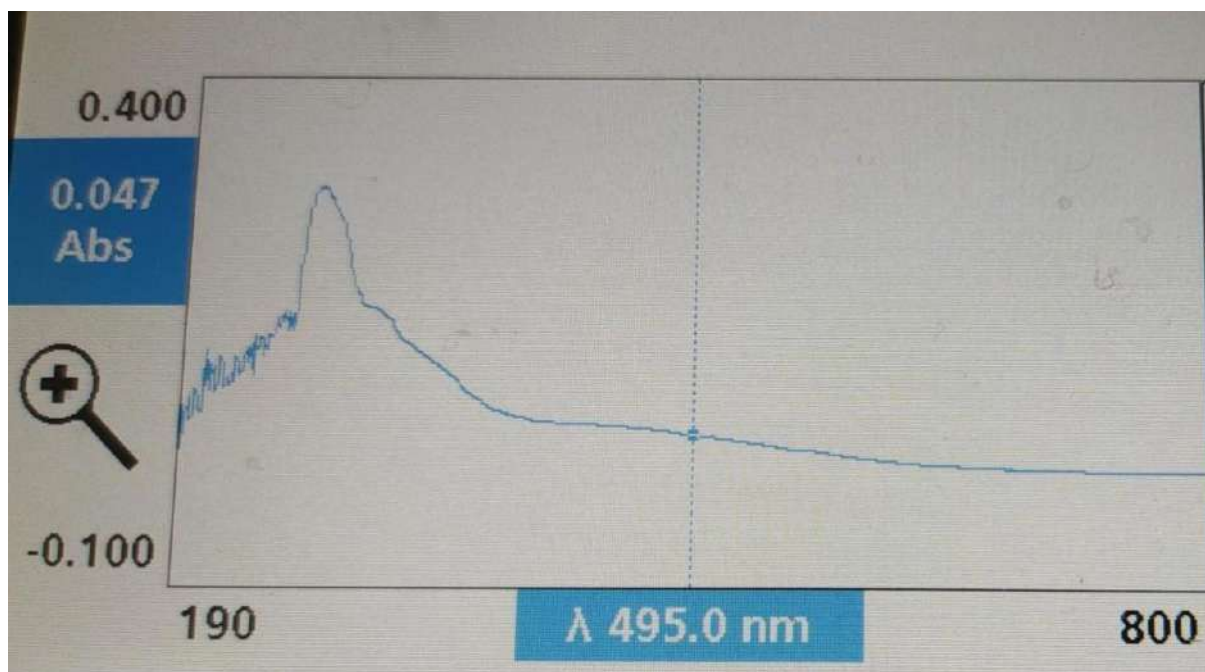
ANNEXE 1 : Spectre UV-vis



PVC modifie2+CoCl2

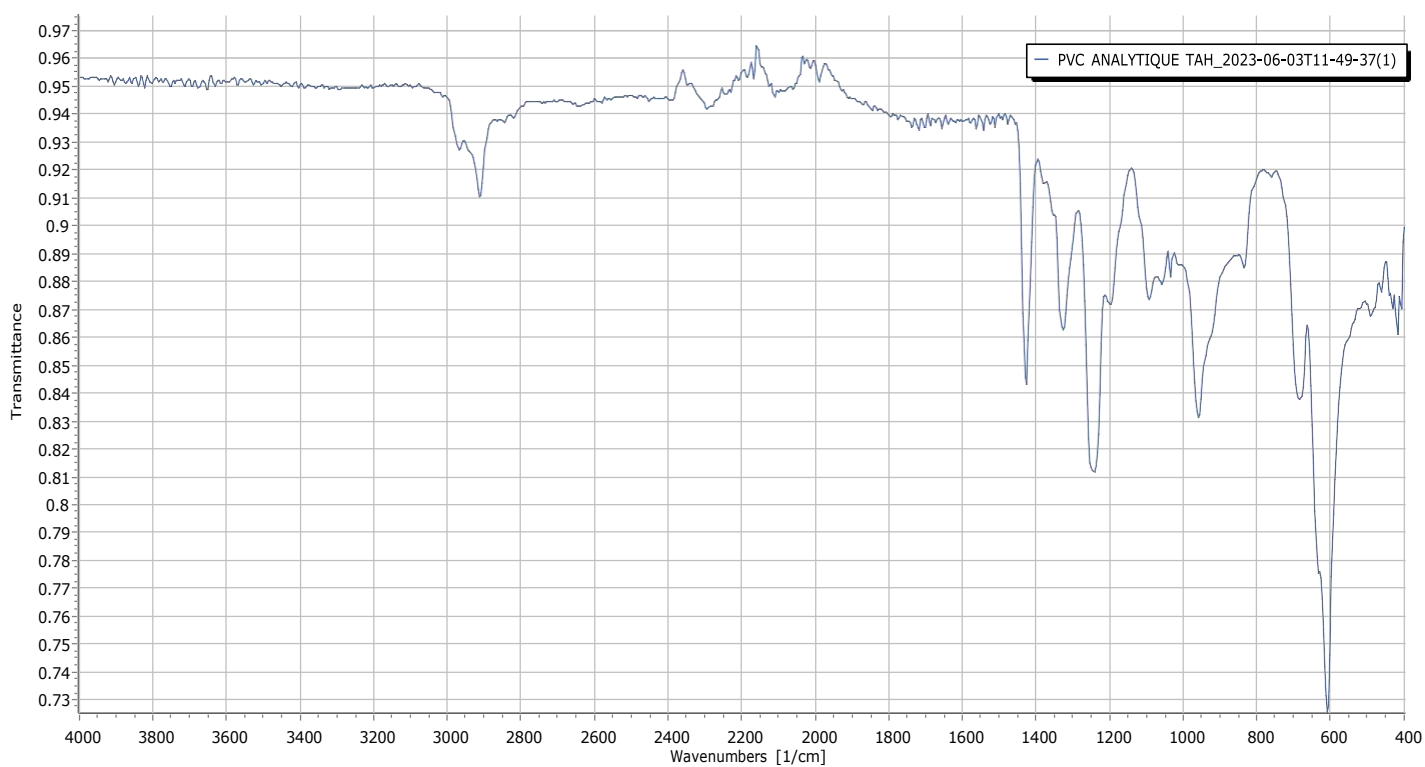


PVC modifie 1 + Nickel



PVC modifie 2 + MoNa

ANNEXES 2 : Spectre IR



Spectre IR de PVC Analytique

