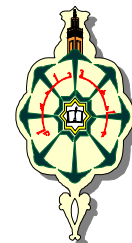


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAÏD TLEMÇEN

FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE



MEMOIRE

Pour obtenir le grade de :

LICENSE EN PHYSIQUE

Option : Physique des polymères

Présenté par :

GHORZI Wissam

Thème

Etude de la diffusion des molécules de bas poids moléculaire dans des réseaux de polymères acryliques

Soutenu devant la commission d'examen

Mme L. BEDJAOUÏ	Présidente	Professeur (U.Tlemcen)
Mr T. BOUCHAOUR	Encadreur	Professeur (U.Tlemcen)
Mr L.MECHERNENE	Examineur	Professeur (U.Tlemcen)
Mr A. BERRAYAH	Examineur	Professeur (U.Tlemcen)
Mme F. Z. ADOUNE	Examineur	Maitre de conférences (U.Tlemcen)

Année : 2011-2012

Remerciements

Ce travail a été effectué au laboratoire de recherche sur les macromolécules, à l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, sous la direction de monsieur T. BOUCHAOUR, Maître de Conférences à l'Université de Tlemcen.

Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements pour l'aide précieuse, ses conseils et encouragements durant tout le temps qu'il m'a consacré au cours de l'élaboration de ce travail.

J'exprime toute ma gratitude à monsieur, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Mr A. BERRAYEH, qui a accepté d'examiner ce travail, je le remercie vivement.

En fin, que toutes les personnes qui m'ont apporté aide et soutien au cours de la réalisation de ce présent mémoire soient sincèrement remerciées.

M^{lle} W. GHORZI.

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

-Chapitre I : Etude bibliographique

1. Définition de polymère.....	3
2. Classification des polymères	3
2-1-Selon l'origine	3
2-2- Selon leur domaine d'application	3
2-3- Selon leurs structures.....	4
3. Domaine d'application des polymères	4
4. Architecture des polymères	4
5. Méthodes de polymérisation	6
5-1- Polycondensation.....	6
5-2- Polymérisation en chaine.....	6
6. Réseaux de polymères	7
7. Gels.....	7
8. Colorants	8
9. L'environnement et les colorants.	9

-Chapitre II Etude expérimentale de diffusion de colorant dans un réseau de polymère acrylique.

1. Introduction	10
2. Préparation des réseaux de polymère	10
3. Préparation des réseaux colorés	11
3.1 Préparation de solutions colorées	11
3.2 Etude de la dynamique du gonflement et la diffusion du colorant.....	12
4. Spectroscopie infrarouge a transformée de Fourier(IRTF)	12

Conclusion générale

Introduction générale

Le terme de polymère est très ancien puisque, dès 1866, Berthelot mentionnait que le « styrolène (le styrène actuel), chauffé à 200°C pendant quelques heures, se transforme en un polymère résineux ». Il n'en demeure pas moins que la notion de polymère, dans le sens que nous lui donnons aujourd'hui, a dû attendre les années 1920, avec les travaux de Staudinger (Prix de Nobel 1953), pour être acceptée et ce n'est qu'au cours de la décennie suivante que la théorie « macromoléculaire » a définitivement triomphé de la théorie « micellaire » à laquelle elle était opposée ⁽¹⁾.

Le chimiste allemand Hermann Staudinger introduit le terme de macromolécule en chimie, exposant ses idées révolutionnaires sur la possibilité de créer des molécules de n'importe quelle dimension en ajoutant indéfiniment des atomes, au moyen de liaisons covalentes⁽²⁾. Cette découverte a été le point de départ de nombreuses études sur de nouveaux matériaux combinant à la fois : souplesse, légèreté et résistance, ce sont les polymères⁽³⁾.

La synthèse du matériau polymérique et la caractérisation des propriétés physico-chimiques constitue un aspect important de la science des polymères.

Les polymères sont devenus des matériaux familiers, on les rencontre de plus en plus dans notre vie quotidienne. Ils constituent la principale composante des matières plastiques, des fibres textiles naturelles et synthétiques, des biomatériaux, ... etc.

Les polymères sont largement utilisés dans plusieurs industries : chimiques, électroniques, optiques, pharmaceutiques et médicales ceci grâce à leurs diverses propriétés tels que leurs résistance au changement de la température, la facilité de fabrication, leur élasticité et leur compatibilité avec d'autres milieux. Les polymères peuvent être utilisés pour protéger l'environnement des déchets industriels. Les effluents industriels issus des industries de textile de la tannerie ou aussi de l'imprimerie présentent une charge polluante colorante biodégradable.

Le travail s'inscrit dans la thématique «Etude de la diffusion des molécules de bas poids moléculaire dans des réseaux de polymères acryliques ».

La motivation principale de notre travail consiste en l'élaboration et la caractérisation de matrices de polymère acrylique, ce type de polymère qui a fait l'objet de plusieurs études dans le laboratoire de Lille et le laboratoire de Tlemcen.

On s'intéresse plus particulièrement dans ce travail à l'étude de la diffusion de petites molécules d'un colorant, dissout dans des solvants, dans le réseau de polymère acrylique et ceci à travers l'étude de son gonflement. Cette méthode a un grand intérêt dans la protection de l'environnement et principalement dans le traitement des eaux polluées par les colorants.

Le travail présenté dans ce mémoire se présente sous forme de trois chapitres :

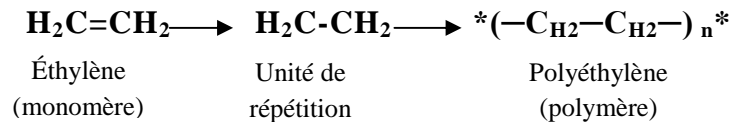
-le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique dans laquelle on présente en premier lieu des généralités sur les polymères, leurs synthèses et leurs propriétés. En second lieu on présente la définition du colorant, l'historique et l'influence sur l'environnement.

-dans le deuxième chapitre, on s'intéresse d'abord à présenter la méthode de synthèse d'un réseau de polymère acrylique (la polymérisation en chaîne), ensuite on présente l'étude faite sur le comportement de ce matériau polymérique dans des solutions colorées.

- enfin l'étude par spectroscopie IR du réseau coloré en fonction la masse du colorant retenu.

1. Définition de polymère :

Les macromolécules sont des molécules géants, formées de plusieurs milliers de motifs structuraux simples appelées mères, du grec « meros » qui signifie « partie » liés entre eux par des liaisons covalentes. L'exemple suivant présente la formation de polyéthylène (PE) par polymérisation des monomères d'éthylène⁽⁴⁾.

**2. Classification des polymères⁽⁵⁾:**

Les polymères peuvent être classés selon divers critères qui ne s'excluent pas les uns des autres:

2.1. Selon l'origine:

On peut classer les polymères en trois groupes :

- *Les polymères naturels* : sont issus des règnes végétal ou animal ex : cellulose, amidon, la soie naturel...etc.
- *Les polymères artificiels* : sont obtenus par modification chimique de polymère naturel ex : nitrocellulose.
- *Les polymères synthétiques* : totalement issus du génie de l'Homme.

2.2. Selon leur domaine d'application :

- *Les polymères de grande diffusion* : dont la production annuelle s'évalue par millions de tonnes (polyéthylène, le polystyrène).
- *Les polymères techniques* : ont des caractéristiques mécaniques qui leur permettent de se substituer aux matériaux traditionnels ex : polyamides.

- *Les polymères spéciaux* : c'est dans cette catégorie que se trouvent les polymères conducteurs, thermostables...

2.3. Selon leur structure :

- *Les polymères linéaires (ou monodimensionnels)* :

Pour lesquels chaque chaîne macromoléculaire est constituée d'un nombre élevé mais fini d'unités monomères.

- *Les polymères bidimensionnels* :

Ils se présentent sous la forme de feuillets bidimensionnels d'épaisseur comparable à celle des molécules simples.

- *Les polymères tridimensionnels* :

Qui résultent de la polymérisation de monomère dont la valence moyenne est supérieure à deux ou de la réticulation de chaînes de polymères. Leur dimension peut être considérée comme infinie.

3. Domaine d'application des polymères ⁽⁶⁾ :

Les polymères sont à la base de plusieurs matériaux et sont utilisés dans différents domaines, tels que : fibres textiles naturelles et synthétiques, mousses isolantes, colles, vêtements, vaisselle, emballage alimentaire (bouteille), et industrie (flacons de détergents, sachets,...) industrie chimique (tuyauteries, cuves,...).

4. Architecture des polymères ⁽⁷⁾ :

La chimie moderne permet la réalisation des édifices macromoléculaires non linéaires d'architectures très variées, ceci en jouant sur la fonctionnalité des monomères. Le tableau suivant indique les plus importantes.


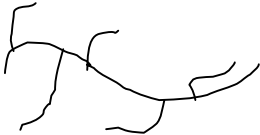




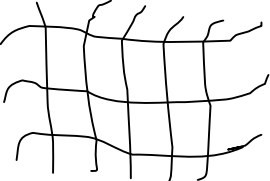
Désignation	Architecture moléculaire	Exemples
Macromolécule linéaire		Polyéthylène de haute Densité(HPPE)
Homopolymère branché		Polyéthylène à basse densité
Homopolymère à branches courtes		Polyéthylène linéaire de basse densité(LIDPE)
Polymère en étoile de f=4		Styrène- butadiène bloc copolymère
Polymère en peigne		Polymacromonomère de styrène
Polymère cyclique		Polycarbonate cyclique
Polymère réticulé (liaisons covalentes)		Résines époxydes, caoutchouc vulcanisé

Tableau (I.1) : L'influence de la fonctionnalité du monomère sur l'architecture du polymère.

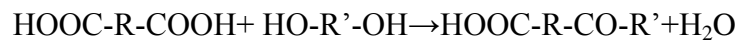
5. Méthodes de polymérisations :

Les principales méthodes de polymérisation sont : la polymérisation par étapes (polycondensation), et la polymérisation en chaîne.

5.1. Polycondensation :

Cette polymérisation se fait par étapes, car les chaînes de polymères croissent par des réactions de condensation se produisant entre des molécules ayant des degrés de polymérisation différents.

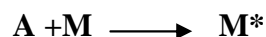
L'exemple le plus souvent utilisé pour ce type de polymérisation est la polyestérification :



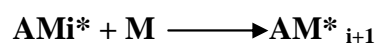
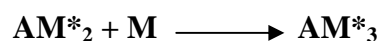
5.2. Polymérisation en chaîne:

La polymérisation radicalaire suit un mécanisme de réaction en chaîne, l'espèce active est un radical libre : elle s'applique à un grand nombre de monomères. Cette polymérisation comporte trois étapes essentielles : l'amorçage, la propagation, et la terminaison des chaînes.

- ❖ **Amorçage** : il correspond à l'activation d'un monomère grâce à un amorceur A ; le début de la réaction de polymérisation en chaîne est de la forme :



- ❖ **Propagation** : la propagation est la séquence de réaction d'addition du monomère M sur un centre actif AM^* , conduisant ainsi à la croissance de la chaîne macromoléculaire.



- ❖ **Terminaison** : Les réactions de terminaisons sont celles qui conduisent à la destruction des centres actifs et à la fin des réactions de la croissance des chaînes.



6. Réseaux de polymères :

Le développement de concepts concernant la formation et la structure des réseaux de polymère tridimensionnel, a été pendant longtemps basé sur des considérations chimiques. On a supposé que ces systèmes sont formés à partir du monomère ou oligomère contenant deux ou plusieurs groupes réactifs, ou des macromolécules contenant dans la chaîne principale certains groupes d'interaction chimique avec l'agent de durcissement. Selon ce concept, le réseau de polymère devrait représenter une macromolécule gigantesque, dans laquelle toutes les chaînes constitutives sont réticulées par des liaisons chimiques. Ces concepts ont leur origine dans la théorie des réseaux de l'élasticité du caoutchouc. D'autre part, un réseau chimique seul ne peut pas expliquer la variété des propriétés du réseau⁽⁸⁾.

Donc dans le système du réseau il peut y'avoir des liaisons de réticulation physique, qui sont de faible liaison et par suite le réseau est facilement rompu.

7. Gels:

Les gels de polymère ont attiré une attention considérable ces dernières années. Un gel de polymère est constitué d'un réseau élastique réticulé et un dépôt de liquide dans l'espace interstitiel du réseau⁽⁹⁾.

Les gels sont des matériaux correspondant à un mélange solide et liquide dans lequel les phases constituantes forment des domaines de dimension si faible que l'ensemble se comporte comme les solides non cristallins. Une telle «ossature» solide pouvant retenir le liquide, peut être formée soit de macromolécules linéaires dans ce cas on a un gel souple soit d'un solide à réseau tridimensionnel dans ce cas on a un gel rigide⁽¹⁰⁾. En plus de leur caractère de souplesse ou de rigidité, les gels ont le caractère de gonflement. Les gels peuvent gonfler dans un solvant jusqu'à saturation, mais ne se dissout pas, même dans un bon solvant⁽¹¹⁾.

Quand un polymère linéaire est immergé dans un solvant, les chaînes ont tendance à se disperser et former une solution, en fonction de l'affinité des composants. C'est la même chose pour les polymères réticulés tels que les gels. La principale différence entre un réseau gonflé et une solution d'un polymère linéaire est que les réseaux sont limités dans leur capacité à se disperser en raison des liens permanents entre les chaînes, comme le montre la figure [-01-]. Néanmoins, le réseau essaiera d'étaler autant que possible en absorbant des quantités appropriées de solvant. Cette dilatation entraîne une déformation des chaînes du réseau, qui appelle l'élasticité de la chaîne ⁽¹²⁾.

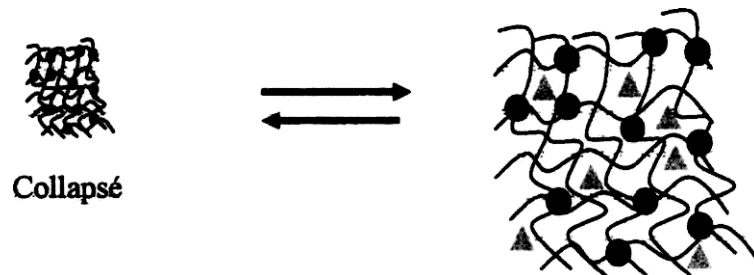


Figure -01- : Gonflement de gel et le retrait du solvant

8. Colorants :

L'homme a utilisé les colorants naturels depuis les temps préhistoriques, comme en témoignent les peintures rupestres en Europe, en Afrique, en Egypte et en Chine. Auparavant, les colorants ont été obtenus à partir des sources végétales ou animales ; aujourd'hui la plus part des colorants disponibles sont des colorants synthétiques préparés par des composées aromatiques ⁽¹³⁾.

8.1. Définition d'un colorant :

Un colorant est une molécule utilisée en solution aqueuse ou alcoolique qui peut colorer une substance ou un ensemble de substance de manière stable et durable. Cette propriété est due à la présence de plusieurs groupements chimiques dans la molécule qui lui confère la couleur dit chromophore associé à d'autres groupements chimiques permettant l'absorption d'une partie de la lumière visible dit auxochrome ⁽¹⁴⁾.

9- L'environnement et les colorants:

Les colorants synthétiques représentent une classe importante de composés organiques et ils se retrouvent dans l'environnement en raison du développement rapide des industries textiles⁽¹⁵⁾. Ces polluants industriels sont des contaminants fréquents dans les eaux usées et forment la source principale de pollution ⁽¹⁶⁾.

Plusieurs difficultés peuvent être rencontrées lors de l'élimination des colorants des eaux usées et ceci en raison de leurs propriétés inertes.

Les méthodes conventionnelles de l'élimination du colorant des eaux polluées sont l'adsorption, la coagulation et la floculation, l'osmose inverse, et les méthodes physiques telles que la filtration sur membrane, l'échange ionique. Ces méthodes s'avèrent inefficaces le plus souvent et sont onéreuses⁽¹⁷⁾.

Les recherches actuelles de filtration sont axées sur l'utilisation des bios polymères, des hydrogels et des polymères synthétiques.

I. Introduction :

On présente la méthode de préparation des solutions (solvants organiques) colorées, et la diffusion du colorant au sein du réseau de polymère.

- 1^{er} lieu, la méthode de préparation des solvants colorés.
- 2^{ème} lieu, la préparation des réseaux de polymère
- Et enfin l'étude par spectroscopie IR du réseau coloré en fonction la masse du colorant retenu.

II. Préparation des réseaux de polymères (polymères réticulés):

1).synthèse :

Composition ; monomère EHA 99%, photo amorceur, darocur 0,5%, agent réticulant : HDDA 0,5%

Le photo- amorceur (PA) absorbe la lumière U.V et forme des radicaux libres (R°). Ces radicaux se combinent avec les fonctions réactives (M) du monomère pour commencer la réaction (RM°) et produire un polymère réticulé à haut poids moléculaire.

-Dans cette partie on présente la méthode de préparation de réseau par une solution photo réactive qui se compose de trois éléments, le monomère, l'agent réticulant et le photo amorceur, pour obtenir un réseau réticulé.

-Dans notre étude, le 2- Etyl- Hexyl Acrylate « EHA » est un monomère, le 1,6-Hexane-Diol-Di-Acrylate (HDDA) un agent réticulant et comme photo amorceur le 2-Hydroxy-2-Méthyle-1-Phényle propane-1- (Darocur).

Remarque :

- La pesée des composantes est faite dans une salle de faible luminosité aussi un agitateur mécanique est utilisé pour homogénéiser les solutions, la durée de l'agitation est de « 2h à 12h ».
- Ainsi la solution est préparée ; une quantité est déposée dans le moule du téflon sous le rayonnement UV.

- Le réseau obtenu est une pastille flexible transparente, c'est un réseau tridimensionnel, susceptible de gonfler en absorbant une certaine quantité du solvant.

2). Matériel utilisé :

La préparation des réseaux de polymères se fait à l'aide de deux éléments principaux : la chambre de polymérisation et la source lumineuse.

La chambre de polymérisation : est constituée d'un boîtier en verre recouvert par une plaque en verre, deux trous permettant la circulation régulière de l'azote dans le milieu réactionnel.

A l'intérieur de la chambre se trouve un porte échantillon cylindrique en téflon dans lequel est posé le polymère à préparer.

La source lumineuse (UV) : c'est l'élément principal du dispositif, est composée d'une lampe Philips TL08, qui fournit des rayons de longueur d'onde ($\lambda=365\text{nm}$) et une densité ($I_0=1.5\text{mw/cm}^2$)

III-Préparation des réseaux colorés :

1) -préparation des solutions colorées :

Les solutions colorées sont préparées en utilisant des différents solvants. (L'eau, THF, cyclohexane, acétone, éthanol, méthanol) et un colorant azoïque (phényle azo β naphthol).

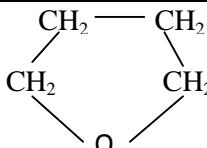

Solvants utilisée	Structures chimiques
L'eau	H ₂ O
THF	
Acétone	CH ₃ -C(=O)-CH ₃
Ethanol	CH ₃ -CH ₂ .OH
Méthanol	CH ₃ -OH
Cyclohexane	

Tableau (II.3) : structure chimiques des solvants

- ✚ Pour préparer les solutions colorées, pour chaque solvant, on prend un bécher et on le remplit avec une quantité de 25ml de solvant, puis on lui ajoute 25mg de colorant ; le mélange est posé sur l'agitateur pour qu'il soit homogène.
- ✚ Les solutions préparées sont laissées une nuit pour voir si elles restent homogènes.
- ✚ Toutes les solutions sont restées homogènes sauf l'eau, donc on a éliminé l'eau comme solvant.

2. Etude de la dynamique du gonflement et la diffusion du colorant :

Pour étudier la diffusion du colorant dans le réseau de polymère, il faut d'abord gonfler le réseau. C.à.d. quand le polymère gonfle le colorant diffus, le polymère prend la couleur du colorant.

Pour déterminer le comportement dynamique du gonflement, on pèse le réseau à l'état sec, avant qu'il soit immergé dans le solvant, puis on le met dans la solution colorée. Le réseau est retiré de la solution essuyé pour enlever le solvant de la surface et pesé à un intervalle de temps spécifié.

Après cette étude de gonflement le réseau est laissé à l'air libre pour se dégonfler et on obtient alors des pastilles colorées, ce qui montre bien que le réseau a bien retenu le colorant. D'où l'application éventuelle du réseau de polymère dans la protection de l'environnement.

IV-SPECTROSCOPIE INFRAROUGE A TRANSFORMEE DE FOURIER (IRTF) :

1. Introduction :

La Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (ou FTIR : Fourier Transformed InfraRed spectroscopy) est basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par le matériau analysé. Elle permet via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans le matériau.

2. Principe :

Lorsque la longueur d'onde (l'énergie) apportée par le faisceau lumineux est voisine de l'énergie de vibration de la molécule, cette dernière va absorber le rayonnement et on enregistrera une diminution de l'intensité réfléchié ou transmise. Le domaine infrarouge entre

4000 cm^{-1} et 400 cm^{-1} (2.5 – 25 μm) correspond au domaine d'énergie de vibration des molécules.

L'analyse s'effectue à l'aide d'un spectromètre à transformée de Fourier qui envoie sur l'échantillon un rayonnement infrarouge et mesure les longueurs d'onde auxquelles le matériau absorbe et les intensités de l'absorption. Le faisceau infrarouge provenant de la source A est dirigé vers l'interféromètre de Michelson qui va moduler chaque longueur d'onde du faisceau à une fréquence différente. Dans l'interféromètre le faisceau lumineux arrive sur la Séparatrice. La moitié du faisceau est alors dirigée sur le miroir fixe, le reste passe à travers la séparatrice et est dirigé sur le miroir mobile. Quand les deux faisceaux se recombinent, des interférences destructives ou constructives apparaissent en fonction de la position du miroir mobile. Le faisceau modulé est alors réfléchi des deux miroirs vers l'échantillon, où des absorptions interviennent. Le faisceau arrive ensuite sur le détecteur pour être transformé en signal électrique.

IV-Réflexion totale atténuée (ATR) :

La réflexion totale atténuée est communément appelée ATR (Attenuated Total Reflection). Le principe de l'ATR est détaillé sur la figure si dessous.

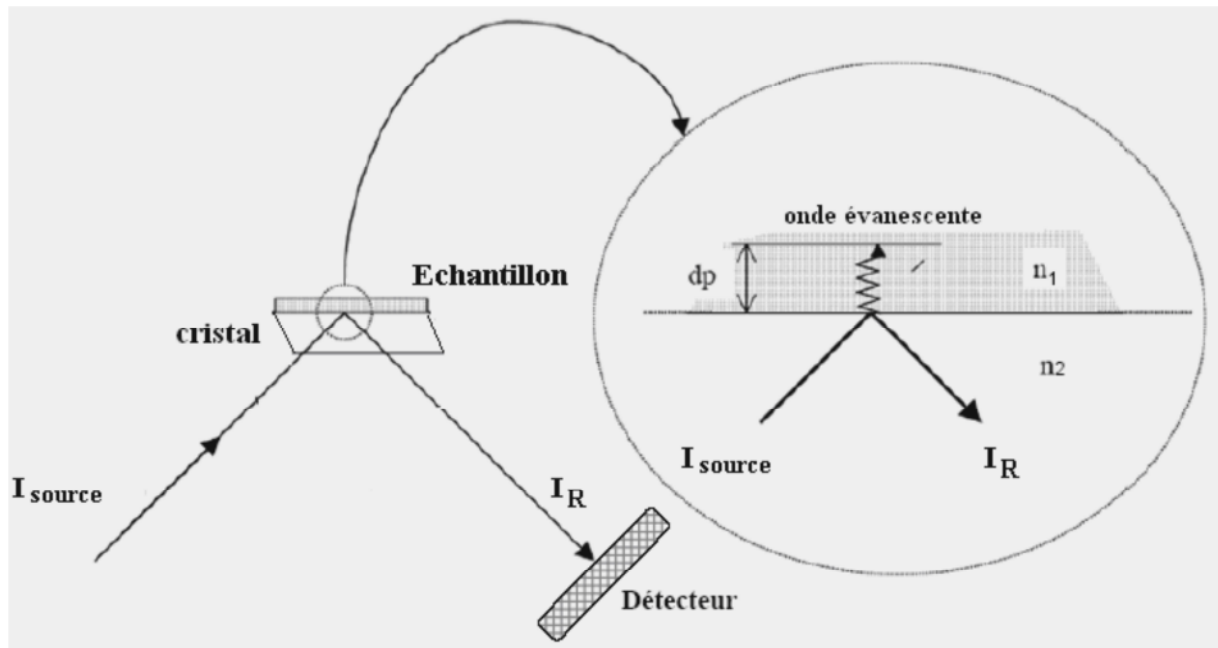


Figure : Principe de la réflexion totale atténuée (ATR)

Le principe des dispositifs ATR est de faire subir au faisceau optique plusieurs réflexions à l'interface entre l'échantillon et un cristal parallélépipédique (25x10x2mm), transparent en IR mais d'indice de réfraction n_2 élevé (ZnSe, TlBr, AgCl, diamant...) et dans la plupart des cas, supérieur à celui de l'échantillon (n_1).

En première approximation, d'après la loi de Descartes, le faisceau IR initial d'intensité I (source) traverse le cristal et subit une réflexion totale à l'interface cristal-échantillon puis est dirigé vers le détecteur. En réalité, le phénomène est perturbé par l'existence d'une onde progressive appelée **évanescence**. Celle-ci pénètre de quelques micromètres dans l'échantillon se trouvant en contact direct avec le cristal et peut être absorbée : une partie de l'énergie est retenue et la réflexion totale est atténuée.

L'intensité de la lumière réfléchie I_r est mesurée par un détecteur de réflexion. On appelle I_0 l'intensité réfléchie par un matériau non absorbant pris comme référence.

La réflectance R est $R=I_r/I_0$. % R : Pourcentage de réflexion.

V-Interprétation des spectres IR :

La bande d'absorption de la spectroscopie IR et comprise entre 400 et 4000 cm^{-1} .

Dans notre étude nous avons divisés ce domaine en petites intervalles qui correspond aux bandes d'absorption intense, pour voir l'influence de la concentration du colorant sur l'absorbance.

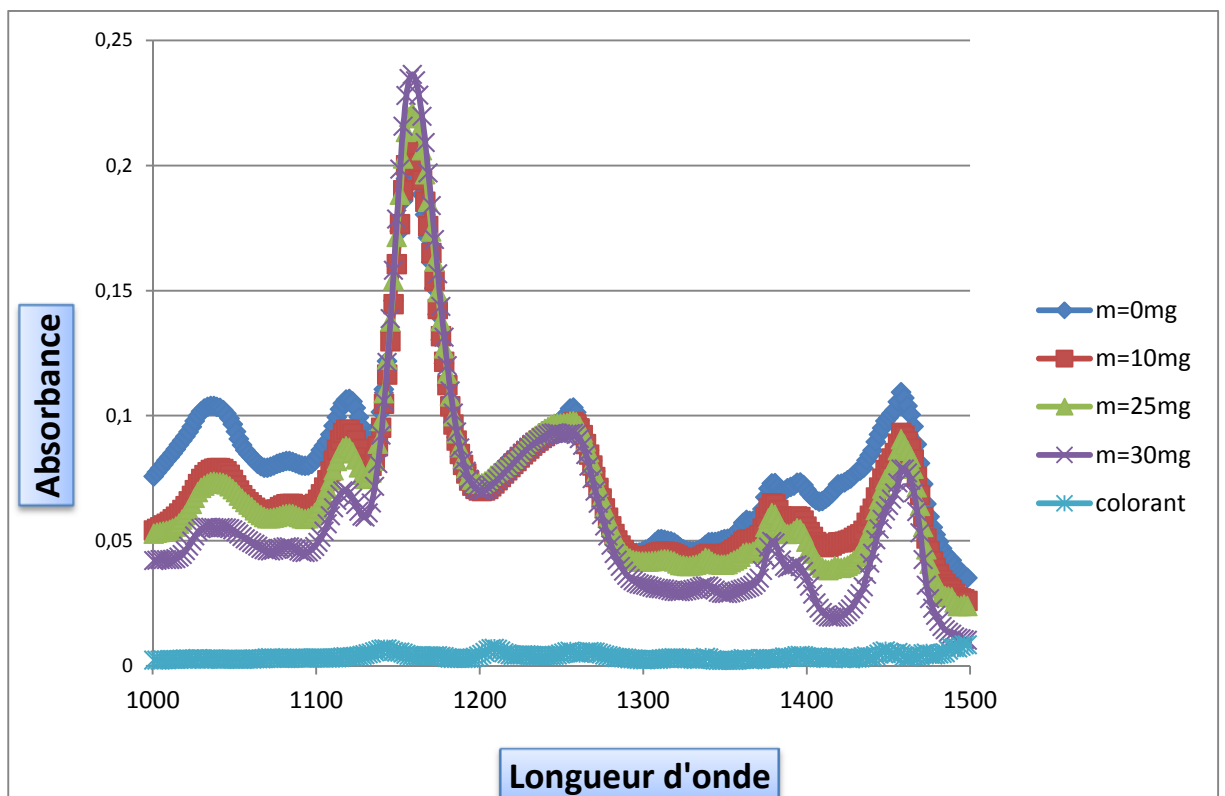


Figure1 : spectre infrarouge du poly(EHA) [1000-1500 cm^{-1}]

- La région comprise entre (1000-1500 cm^{-1}) correspond aux mouvement d'élongation des liaisons C-O , C-O-C, C-N, CH₂ et CH₃ .Les liaisons C-O-C absorbent dans la région[1100-1350 cm^{-1}], alors que l'élongation de liaison C-H et environ [1360-1450 cm^{-1}] et en fin l'élongation de la liaison C-N [1400-1450 cm^{-1}].

Et dans cette partie les valeurs de l'absorbance et de la concentration du colorant s'évolue en sens contraire c'est-a-dire quand la valeur de l'absorbance augmentent la concentration diminue.

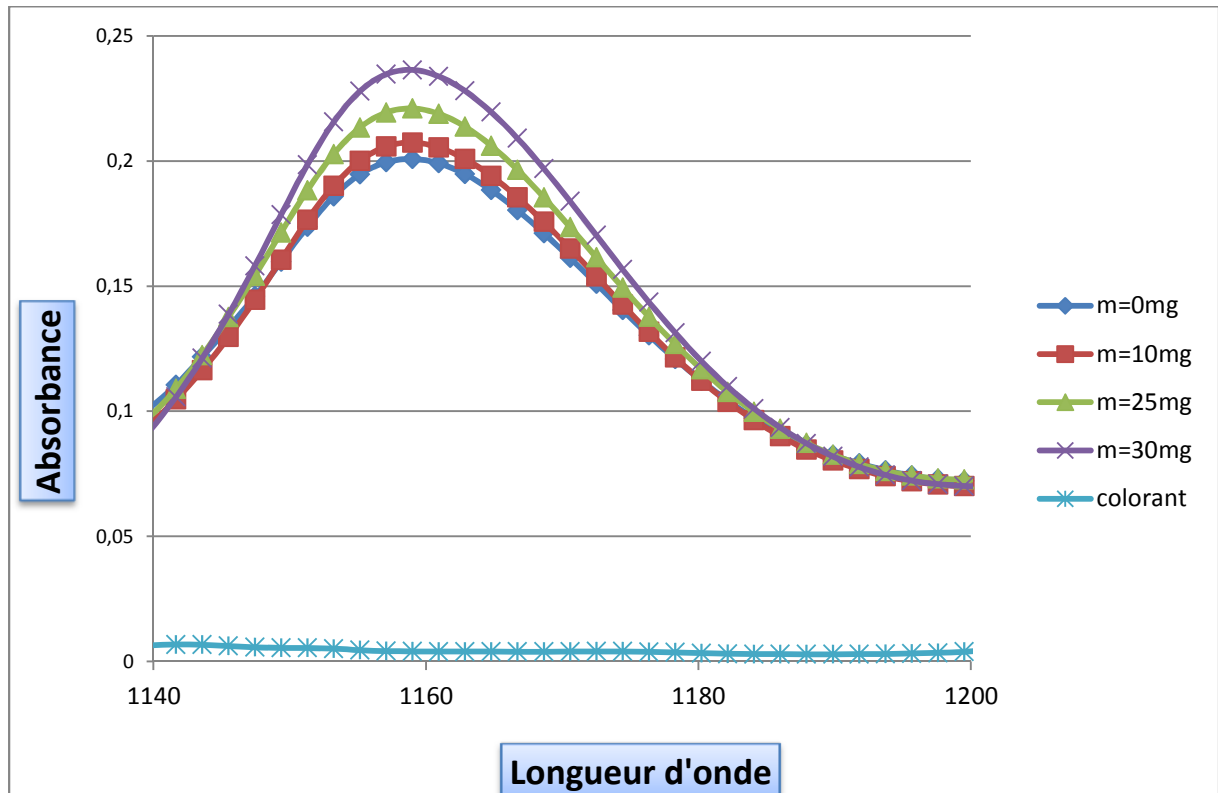


Figure2 : spectre IR poly(EHA) [1140-1200cm⁻¹]

- Par contre, entre (1140-1200cm⁻¹) se trouve l'élongation de la liaison C-O, et l'absorbance augmente en parallèle avec la concentration du colorant.

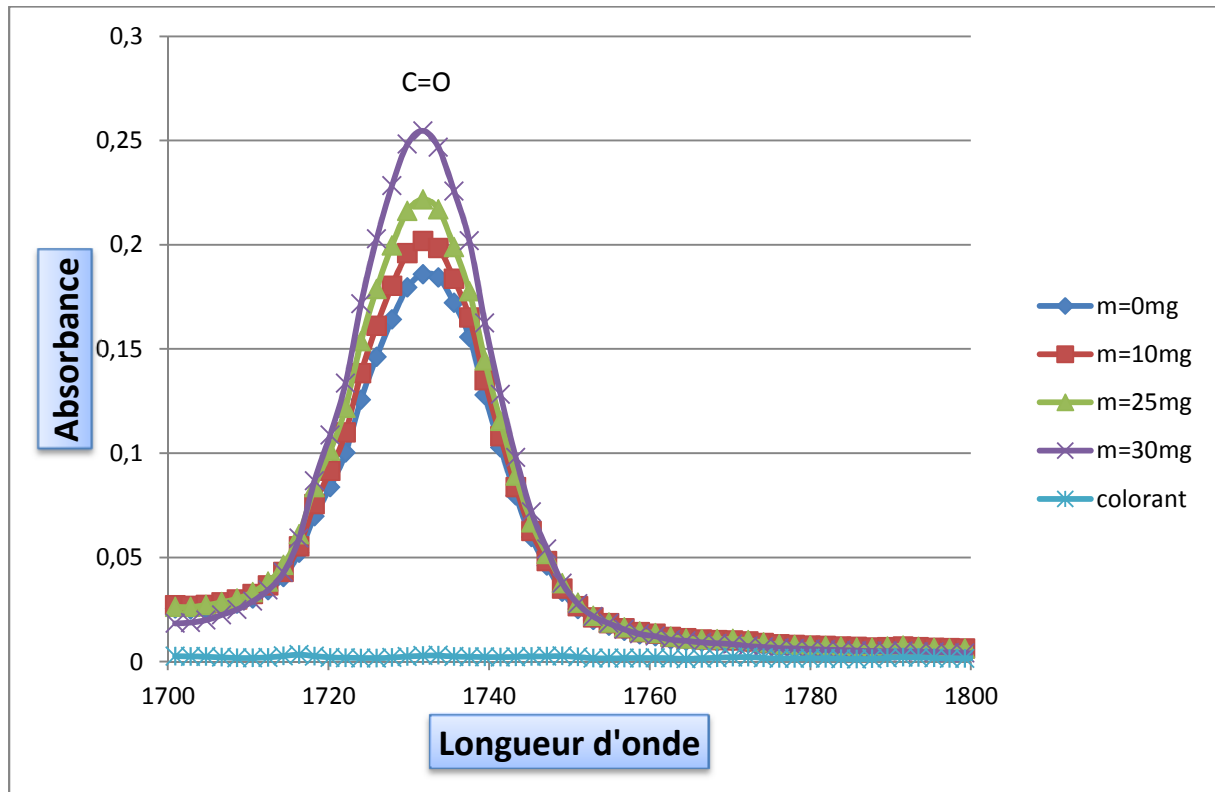


Figure 3 : spectre IR de poly(EHA) [1700-1800 cm⁻¹]

- Dans la région comprise entre (1700-1800 cm⁻¹), on trouve l'élongation de la liaison C-O, l'absorbance est proportionnelle à la concentration.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de notre travail est l'étude de la diffusion de petites molécules (colorants) dans des réseaux de polymères acrylique. Le colorant (phényle azo béta naphтол), dissous dans un solvant est utilisé comme molécule de bas poids moléculaire et le poly(EHA) réticulé comme réseau de polymère acrylique.

Dans notre étude ont à suivre trois étapes principales :

La première concerne la préparation de solutions colorées en utilisant six solvants différents.

La seconde étape consiste à suivre le gonflement de notre réseau le poly(EHA) dans les solvants considérés. et voir la diffusion du colorant dans le poly (EHA), ces deux étapes, gonflement et diffusion, se passent au même temps. C'est-à-dire quand le polymère gonfle le colorant diffuse, le polymère prend la couleur du colorant.

La troisième partie consiste à faire une étude par spectroscopie IR du réseau coloré en fonction de la masse du colorant retenue. Et aussi voir l'influence de la concentration sur l'absorbance.

Références

- (1) : La physique- chimie des polymères.
- (2) : Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation.
- (3) : O. Belaidi, Thèse de magister, Option : Physique des polymères UABB Tlemcen, 2007
- (4) : K. Boudraa. Thèse de magister, Option : physique des polymères UABB Tlemcen, 2006
- (5) : Physique des polymères, I. Structure, Fabrication, Isabelle Ernoult. 2005, Hermann Editeurs.
- (6) : Matériaux pour l'ingénieur. A-F. Gourgues- Lorenzon et J –M. Haudin.2006.
- (7) : M.Correga et al. Matériaux polymères, matériaux industriels.
- (8) : Phase- Separated Interpenetrating Polymer Networks.Y.S.Lipatov.T.T.Alekseeva. Springer- Verlag Berlin Heidelberg 2007.
- (9) : Polymere gels and networks.Edited by: Yoshihito Osada, Alexei R. Khokholov. Copyright, 2002 by Marcel Dekker, Inc.
- (10) : Matériaux non cristallin et science du désordre. 2^e Cycle. 2001, Presses polytechnique et universitaire romandes.
- (11) : S. Vervoot, « comportement d'hydrogels gonflés de solution de polymères sous action mécanique ».
- (12) : L. Janovak. Ph. D. theses. Chemistry. 2009.
- (13) : Cosmétologie BTS Esthétique- cosmétique.2. édition. M.C. Martini. 2008. Elsevier Masson SAS.
- (14) / Adsorption of dyes and heavy metal ions by chitosan composites.W.S.WAN Ngah , L.C.Teog,M.A.K.M.Hanafiah.2010
- (15) : Comparison study of copper ion adsorption on chitosan dowex A -1- and zeralit 225 Wan N gah, W.S. & Isa I. M 1998.