

République Algérienne Démocratique Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة ابن خلدون - تيارت
Université Ibn Khaldoune – Tiaret



Faculté des Sciences de la Matière

كلية علوم المادة

Département de Chimie

قسم الكيمياء

Mémoire

Présenté par :

Benhadjouba Hadjira

Mohammed Lalia

Pour obtenir le diplôme de

Master II

Filière : Chimie

Spécialité: Chimie Organique

Sujet :

***Synthèse et la caractérisation de polyacrylamide en vue
de son utilisation dans la dépollution des eaux usées.***

Soutenu le : 28/06/2018

Devant le jury:

Mme. HENNI	MCB	Président	UNIV .Tiaret
Mr. BADAOU	MCA	Examineur	UNIV .Tiaret
Mme. L.BENNABI	MCB	Encadreur	UNIV .Tiaret
Mr. CHAUGUI	MCA	Co-Encadreur	UNIV .Tiaret

Année Universitaire : 2017 /2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَوْلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتْ رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۗ

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾

صدق الله العظيم

Remerciements

Ce mémoire de master a été réalisé au sein du Laboratoire de Chimie de l'Université des Sciences et de science de la matière de Tiaret «Ibn Khaldoun» et ONED Tiaret.

Merci au bon « dieu » de m'avoir aidé à la réalisation de ce modest travail. Et nos voilà enfin arrivée à la dernière étape d'un long chemin de plus de 05ans : la rédaction de nos remerciements de mémoire!

Toute nos reconnaissance et nos remerciements à Mme Bennebi et Mr chawki, mes encadreurs, pour leurs aides, leurs disponibilités, leurs gentillesse et leurs bonnes humeur.

Merci pour tes conseils, tes corrections des chapitres et de présentations et tout le temps que vous nous avons as accordé et qu'on passé dans la bonne humeur.

On témoigne nos vifs remerciements au Mme Henni MCB.UNIV TIARET et Mr Badaoui MCA.UNIV.TIARET , Ibn Khaldoune au département chimie qui nous ont honoré de leur présence et pour avoir acceptée de juger ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres d'ONED Tiaret, la directrice et les techniciens, pour leur aide et leurs conseils précieux dans le développement à la réalisation de ce travail.

Merci également à Mr Kadari MCA.UNIV.TIARET, Ibn Khaldoune au département chimie pour son gentillesse et son disponibilité à chaque fois où on l'ai demandé de l'aide.

Un grand merci aux membres du laboratoire chimie de nos avoir accueilli dans son laboratoire depuis mon premier stage de master et pour ses conseils et son aide.

Un grand merci à nos camarades, on leur dit merci infiniment pour tous les moments qu'on a passé ensemble et pour les rires et les pleurs qu'on a partagés.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail
A qui m'ont appris qu'il n'y a pas de rêve interdit
A qui partait mais restera toujours à mes côtés
A l'âme de mon père je dédie ce travail*

Paix à son âme

*A chère maman
A mes frères,
A mes sœurs,
A toute ma famille...
A tou(te)s mes ami(e)s...
A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce
manuscrit
de près ou de loin...*

*Aux membres de l'association kafil El-yatim Tiaret
surtout Mr le président EL hadj Djellabe Larbi mon
deuxième père. Vous étiez toujours là pour partager
avec moi ma joie d'une belle courbe et me soutenir dans
les moments de détresse quand il n'y avait rien qui
marchait ! les moments qu'on a vécus ensemble,
...resteront de beaux souvenirs.*

Mohammed Laila

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents

A ma chère sœur et à mon cher frère

A qui nous sont chers

Benhadjouba Hadjira

Liste Des Figures

Figure	Titre	Page
1	Figure I.1 : Quelques groupements polaires ou ionisables présents dans les polymères hydrosolubles.	11
2	Figure I.2 : Structures de polymères hydrosolubles synthétiques.	13
3	Figure I.3: Structure de l'acrylamide.	19
4	Figure II.1 : Le montage expérimental de la synthèse du Polyacrylamide	30
5	Figure II.2 : La précipitation de PAM dans l'Heptane.	31
6	Figure II.3 : Spectrophotomètre Infra Rouge	32
7	Figure II.4: situation géographique de centre d'enfouissement technique d'Ain Temouchent.	33
8	Figure II.5: Site de prélèvement du lixiviat	<u>34</u>
9	Figure II.6: Site de prélèvement du l'eau usée .	<u>35</u>
10	Figure II.7: représentation appareil d'oxymétrie et Enceinte thermo-staté.	37
11	FigureII.8 : l'appareille de la DCO.	38
12	Figure II.9: Schéma de protocole du DCO.	39
13	Figure II.10 : La conductimètre : CONSORT K912 ; electrochemical analyser.	40
14	FigureII.11: PH Metre: HANNA instruments; HI 2211 PH/ORP Meter.	41
15	Figure II.12: turbidimètre HANNA ; H/93703 ; Range : 0.00..1000 FTU	44
16	Figure III.1. la réaction de polymérisation de l'acrylamide.	46
17	Figure III.2 : Le spectre (IR –TF) du copolymère réticulé de l'acrylamide et de peroxyde de benzoyle.	48
18	Figure III.3 : Spectre DRX du matériau polymère PAM.	<u>49</u>
19	Figure III.4 : Evolution spatiale de la température des trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent ».	53
20	Figure III.5 : Evolution spatiale de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiret » avant la filtration.	55
21	Figure III.6 : Evolution spatiale du pH des trois échantillons amont, CET d'Ain Temouchent.	57
22	Figure III.7 : Evolution spatiale du pH des deux échantillons amont, Oued MiradaTiret.	58

23	Figure III.8 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d'Ain Temouchent.	<u>60</u>
24	Figure III.9 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Mirada Tiaret.	62

Liste Des Tableaux

N° Tableaux	Titre	
1	Tableau I.1 : donne les différents Types de polymère selon leur architecture.	7
2	Tableau I.2 : donne types de polymeres selon le nombre de monomere.	8
3	Tableau I.3 :_Propriété physico-chimiques de l'acrylamide.	19
4	Tableau I.4 : Nuisances et impacts.	25
5	Tableau II.1 : Les caractéristiques des Produits de départ utilisés dans la synthèse des copolymères.	29
6	Tableau II.2: Les résultats du test de solubilité dans quelques solvants.	31
7	Tableau II.3 : Protocole de la préparation des échantillons pour mesurer la DBO ₅ .	36
8	Tableau II.4 : Protocole de la Préparation les échantillons pour mesuré la DBO ₅ et DCO et PH et La conductivité et La température et La turbidité.	36
9	Tableau III.1 : Bandes d'absorption caractéristiques obtenus à partir du spectre FTIR du PAM).	48
10	Tableau III.2 : Paramètres organoleptiques des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent.	51
11	Tableau III.3: Paramètres organoleptiques des échantillons d'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret.	51
12	Tableau III.4: Evolution spatiale de la température de trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent » avant la filtration :	53
13	Tableau III.5 : Evolution spatiale de la température de trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent » après la filtration.	54
14	Tableau III.6 : Evolution spatiale de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiret » avant la filtration.	54
15	Tableau III.7: Evolution spatiale de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiret » après la filtration.	55

16	Tableau III.8 : Evolution spatiale du pH des trois échantillons de lixiviat, CET d'Ain Temouchent avant la filtration :	56
17	Tableau III.9 : Evolution spatiale du pH des trois échantillons, CET d'Ain Temouchent après la filtration.	57
18	Tableau III.10 : Evolution spatiale du pH des deux échantillons, Oued MiradaTiret avant la filtration :	58
19	Tableau III.11 : Evolution spatiale du pH des deux échantillons, Oued MiradaTiret après la filtration.	59
20	Tableau III.12 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d'Ain Temouchent avant la filtration.	60
21	Tableau III.13 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d'Ain Temouchent après la filtration.	61
22	Tableau III.14 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.	62
23	Tableau III.15 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret après la filtration.	63
24	Tableau III.16 : Evolution spatiale de la turbidité de lixiviat de CET d'Ain Temouchent avant la filtration.	64
25	Tableau III.17 : Evolution spatiale de la turbidité de lixiviat de CET d'Ain Temouchent après la filtration.	64
26	Tableau III.18 : Evolution spatiale de turbidité de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.	64
27	Tableau III.19 : Evolution spatiale la turbidité de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret après la filtration.	64
28	Tableau III.20 : Les valeurs de la MES de lixiviat CET d'Ain Temouchent avant la filtration.	65
29	Tableau III.21 : Les valeurs de la MES de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.	65
30	Tableau III.22: Les valeurs des résidus sec de lixiviat CET d'Ain Temouchent avant la filtration.	66
31	Tableau III.23 : Les valeurs des résidus secs de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.	66
32	Tableau III.24 : Paramètres de pollution DBO ₅ du lixiviat CET d'Ain Temouchent (97ml).	68

33	Tableau III.25 : Paramètres de pollution DBO ₅ du l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (97ml).	69
34	Tableau III.26 : Paramètres de pollution (DBO ₅ avant la filtration) du lixiviat CET d'Ain Temouchent (200ml).	70
35	Tableau III.27 : Paramètres de pollution (DBO ₅ après la filtration la filtration) de lixiviat CET d'Ain Temouchent (200ml).	71
36	Tableau III.28 : Paramètres de pollution (DBO ₅ avant la filtration) du l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml).	71
37	Tableau III.29 : Paramètres de pollution (DBO ₅ après la filtration) de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml).	72

Sommaire

Remerciement

Liste des figures

Liste des tableaux

<i>Introduction générale</i>	1
PARTIE.I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.GENERALITE SUR LES POLYMERES	6
I.1.Historique	6
I.2. Définition de polymère	6
I.2.1.La définition conventionnelle	6
I.2.2.La définition scientifique	6
I.3.Classification des polymères	6
I.3.1.Leurs l'origine	6
I.3.2.Selon leurs l'architectures	7
I.3.3.Selon leurs comportement chimiques	7
I.3.4.Selon leurs comportement thermiques	8
I.4.LES POLYMERES BIODEGRADABLES	9
I.4.1.Definition et généralité	9
I.4.1.1.Biodegradable	9
I.4.1.2.Compostable	9
I.5. LES POLYMERES HYDROSOLUBLES	10
I.5.1.Définition et généralité	10
I.5.2.Classification des polymères hydrosolubles	10
I.5.2.1.Naturelle	10
I.5.2.2.Semi-synthétiques	10
I.5.2.3. Purement synthétiques	10
I.5.3. L'obtention des polymères hydrosolubles	10
I. 5.4. Les facteurs influent sur la solubilité des polymères dans l'eau	12
I.5.4.1. Sa composition chimique	12
I.5.4.2. Sa structure moléculaire	12
I.5.4.3. La température	12

I.5.4.4. Le PH	12
I.5.5. Principaux polymères hydrosolubles synthétiques	13
I.5.6. Quelques exemples de polymères hydrosolubles non-ioniques	13
I.5.7. Devenir des polymères hydrosolubles dans l'environnement et biodégradabilité	14
I.6. LES POLYACRYLAMIDES (PAM)	15
I.6.1. Rappel sur les polyacrylamides (PAM)	15
I.6.1.1. Polymérisation anionique	16
I.6.1.2. Polymérisation radicalaire	17
I.6.2. Copolymérisation	17
I.7. L'ACRYLAMIDE	19
I.7.1. Identification et généralité	19
I.8. LES DECHET MENAGER	21
I.8.1. Gestion du déchet en Algérie	21
I.8.2. Définition des déchets ménagers	21
I.8.2.1. Déchets	21
I.8.3. Potentiel polluant des centres de stockages de déchets	22
I.8.4. Lixiviats de décharges	23
I.8.5. Composition	24
I.8.6. Nuisances pour l'environnement	24
I.9. LES EAUX USEE ET LEURS TRAITEMENTS	26
I.9.1. Identification et généralité	26
I.9.2. Traitement des eaux usées:	26
I.9.3. Les filières de traitements des eaux usées	26
I.9.4. Avantages économiques du traitement	26
I.10. FLOCCULATION ET COAGULATION	28
I.10.1. Définition et généralité	28
PARTIE.II EXPERIMENTALE	
II.1. Synthèse du polyacrylamide	29
II.1.1. Produits de départ utilisés	29
II.1.2. Mode opératoire	30
II.1.3. Test de solubilité	31
II.2. CARACTERISATION DES MATERIAUX PAM	32
II.2.1. Etude par spectroscopie infra- rouge à transformée de Fourier (IRTF)	32
II.2.1.2. Principe de la méthode	32

II.3.PRESANTATION DES SITES D'ETUDES	33
II.3.1.Site de prélèvement du lixiviât	33
II.3.1.1.Matériel biologique	34
II.3.2.Site de prélèvement de l'eau usée	35
II.3.3.Protocole analytique	36
II.4.MESURE DES PARAMETRES DE POLLUTION	37
II.4.1.Mesure de la DBO (Demande biochimique en Oxygène)	37
II.4.1.1. But	37
II.4.2. Mesure de la DCO (Demande Chimique en Oxygène)	38
II.4.2.1 Principe	38
II.4.2.2 Protocole de la (DCO)	38
II.4.2.2.1. Schémas de procédure au niveau de laboratoire	40
II.5.MESURE DES PARAMETRTES PHYSICO-CHIMIQUES	40
II.5.1. La température	40
II.5.2. Mesure de la conductivité	40
II.5.2.1.Principe de la mesure	40
II.5.3. Mesure électrométrique du pH	41
II.5.3.1.Principe	41
II.5.3.2. Appareillage	41
II.5.4. Mesure des M.E.S (Matières en suspension)	42
II.5.4.1. Définition	42
II.5.4.2. Principe	42
II.5.4.3. Appareillage et verrerie	42
II.5.4.4. Réactifs	42
II.5.4.5. Expression des résultats	42
II.5.5.La turbidité	43
II.5.5.1. Définition	43
II.5.5.2. Principe	43
II.5.5.3. Appareillage	44
PARTIE.III RESULTAT ET DISCUSSIONS	
III.1.PREPARATION DES MATATERIAUX COPOLYMERES	46
III.1.1.Produits utilisés	46
III.1.1.1. Mode opératoire	46

III.1.1.2. Le mécanisme réactionnel	46
III.1.1.3. Le rendement	47
III.2. CARACTERISATION PHYSIQUE DU POLYACRYLAMIDE	48
III.2.1. Etude par spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier (IR-TF)	48
III.2.2. Diffraction des rayons X (DRX)	49
III.3. ETUDE DU TRAITEMENTE DU LIXIVIAT ET L'EAU USEE PAR PAM	50
III.3.1. Flocculation coagulation par PAM	50
III.3.2. Etudes physico-chimique	50
III.3.3. Paramètres organoleptiques des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret.	50
III. 3.4. Paramètres physico-chimique des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret	52
III.3.4.1. La température	52
III.3.4.1.1. Pour lixiviat	53
III.3.4.1.2. Pour l'eau usée	54
III.3.4.1.3. Interprétation des résultats	56
III.3.4.2. Le pH	56
III.3.4.2.1. Pour lixiviat	56
III.3.4.2.2. Pour l'eau usée	58
III.3.4.2.3. Interprétation des résultats	59
III.3.4.3. La conductivité CE	59
III.3.4.3.1. Pour lixiviat	60
III.3.4.3.2. Pour l'eau usée	62
III.3.4.3.3. Interprétation des résultats	63
III.3.4.4. La turbidité	63
III.3.4.4.1. Pour lixiviat	64
III.3.4.4.2. Pour l'eau usée	64
III.3.4.4.3. Interprétation de résultats	64
III.3.4.5. MES	65
III.3.4.5.1. Pour lixiviat	65
III.3.4.5.2. Pour l'eau usée	65
III.3.4.5.3. Interprétation des résultats	65
III.3.4.6. Residus Sec	65
III.3.4.6.1. Pour lixiviat	66
III.3.4.6.2. Pour l'eau usée	66

III.3.4. 6.3.Interpretation des résultats	66
III.3.5. Paramètres de pollution	66
III.3.5.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5)	67
III.3.5.2.Paramètres de pollution (DBO ₅) du lixiviat CET d'Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (97ml)	68
III.3.5.2.1.Pour lixiviat	68
III.3.5.2.2.Pour l'eau usée	69
III.3.5.3.Paramètres de pollution (DBO ₅) du lixiviat CET d'Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml)	70
III.3.5.3.1.Pour lixiviat	70
III.3.5.3.2.Pour l'eau usée	71
III.3.5.4. La DCO	72
II.3.5.5. Le rapport DBO ₅ /DCO	72
III.3.5.5.1.Interprétation des résultats	73
III.4.CONCLUSION	74
CONCLUSION GENERALE	76
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	78
ANNEXE	84
RESUME	

GLOSSAIRE ET ABRIVIATION

Glossaire et Abréviation

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AIBN : Azobis isobutyronitrile.

AAm : Acrylamide.

AMD : Acrylamide.

BBT : Bleu de bromothymol.

BIS NN : -méthylène-bis acrylamides.

AND: Agence Nationale de Déchets.

APC : Assemblée Populaire Communale.

C : concentration.

CE : conductivité électrique.

CET : centre d'Enfouissement technique.

DBO₅: Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DRX : Diffraction des rayons X.

DMF: N, N-Diméthylformamide

EDTA : **Acide** éthylène diamine tétra –acétique.

HCl : Acide Chlorhydrique.

I : Initiateur.

IF : Infra-rouge

IPN : Réseaux interpénétrant le polymère.

IUPAC : Union internationale de chimie pure et appliquée.

M : molaire.

MES : matière en suspension.

GLOSSAIRE ET ABRIVIATION

MHS : Mark-Houwink-Sakurada.

ml : millilitre.

m_0 : Masse de l'échantillon avant séché.

m_1 : La masse de l'échantillon après la sécher

NaCl : Chlorure de sodium.

NaCMC : Carboxyméthyl cellulose de sodium.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

NET : noir eriochrome T.

Nm : nanomètre.

ONEA : office nationale de l'eau et de l'assainissement.

ONEP : office nationale de l'eau potable.

ONED : observatoire nationale de l'environnement et le developement durable

PAM : Polyacrylamide.

PCR : réaction de polymérisation en chaine.

pH : potentiel hydrogène.

R_f : rapport frontal.

TEMED : N, N, N', N', tétramethyl-éthylène-diamine.

THF : tetrahydrofuranne.

UV : Ultraviolette.

I

**NTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

Les industries quotidiennes sont seront peut-être confrontées à des réglementations environnementales plus sévères relatives aux normes d'effluents. Ces normes forceront les compagnies à investir pour faire l'acquisition de systèmes de traitement des eaux usées de plus en plus complexes. Antérieurement, un simple système de traitement primaire était suffisant, alors qu'aujourd'hui certaines usines munies d'un système moderne de traitement secondaire ont de la difficulté à être conformes aux normes actuelles [1].

Et parce que l'eau est un bien commun essentiel à la vie et une ressource limitée faisant partie du grand système écologique dans lequel nous vivons et dont notre vie dépend, sa disponibilité en quantité, mais aussi et surtout en bonne qualité pour satisfaire les besoins de la population est donc primordiale.

L'Algérie souffre ces dernières années d'un manque d'eaux doublées d'une forte croissance de la population. La question de l'approvisionnement en eau est en assainissement est devenue cruciale [2].

L'implantation des décharges dans les sites non appropriés ou non aménagés spécifiquement à cet effet accentue le risque de contamination des eaux de surface et souterraines, et par conséquent la santé humaine sachant que l'eau est source de vie [3-4-5]. Suite à une évolution bio physico-chimique de ces déchets ainsi entassés et l'action des pluies, il se génère un jus appelé lixiviation. Ce jus constitue une source de pollution pour l'environnement. En effet, en plus des odeurs qu'il émet, il entraîne une altération pour la qualité des eaux de surface et souterraines due à sa charge polluante élevée (matières organiques, minérales et pollution bactériologique marquée par le développement des bactéries, virus et algues). De manière plus générale, le problème de la gestion des déchets est quotidien et planétaire et la situation est dramatique dans les pays en développement [6-7-8] et notamment au Algérie [9-10-11].

La décharge publique contrôlée d'Ain t'émouchent reçoit plus des tonnes par jour de déchets de toute nature. La fermentation de ces déchets génère une grande quantité de lixiviats noirâtres pouvant contenir des éléments indésirables. Le lixiviat peut contenir beaucoup de matières organiques (biodégradables, mais aussi réfractaires à la biodégradation) constituées dans la majeure partie par des substances humiques [12], aussi bien que l'azote ammoniacal, les métaux lourds, les organochlorés et les sels inorganiques [13-14]. Les lixiviats sont donc une source de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines s'ils ne sont pas correctement traités [15-16-17-18].

Contexte démographique en Algérie

Une projection à l'horizon 2025, annonce une population de 55 millions de personnes réparties comme suit :

- 30 millions, dans les régions telliennes,

- 15 millions dans les régions métropolitaines,

- 10 millions dans la seule région métropolitaine d'Alger qui regroupe : Alger, Blida, Boumerdes, Tipaza. (MATE, 2003).

Sans une action de réorganisation de l'armature urbaine, il est à craindre que cette tendance exacerbe des problèmes que connaît déjà l'Algérie, par exemple l'intensification des mouvements migratoires vers les grandes villes du nord eu égard à l'échec des politiques visant à freiner l'exode rural (taux = 75 % prévu à l'an 2010), (MATE, 2003), l'urbanisation spontanée et anarchique, la dégradation du cadre de vie urbain, etc. pour ne citer que ceux-là.

Le défi- démographique, auquel il est urgent de faire face, est cette forte croissance des villes, dont la plupart voit leur population et leur superficie doubler en moins d'une génération [19]. Le traitement des déchets font l'objet d'intérêt particulier pour gouvernement de ce fait plusieurs méthodes incluant des polymères come flocculant dans le traitement parmi ces polymères on retrouve le polyacrylamide non hydrolysé qui est un polymère soluble qui se dissolvé dans l'eau ou dans des solvants de polarité au moins égale à celle de l'eau (ex : le formalise) et son comportement en solution diluée a fait l'objet d'un grand nombre de travaux [20].

Une série d'études systématiques portant sur des fractions bien caractérisées [21-22] a permis d'établir que leur comportement thermodynamique et leurs propriétés conformation elles sont peu différents de ceux observés pour les polymères vinyliques.

Les polyacrylamides présentent un double intérêt : industriel et fondamental. Des masses moléculaires élevées peuvent être obtenues par polymérisation radicalaire, ils trouvent leurs applications les plus importantes en tant qu'épaississants, flocculants pour le traitement des eaux [23-24], agents de traitement de sol [25-26], et dans beaucoup d'applications biomédicales [27-28]. En particulier, les gels et les membranes faits à partir des polyacrylamides ont été intensivement utilisés ces dernières années pour les séparations des protéines [29-30].

INTRODUCTION GENERALE

L'objectif de ce travail est d'identifier la composition physico-chimique soit organique ou inorganique, biologique aussi et l'évolution les paramètres de lixiviat et de l'eau usée alors le travail que nous présentons ici concerne la synthèse et la caractérisation de polyacrylamide en vue de son utilisation dans le traitement de dépollution des et des eaux usées et de lixiviat. Il s'agit en fait de l'utilisation d'un polymère à de nouvelles fins. L'approche expérimentale permettra à la fois de non seulement démontrer l'efficacité du traitement et de démontrer son mode d'action.

Ce travail est composé de trois chapitres :

- Le premier chapitre de ce travail est consacré à une étude bibliographique permettant de mieux appréhender, de façon générale les concepts théoriques qui propose une revue bibliographique sur la synthèse du polyacrylamide et les concepts de la polymérisation de l'acrylamide suivi par une recherche bibliographique sur les déchets ménagers en Algérie et leurs gestion et stockage et sur le traitement des eaux usées et leurs traitements.
- Dans le deuxième chapitre, on présente un rappel sur les principes et les détails pratiques des techniques expérimentales utilisées dans ce travail, afin de mener à bien nos travaux, nous avons d'abord réalisé une étude préliminaire incluant des analyses physico-chimique du lixiviat récolté et du l'eau usée utilisé.
- Dans le troisième chapitre nous présentons les résultats et discussions.

Références bibliographiques:

- [1]. Thèse nouvelle approche de traitement des eaux usées papetière, Février 2000.L'universite du Québec à trois –rivers.Par Daniel Gagnon.
- [2]. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique .Université Abou-Baker Belkaïd de Tlemcen. Boualalem Slimane, soutenu le 16/10/2013.
- [3]. Nhari F., Sbaa M., Vassel J L., Fekhaoui M., El Morhit M., *J. Mater. Environ. Sci., Soil contamination of the landfill. uncontrolled by heavy metals: case of the landfill of Ahfir-Saidia.* 5 (5) (2014) 1477-1484.
- [4]. Chofqi A., Younsi E., Lhadi K., Mania J., Mudry J., Veron A., *Journal of African Earth Sciences.* 39 (3-5) (2004) 509-516.
- [5]. Idlahcen A., Souabi S., Taleb A., Zahidi K., Bouezmarni M., *Scientific Study & Research, Chemistry & Chemical.*
- [6]. Elfeki M., Tkadlec E., *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (2015) 756-764.
- [7]. Singh U K., Kumar M., Chauhan R., Ramanathan A., Subramanian V., *Environmental Monitoring and Assessment.*141 (1-3) (2008) 309-321.
- [8]. Ying L.A., Jinhui L.A., Shusheng C.B., Weihua D., *Journal of Environmental Pollution.* 165 (2012) 77-90.
- [9]. Jirou Y., Harrouni Ch., Arroud A, Daoud S, Fox H and Fatmi M., *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2014) 1816-1824.
- [10]. Hafid N., El hadek M., *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2014) 2145-2150.
- [11]. El bada N., Mountadar M., *J. Mater. Environ. Sci.* 3 (4) (2012) 786-799.
- [12]. Kang KH., Shin HS., Park H., *Water Res.* 36(16) (2002) 4023-4032.
- [13]. Wang ZP., Zhang Z., Lin YJ., Deng NS., TaoT., Zhuo K., *J. Hazardous Mater* 95(1/2) (2002) 153-159.
- [14]. Chemlal R., Azzouz L., Kernani R., Abdi N., Lounici H., Grib H., Mameri N., Drouiche N., *Ecological Engineering*,73 Dec (2014) 281–289.

INTRODUCTION GENERALE

- [15]. Zume J T., Tarhule A., Christenson, *Ground Water Monitoring and Remediation*. 26 (2) (2006) 62- 69.
- [16]. Khalil F., Chtioui H., Souabi S., Zakarya D., Aboulhassan MA., *Revue L'eau, L'industrie, Les nuisances*, 282 (2005) 58.
- [17]. Chtioui H., Khalil F., Souabi S., Aboulhassan MA., *Déchets, Sciences et Techniques*. N° 49 (2008) 1er Trimestre.
- [18]. El kharmouz.M., Sbaa.M., Chafi A., Saadi S., *Larhyss Journal*. n°16 (Décembre 2013) 105-119.
- [19]. Martin Pépin AINA .Le 22 septembre 2006.expertises des centres d'enfouissement techniques de déchets urbains dans les ped: contributions a l'élaboration d'un guide méthodologique et a sa validation expérimentale sur sites.
- [20]. W.M. Kulicke, R. Kniewske, J. Klein, *Prog. Polym.Sci.*, 1982, 8, 1982.
- [21]. Thierry Schwartz, Jeanne Francois. *Makromol. Chem.* 182,2757-2773 (1981).
- [22]. A. KANDA, M. DUVAL, D. SARAZIN, J. FRANÇOIS. *Polymer ISSN*.Vol. 26, no3, 406-412 (1985).
- [23]. Perman CA. U.S. Patent 5,071,587, 1991.
- [24]. Gagneja M, Singh P. *Indian J Chem Technol*; 2 (2) : 74 (1995).
- [25]. Seybold CA. *Commun Soil Sci Plant Anal*; 25(11–12):2171 (1994).
- [26]. Azzam RAI. *Commun Soil Sci Plant Anal*; 11(8):767 (1980).
- [27]. Chabreck P, Lohmann D. In Process for coating a material surface, *Eur. Pat. Appl.*;2001.
- [28]. Marshall T, Williams KM. *Electrophoresis*;12(7–8): 461 (1991).
- [29]. Patras G, Qiao GG, Solomon DH. *Electrophoresis*;21:3843 (2000).
- [30]. Caulfield MJ, Purss HH, Solomon DH. *Electrophoresis*;22:4297 (2001).

C

HAPITRE I

Partie bibliographique

I.GENERALITE SUR LES POLYMERES

I.1 Historique

Bien que l'homme ait depuis longtemps utilisée des polymères naturels comme les fibres textiles par ex, il faut attendre 1830 pour que la science s'y intéresse ; Au départ on transforme chimiquement des polymères naturels pour générer des polymères artificiels.

Les travaux de Staudinger dans les années 1920 constituent la base de la science des polymères (Nobel en 1953) ou macromolécules .Flory énoncera plus tard les principes fondamentaux sur les polymères (Nobel 1974), alors que signifie le mot polymères ?

I.2 Définition de polymère

I.2.1 La définition conventionnelle

Le mot polymères vient du grec « polus » plusieurs, et « meros » partie.

I.2.2 La définition scientifique

Les polymères sont parmi les produits chimiques ayant le plus d'application industrielles. Ce sont des macromolécules obtenues par la combinaison d'un grand nombre de molécules plus petites, Les polymères ont des une masse molaire très importante .ON peut les définir aussi par la macromolécule formée de l'enchaînement covalent d'un très grand nombre d'unités de répétition d'un ou de plusieurs monomères (qui sont également appelés des motifs) [1].

La macromolécule est dite homopolymère si tous les monomères sont identiques dans les chaînes macromoléculaires et copolymères si les chaînes composent des motifs différents [2].

I.3 Classification des polymères

Il existe plusieurs classification des composés macromoléculaires prouvent être proposée selon [2] :

I.3.1 Leurs l'origine



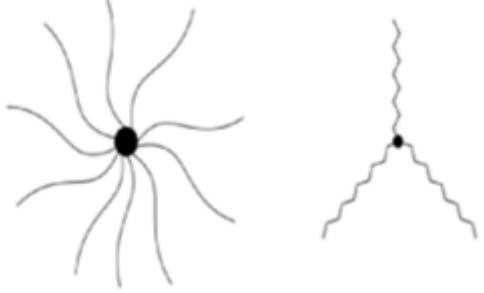
- ❖ Des polymères naturels.
- ❖ Des polymères artificiels.
- ❖ Des polymères synthétiques.

I.3.2 Selon leurs l'architectures [3]

Elles peuvent être divisées en quatre grandes familles [4] :

Les polymères linéaires, ramifiée, réticules et plus récemment, les polymères dendritiques.

Tableau I.1 : donne les différents Types de polymère selon leur architecture.

Polymère linéaire	
Polymère ramifié	
Polymère en étoile	

I.3.3 Selon leur comportement chimique [5]

- ❖ Les homopolymères.
- ❖ Les copolymères.

Tableau I.2 : donne types de polymeres selon le nombre de monomere

Copolymere alterne	
Copolymere statistique	
Copolymere bloc	
Copolymre greffe	

I.3.4 Selon leurs comportements thermiques

Il existe 03 types :

- ❖ Les thermoplastiques [6].
- ❖ Les thermodurcissables [7].
- ❖ Les élastomères [8].

I.4 LES POLYMERES BIODEGRADABLES

I.4.1 Définition et généralité

Dans la nature, les matériaux polymères peuvent subir une dégradation par l'action d'agents biologiques, chimiques et/ou physiques (mécaniques) [9].

Généralement, ces voies interviennent de manière concomitante dans le processus de dégradation [10].

Selon les facteurs conduisant à la modification de la structure moléculaire du polymère et par conséquent à la détérioration des propriétés macroscopiques, on parlera d'une dégradation chimique (oxydation, hydrolyse), physiques (photodégradation, thermodégradation) ou biologique qui implique une action enzymatique et/ou une décomposition chimique causée par les organismes vivants (bactéries, champignons, levures, insectes,...) ou par leurs produits de sécrétions [11-12].

Afin de mieux comprendre le phénomène de la biodégradation, il est indispensable de connaître les différents termes utilisés pour le décrire. Selon la norme NF EN 13432 :2000, la biodégradation est définie comme suit : « sous l'action des micro-organismes en présence d'oxygène, décomposition d'un composé chimique organique en dioxyde de carbone, eau et sels minéraux (minéralisation) et apparition d'une nouvelle biomasse ; en l'absence d'oxygène, décomposition en dioxyde de carbone, méthane, sels minéraux et création d'une nouvelle biomasse ». Cette même norme définit l'appellation biodégradable ou compostable comme suit :

I.4.1.1 Biodégradable

Le matériau doit présenter une biodégradabilité ultime de 90% au bout de 6 mois dans différents milieux test (l'eau douce, eau salée et les sols). De plus, les résidus de la biodégradation ne doivent pas présenter un effet écotoxique.

I.4.1.2 Compostable

Le matériau doit être dégradé à 90% de sa masse initiale au bout de 6 mois dans un milieu compost industriel. La taille des résidus doit être inférieure à 2 mm au bout de 03 mois de compostage ce qui équivaut à une perte totale de visibilité dans le compost. L'absence des effets écotoxiques doit être démontrée ainsi que la qualité agricole du compost obtenu.

I.5. LES POLYMERES HYDROSOLUBLES

I.5.1 Définition et généralité

La plupart des polymères sont insolubles dans l'eau, pour des raisons évidentes, concernant leurs applications. Il existe cependant une catégorie de polymères qui sont hydrosolubles.

I.5.2 Classification des polymères hydrosolubles

Les polymères hydrosolubles sont classés généralement en trois groupes suivant leur origine c'est-à-dire :

I.5.2.1 Naturelle

Tout d'abord, les polymères d'origine naturelle : ce sont les polysaccharides comme l'amidon, la gomme arabique, les gommes extraites des graines (agave, caroube), des algues (carraghénanes, alginates), des microbes (xanthane) et les protéines telles que l'albumine, la caséine et le glutène.

I.5.2.2 Semi-synthétiques

C'est le cas de l'amidon.

I.5.2.3 Purement synthétiques

Qui peuvent être des polymères non-ioniques ou des poly-électrolytes possédant des groupes ionisables leur donnant un caractère anionique ou cationique en solution aqueuse [13].

I.5.3 L'obtention des polymères hydrosolubles

Les polymères hydrosolubles sont obtenus :

- ❖ Soit par synthèse à partir de monomères hydrophiles (par ex, le polyacrylamide),
- ❖ Soit par modification chimique (par ex par hydrolyse du poly (acétate de vinyle) conduisant à l'alcool polyvinylique) ;
- ❖ Soit par extraction à partir d'une substance végétale (plantes, algues) ou animale (crustacés, crevettes de coq....)

Il s'agit de polymères de biosynthèse mais dont les caractéristiques dépendent des conditions climatiques, de l'âge, etc ;

- Soit par biosynthèse à l'aide de micro-organisme (bactéries ou champignons) : il est plus facile de contrôler les conditions de fermentation, d'isolement et de purification de ces polysaccharides [14-15].

Pour qu'un polymère soit hydrosoluble, il doit posséder des groupements polaires ou ionisables tel que $-C=O$, $-O-H$, $-NH_2$, $-CONH_2$, $-CH_2-CH_2-O-$, $-COOH$, $-SO_3H$ (**Figure.I.1**) représentent quelques groupements polaires ou ionisables présents dans les polymères hydrosolubles.

En général, il possède aussi des groupements hydrophobes ou une chaîne principale essentiellement hydrophobe .C'est pourquoi les conséquences de l'introduction d'un polymère dans l'eau sont extrêmement complexes et dépendent étroitement des conditions expérimentales (pH, concentration du polymère, température).

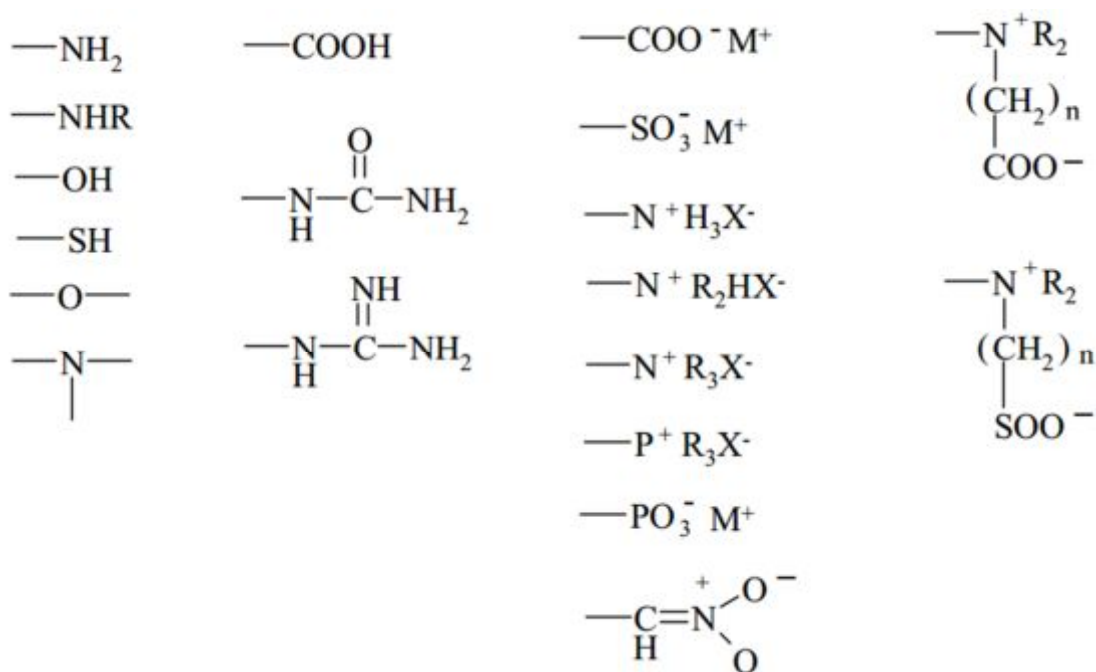


Figure I.1 : Quelques groupements polaires ou ionisables présents dans les polymères hydrosolubles.

I.5.4 Les facteurs influent sur la solubilité des polymères dans l'eau

La solubilité du polymère dans l'eau dépend de plusieurs facteurs :

I.5.4.1 Sa composition chimique

De petits changements de cette composition peuvent avoir des répercussions importantes sur l'hydrosolubilité du polymère. Ainsi, l'acide polyacrylique $-\text{[CH}(\text{CO}_2\text{H})-\text{H}_2\text{]}-$ est facilement soluble dans l'eau alors que le poly(acrylate de méthyle) $-\text{(CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{)}-$ ne l'est pas .

I.5.4.2 Sa structure moléculaire

Des polymères de même composition chimique peuvent avoir des comportements différents en solution dans l'eau cause de leur structure moléculaire et des interactions intramoléculaires qui en découlent .par exemple amylose et la cellulose (qui sont issues du glucose).l'amylose est hydrosoluble tandis qu'il existe très peu de solvants pour la cellulose .La différence vient du fait que les unités glucose sont liées en alpha pour l'amylose et en beta pour la cellulose

I.5.4.3 La température

La plupart des polymères en solution dans solvant organique sont soluble au-dessus de la température supérieure de solubilité et deviennent insolubles quand ils sont refroidis par contre, les polymères hydrosoluble possèdent une température inférieure critique de solubilité (LCTS : lower critical solution température) qui est difficilement accessible par l'expérience et au-dessus de laquelle ils ne sont pas solubles. La température inférieure critique de solubilité est atteinte en raison de l'effet de la température sur la structure de l'eau. Effet hydrophobe intervient et les liaisons hydrogènes sont rompues.

I.5.4.4 Le pH

La modification du PH de la solution aqueuse peut parfois entrainer une séparation de phase [16]. La polyacrylamide par exemple, à PH devient insoluble et précipite sous de forme de sel.

La nature des groupements fonctionnels, leur masse molaire, la composition et la structure des polymères (linéaire, branche ou en étoile) ainsi que l'équilibre hydrophile /hydrophobe sont responsables des propriétés des polymères.

I.5.5. Principaux polymères hydrosolubles synthétiques

Les polymères hydrosolubles synthétiques sont divisés en trois catégories :

- Polymères hydrosolubles non-ioniques.
- Les polyélectrolytes .
- Polymères hydrosolubles amphotères.

Voici un certain nombre de polymères hydrosolubles non-ioniques : les polymères acryliques, les polyéthers, les polymères vinyliques et les polyimines.

Leur hydrosolubilité est directement liée à la présence d'un grand nombre de groupements polaires ou de liaisons hydrogènes par unité répétitive.

I.5.6 Quelques exemples de polymères hydrosolubles non-ioniques

poly (acrylamide), PAM.

Poly (acide acrylique), PAA.

Poly (oxyde d'éthylène), PEO.

Poly (alcool vinylique), PVA.

poly(N-vinyle pyrrolidone), PVP.

Poly (vinyle amine), PVAm.

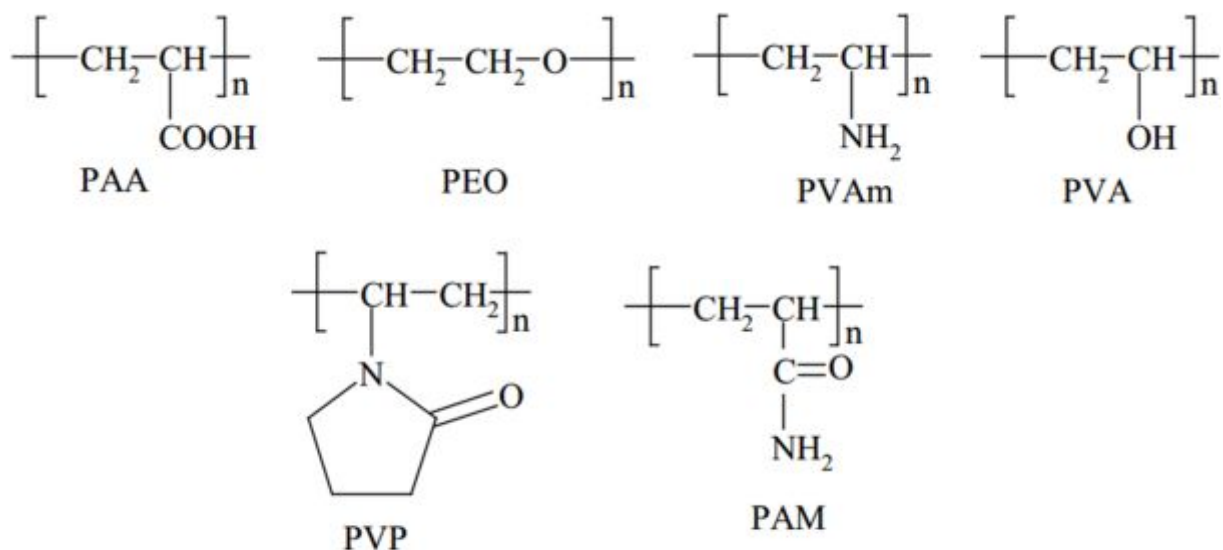


Figure I.2 : Structures de polymères hydrosolubles synthétiques.

I.5.7 Devenir des polymères hydrosolubles dans l'environnement et biodégradabilité

Les polymères hydrosolubles synthétiques sont largement utilisés dans des domaines variés comme les détergents, les enduits, le traitement de l'eau, la stabilisation des sols ou des bois humides et comme intermédiaires dans la fabrication d'autres polymères. En raison de leur fonction même ou simplement par lessivage, ces polymères hydrosolubles peuvent se retrouver à terme dissous dans les eaux de surface ou dispersés à l'état solide dans la nature, avec les risques de pollutions afférents. De part leur solubilité dans l'eau, leur devenir dans l'environnement est moins évident que celui des emballages plastiques [17,18], c'est pourquoi les médias leur accordent moins d'importance.

Avec la prise de conscience de l'importance de la protection de l'environnement et des conséquences économiques et réglementaires qui en découlent, les fabricants de polymères sont, maintenant plus que jamais, responsables des matières premières qu'ils emploient pour leur production, des déchets qu'ils génèrent et du devenir de leurs produits dans l'environnement après usage.

Les méthodes traditionnelles utilisées pour se débarrasser des détritiques solides enfouissement, incinération et recyclage- ne sont pas applicables pour les polymères dissous dans l'eau. C'est pourquoi des tests de biodégradabilité ont été réalisés sur plusieurs polymères hydrosolubles afin de mesurer leur pouvoir de biodégradation [17, 19,20].

La biodégradabilité est définie comme une dégradation enzymatique des chaînes de polymères qui peut conduire, à une conversion totale en dioxyde de carbone et en eau dans des conditions d'aérobies, et en dioxyde de carbone, eau et méthane dans des conditions d'anaérobies. L'oxygène étant souvent présent, les conditions d'aérobies ont été plus largement étudiées.

Les tests de biodégradabilité des polymères sont rapides mais souvent difficiles à interpréter. Désormais il est d'usage de réaliser des tests de plus en plus complexes pour déterminer si oui ou non un polymère est biodégradable. Des tests simples tels que la Demande Biologique en Oxygène (Biological Oxygen Demand (BOD)), la Demande Théorique en Oxygène (Theoretical Oxygen Demand (TOD)) ou la Demande Chimique en Oxygène (Chemical Oxygen Demand (COD)) peuvent être utilisés pour mesurer les quantités de dioxyde de carbone, d'eau et de sels produites. Toutefois, à cause de l'utilisation des microbes en structure cellulaire, ce type de tests n'est pas très précis et la reproductibilité est difficile à obtenir. C'est pourquoi des tests plus performants tels que

l'évolution en dioxyde de carbone et l'élimination de carbone organique dans des installations reproduisant les conditions des eaux usées sont réalisées pour obtenir plus de précision. Dans le cas des polymères, il ne faut pas perdre de vue que la masse molaire possède une distribution et que les polymères de faible masse molaire sont plus facilement biodégradés que ceux de haute masse molaire [17].

De plus, contrairement aux polymères naturels considérés comme biodégradables, la plupart des polymères hydrosolubles synthétiques ne manifestent pas de propension à se biodégrader. Seuls les polymères hydrosolubles synthétiques de faible masse molaire $M_n < 1000 \text{ g mol}^{-1}$, comme par exemple le poly (alcool vinylique) et le poly (éthylène glycol) sont biodégradables [17, 19, 21,22].

On peut distinguer les polymères qui ne possèdent que des atomes de carbone dans leur squelette, et ceux qui possèdent des atomes d'oxygène comme les polyéthers.

I.6 LES POLYACRYLAMIDES (PAM)

I.6.1 Rappel sur les polyacrylamides (PAM)

Les polyacrylamides présentent des grandes importances techniques et académiques, leurs plus grandes applications industrielles sont dues à leur solubilité dans l'eau. Les usages les plus importants de ces polymères sont des flocculants des minéraux, additif en papier, agents épaississants, utilisés dans les domaines de la clarification des eaux résiduaires et la récupération assistée du pétrole [23-24].

Le terme de polyacrylamide est réservé pour les homopolymères non ioniques de l'acrylamide. Le polyacrylamide solide complètement sec est blanc, non toxique contrairement à son propre monomère. Commercialement, le polyacrylamide est disponible comme poudre de forme sphérique. Ces produits peuvent contenir des petites quantités d'additifs ce qui aide la stabilité et la dissolution de ce polymère dans l'eau. La présence des groupements amides ($-\text{CONH}_2$) dans les chaînes de polyacrylamide leur confère la solubilité dans l'eau et dans quelques autres solvants polaires, comme le glycérol, éthylène glycol ; et le formamide [25].

Il est généralement soluble dans la plupart des solutions salées. Le polyacrylamide se prépare par la polymérisation d'acrylamide, un nombre important des polyacrylamides a été préparé. L'acrylamide peut se polymériser dans certaines conditions, comme l'exposition à l'humidité, sous l'action de la chaleur ou des rayons ultraviolets, des ultrasons et en présence d'initiateurs même

sous forme de traces, comme les peroxydes et les persulfates. La réaction est exothermique et peut devenir dangereuse [26].

La polymérisation de l'acrylamide conduit à des polymères à haut poids moléculaire, et les méthodes de synthèse ont été examinées [27].

L'acrylamide possède les propriétés caractéristiques de la fonction amide (hydrolyse, déshydratation, estérification, condensation avec les aldéhydes) et celles du groupement vinylique (réaction d'addition, de polymérisation et de copolymérisation).

L'acrylamide peut également réagir dangereusement avec les agents oxydants ou réducteurs, les acides ou les bases.

Il se décompose au-dessus de 175°C en donnant naissance à de l'oxyde et du dioxyde de carbone, de l'ammoniac et/ou des oxydes d'azote [28].

L'acrylamide se présente sous la forme de cristaux blancs pailletés, inodores, qui se subliment lentement à la température ambiante [29].

Il est très soluble dans l'eau (215,5 g / 100 ml à 30°C) et soluble dans de nombreux solvants organiques (Acétone, acétate d'éthyle, éthanol...). Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

- Masse molaire : 71,08 g/mol.
- Point de fusion : 84,5°C.
- Point d'ébullition : 125°C sous 3,33 kPa.
- Densité : 1,122
- Point d'éclair : 138°C.

L'acrylamide peut se polymériser en solution, en masse, en émulsion inversée, en suspension et par précipitation. Concernant cette polymérisation, deux choix s'offraient à nous: Une polymérisation par voie anionique d'une part, et par voie radicalaire d'autre part.

1.6.1.1 Polymérisation anionique

Cette méthode a pour avantage de donner des chaînes de tailles bien spécifiques et très mono disperses, mais elle est assez longue et délicate à réaliser. Cette méthode a pour avantage de

donner des chaînes de tailles bien spécifiques et très mono disperses, mais elle est assez longue et délicate à réaliser.

La polymérisation en solution de l'acrylamide à haut pH, causée par les bases fortes, conduit à un polymère d'une structure totalement différente, par suite du réarrangement de la position de l'espace nucléophile, appelé poly (alanine) ou nylon-3 [30].

I.6.1.2 Polymérisation radicalaire

Cette réaction est extrêmement simple, qui donne généralement des chaînes de très grandes masses (3 à 8 millions), pas trop poly disperses ($p \approx 2$). Le polyacrylamide issu de la polymérisation radicalaire de l'acrylamide est un solide amorphe de $T_g \approx 188^\circ\text{C}$, cette valeur élevée étant due à la présence des liaisons hydrogène.

La polymérisation radicalaire de l'acrylamide peut se faire en utilisant plusieurs types d'initiateurs, comme les peroxydes [31], les persulfates [32], les composés azoïques [33-34], les systèmes redox [30]. Cette réaction montre une forte dépendance avec la température, pH, concentration du monomère et le milieu réactionnel [34].

I.6.2 Copolymérisation :

Les copolymères à base d'acrylamide présentent un intérêt capital dans plusieurs domaines. L'acrylamide se copolymère avec un grand nombre de monomères vinyliques, citons la copolymérisation micellaire avec le N-octadécylacrylamide, en présence de dodécylsulfate de sodium (SDS), pour former les polyacrylamides associatifs modifiés hydrophobes [35].

En milieu aqueux, les groupements hydrophobes s'associent entre eux et forment ainsi des domaines hydrophobes de différentes chaînes polymères, ils jouent un rôle de réticulant intermoléculaire, ce qui peut conduire à une augmentation significative de la viscosité et finalement à la formation d'un gel physique. Les propriétés rhéologiques [36] remarquables de ces copolymères conduisent à de nombreuses applications industrielles telles que la formulation des peintures, les cosmétiques, ils sont aussi utilisés dans différents autres procédés industriels tels que la floculation, coagulation, agent de séchage, etc....

Les copolymères d'acrylamide avec les monomères ioniques sont généralement solubles dans l'eau, mais ils présentent des propriétés différentes à celles du polyacrylamide neutre, la présence des unités monomériques chargées sur le copolymère provoque une expansion de la chaîne

accompagnée d'un accroissement de la viscosité, à basse force ionique(effet poly électrolyte).

La copolymérisation de l'acrylamide avec les monomères zwitterioniques a connu un grand nombre d'études [37-38], ces systèmes incluent simultanément des groupes chargés positivement et négativement qui leurs confèrent des propriétés électriques importantes.

Les copolymères à base d'acrylamide et des monomères cationiques sont fabriqués par plusieurs processus commerciaux. Les monomères cationiques les plus utilisés sont les dérivés d'ammonium quaternaires cationiques des esters d'acide méthacrylique, ces copolymères sont parmi les flocculants les plus importants grâce à la distribution uniforme des monomères le long de la chaîne polymérique [39-40].

Les copolymères anioniques de l'acrylamide tels que les poly (acrylamide-Co-acrylate d'ammonium), possèdent une importance pratique considérable. Ils peuvent être préparés en solution ou en émulsion inverse [41] et aussi par microémulsion inversée [42]. Les rapports d'activités varient avec le pH, quand le pH est élevé le rapport d'activité de l'acrylamide est élevé, il peut se former un copolymère aléatoire à un $\text{pH} \approx 5$.

I.7 L'ACRYLAMIDE

I.7.1 Identification et généralité

Le monomère d'acrylamide se présente sous forme des cristaux blancs, ils appartiennent à la classe des composés organiques appelle « en amides ».c'est un produit chimique industriel extrêmes important. Acrylamide est un produit de synthèse, toxique et neurotoxique sa nomenclature selon l'UPAC est 2-propenamamide.

Tableau I.3 : Propriété physico-chimiques de l'acrylamide [43].

Formule chimique	C₃H₅NO	(Verschueren 2001)
Masse molaire	71.08	(Verschueren2001)
Point de fusion	84.5 °C	(Verschueren 2001)
Point d'ébullition	192.6°C	(Verschueren 2001)
Densité	1.12g /mol à30 °C	(Budavari et al.2001)
Tensions de vapeur	0.9 pa à 25 °C 4.4 pa à 40°C 9.3 Pa à 50 °C	(Carpenter & Davise 1957)
Solubilité	2155 g /L à 30°C	(Verschueren 2001)

Chimiquement, l'AMD contient deux groupements fonctionnels : la double liaison vinylique carbone-carbone et le groupement amide (figure 2). Le groupement amide peut être impliqué dans différentes réactions comme l'hydrolyse, la déshydratation et l'alcoololyse. La double liaison insaturée de l'AMD lui confère la majeure partie de sa réactivité chimique. En effet, à cause de son caractère électrophile, cette liaison est très active avec les composés nucléophiles comme les protéines et est responsable de la plupart des effets toxiques de l'acrylamide (réactivité vis-à-vis des protéines et de l'ADN).

Elle est également impliquée dans l'oxydation de l'AMD pour former glycidamide.

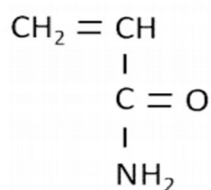


Figure I.2: Structure de l'acrylamide.

L'AMD est le composé de base utilisé dans la production des polymères de PAM. Pendant le processus de polymérisation, la double liaison vinylique initialement présente dans les monomères d'AMD, est éliminée. Les polymères de PAM ainsi produits sont relativement inertes chimiquement dans les conditions normales, même si le groupement amide du PAM peut subir des réactions d'hydrolyse et produire de l'ammoniac ou un acide carboxylique.

L'AMD est le composé de base utilisé dans la production des polymères de PAM. Pendant le processus de polymérisation, la double liaison vinylique initialement présente dans les monomères d'AMD, est éliminée. Les polymères de PAM ainsi produits sont relativement inertes chimiquement dans les conditions normales, même si le groupement amide du PAM peut subir des réactions d'hydrolyse et produire de l'ammoniac ou un acide carboxylique [43].

I.8 LES DECHET MENAGER

I.8.1 Gestion du déchet en Algérie

La gestion des déchets dans notre pays rencontre de très nombreuses difficultés ; tant du point de vue technique, économique, que méthodologiquement organisationnel.

L'envergure des problèmes appelant l'urgence de solutions, les décharges sont devenues l'unique moyen pour l'élimination des déchets.

La mise en décharge présente l'avantage d'éliminer d'importants volumes à des coûts raisonnables, mais malheureusement, elle se limite souvent à une simple espèce ou les déchets sont stockés. Les déchets de projet de décharge se sont répétés ces dernières années. Il a notamment constaté des comportements » de décharges inattendus, très différents de ceux qui avaient été prévus et conçus (production de lixiviat sous ou sur évaluée, inefficacité du drainage ou du compactage,...etc) .

Il existe peu de législation traitant des problèmes de gestion et de stockage des déchets. Ceci peut être lié à la quasi absence de convention internationale dans le domaine de la gestion et le stockage des déchets solides urbains .la législation internationale en la matière s'intéresse aux déchets dangereux [44]. (Convention de Bâle sur les déchets dangereux, ratifiée le 5 Décembre 2001), et leurs transports [45]. (Convention de Bamako sur l'interdiction de transfert des déchets dangereux en Afrique signée en 1990) ou les polluants organiques persistants [46]. (Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs), qui a pour objectif de protéger l'environnement et la santé humaine contre les effets des POPs, signée le 23 mai 2001). La responsabilité donc revient à chaque pays.

I.8.2 Définition des déchets ménagers

La loi de N° 01-19 du 12-12-2001 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets arrête les définitions des différents types de déchets comme suit :

I.8.2.1 Déchets

Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont les propriétaires ou les détenteurs de fait, projettent de se débarrasser, ou dont il a l'obligation ou de se débarrasser ou de l'éliminer [47].

La grande majorité des services chargés de la gestion des déchets des différents pays définissent les ordures ménagères comme un ensemble de résidus hétérogènes dans lesquelles on trouve :

Les détritiques de toute nature générés par les ménages (déchets de nourriture, de préparation de repas, balayures, textile, journaux...etc.).

Les déchets de bureaux, commerces, industrie et administrations, déchets des cours et jardins dans la mesure où ces déchets peuvent prendre place dans une limite à fixer, dans des récipients individuels ou collectifs au fin d'enlèvement par les services municipaux ;

Les crottins, fumier, feuilles mortes, bois de résidus du nettoyage et de balayage de la voirie, jardins, cimetières, parcs, etc. ; rassemblés aux fins d'évacuation.

Les détritiques de foire, souk et marchés, etc...

Les résidus des collectivités (écoles, hôpitaux...etc.), ainsi que les résidus des hôpitaux ayant un caractère ménager que l'on rassemble dans des récipients appropriés.

Tout objet abandonné sur la voie publique, ainsi que les cadavres des petits animaux .Cette énumération exclue formellement :

- ❖ Les déblais, gravats, décombres et débris des chantiers de travaux publics et constructions.
- ❖ Les déchets industriels commerciaux.
- ❖ Les déchets anatomiques et infectieux des hôpitaux et abattoirs ainsi que les médicaments, seringues et autres objets peuvent véhiculer des pollutions bactériologiques ou médicamenteuses.

Tous les objets qui en raison de leurs encombrements, poids ou nature, ne pourraient être chargés dans les véhicules de collecte [42].

I.8.3 Potentiel polluant des centres de stockages de déchets

Le stockage des déchets, revient à concentrer dans un volume réduit un ensemble varié de matériaux évolutifs. Dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions bio-physico-chimiques complexes. Une partie des produits de la dégradation se

retrouve en phase gazeuse, le biogaz, l'autre est transportée par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans les déchets, le lixiviat [41].

I.8.4 Lixiviats de décharges

Le lixiviat provient de l'eau qui percole à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement en substances minérales et organiques dissoutes ou en suspension [49]. Cette définition est très proche de celle adoptée par la législation européenne qui définit le lixiviat comme « tout liquide percolant à travers un dépôt d'ordures et contenu dans la décharge ou émis par celle-ci [50].

Les données quantitatives et qualitatives obtenues sur plusieurs sites montrent une très grande variabilité de la composition des lixiviats. D'une manière générale, la formation de lixiviats à partir des déchets met en jeu une grande diversité de phénomènes, résultant essentiellement du mode d'exploitation du centre de stockage (hauteur de déchets, nature et qualité des déchets, surface exploitée, compactage, âge des déchets etc.) et de l'infiltration des eaux. Ces différents phénomènes peuvent se répartir en deux catégories :

- Les mécanismes physico chimiques : l'évolution du pH, du pouvoir tampon, de la salinité et du potentiel

D'oxydo-réduction des percolats est le résultat des mécanismes chimiques de solubilisation, complexation, oxydo-réduction, adsorption, neutralisation et transfert de matière [51].

- Les processus biologiques aérobie et anaérobie : grâce à l'action biochimique des enzymes sécrétées par les micros – organismes du milieu, la fraction organique des déchets est dégradée [52].

La gamme de la composition des lixiviats d'ordures ménagères est très large et parfois contradictoire à long terme. C'est la conclusion à laquelle sont parvenus plusieurs auteurs en étudiant plusieurs sites [53]. La fraction minérale est constituée essentiellement de sels : chlorures, sulfates, bicarbonates de potassium, sodium et ammonium [54], alors que la partie organique est liée à l'âge de la décharge [55].

Si les jeunes décharges sont caractérisées par la dominance des acides gras volatils (AGV), surtout les acides acétiques, pro ioniques et butyriques [56], ce sont des substances assimilées aux composés fulviques et humiques qui prédominent dans les lixiviats âgés [57].

I.8.5 Composition

La composition des lixiviats de décharges est très aléatoire est varié en fonction de la nature des déchets, l'âge de la décharge, la technique d'exploitation et les conditions climatiques. Toutefois [58], en étudiant plusieurs sites ont défini les fourchettes de fluctuations de la composition physico-chimique des Lixiviats d'ordures ménagères. La fraction minérale des lixiviats de décharge est constituée essentiellement de chlorures, sulfates, bicarbonates, potassium, sodium et ammonium, alors que la partie organique est très liée à l'âge des déchets. Si les jeunes décharges sont caractérisées par la dominance des acides gras volatiles (AGV) (surtout les acides acétiques, propioniques et butyriques), ce sont des substances assimilées aux composés foliques et humiques qui sont prépondérantes dans les lixiviats âges [59].

I.8.6 Nuisances pour l'environnement [47]

D'autres nuisances peuvent apparaître, à court et à long terme :

Bien qu'une décharge soit un projet à durée limitée, ses effets ne le sont pas. Il est indispensable de considérer les deux étapes de l'impact :

- pendant l'exploitation
- après fermeture et parfois réhabilitation.

Il a été constaté que certains effets peuvent s'inverser. A titre d'exemple, une pollution des eaux souterraines peut se produire bien après la fermeture de la décharge si des mesures compensatoires ne sont pas prises pendant l'exploitation. Par contre, l'effet sur l'aménagement local peut être ressenti

Comme défavorable en cours d'exploitation et devenir un agrément après réhabilitation et/ou fermeture. Le tableau 12 ci-dessous résume les principales nuisances pour l'environnement.

Tableau I.4 : Nuisances et impacts [47].

Nature des nuisances	Origines	Impacts
Envols	Papiers et plastiques, feuilles, textiles	Pollution du milieu naturel, atteintes au paysage
Odeurs	Déchets, fermentation, biogaz	Désagréments pour le personnel et les riverains
Poussières	Circulation des véhicules et engins	Désagréments pour le personnel et les riverains
Animaux	Attrait nutritif des déchets	Transport de maladies, gêne pour l'aviation, atteinte à la chaîne alimentaire
Incendies et explosion	Imprudences, déchets incandescents, Accumulation de biogaz	Danger pour le personnel, nuisances olfactives
Bruit	Circulation d'engins	Désagréments pour le personnel et les riverains
Défrichage et déboisement	Implantation d'une installation de stockage	Appauvrissement paysager, gêne visuel
Pollution des sols et des eaux	Infiltration du lixiviat	Dégradation milieu naturel
Effet de serre	Biogaz non capté	Modification du climat, pathologie des plantes
Risques sanitaires	Toxicité des déchets, organismes pathogènes	Maladies

I.9 LES EAUX USEE ET LEURS TRAIETMENTS

I.9.1 Identification et généralité

Les eaux usées concernées par l'assainissement sont les eaux ménagères et les eaux vannes, c'est-à-dire les eaux issues des toilettes [60].

I.9.2 Traitement des eaux usées

L'épuration des eaux usées 43 consiste à décanter les éléments polluants particuliers et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédiment able suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station il en résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel, et d'autre part, il reste des sous-produits désignés sous le terme des boues résiduaires [61].

Les divers procédés d'épuration des eaux usées actuels entraînent une production plus ou moins importante de boues résiduaires. La matière solide de ces résidus contient à la fois des éléments naturels valorisables et des composés toxiques en relation avec la nature des activités raccordées au réseau d'assainissement, industrielles ou domestiques.

L'épandage direct de ces boues se heurte à de fortes résistances de l'opinion concernant les risques sanitaires éventuels qu'implique cette pratique du fait de la présence d'agents pathogènes, d'éléments traces métalliques et de composés organiques toxiques. Afin de préserver les productions agricoles et l'environnement, l'innocuité des boues passe par le respect de normes d'épandage ou par l'utilisation de produits dérivés de celles-ci par voie chimique ou biologique [62].

I.9.3 Les filières de traitements des eaux usées

Il existe plusieurs filières¹⁰, mais le choix d'un procédé de traitement doit être adéquat du point de vue climatique, des applications attendues et de l'investissement [62]. « Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan huigue du compost »

I.9.4 Avantages économiques du traitement

Les résultats obtenus suggèrent que le coût de traitement, i.e., coût d'achat du polymère est soit inférieur, sinon comparable, à celui encouru avec les méthodes conventionnelles de traitement. De

plus, la nouvelle approche de traitement présente de nombreux avantages "économiques" par rapport aux autres méthodes conventionnelles de traitement. Les principaux avantages sont :

- le traitement présente un large spectre d'action, il est efficace pour le traitement de divers types d'eaux usées et agit sur la majorité des composantes polluantes des eaux usées, e.g.251 limitation du nombre de méthodes nécessaires pour atteindre l'épuration requise;

- le traitement présente une grande flexibilité et une grande simplicité d'action et de mise en œuvre, i.e., infrastructure ou immobilisation requise minimale;

- pour une eau usée donnée, le traitement présente une plus grande efficacité que les méthodes conventionnelles de traitement, i.e., performances supérieures et charge chimique et temps de réaction ou de rétention inférieurs;

- pour une efficacité de traitement donnée, le traitement génère une plus petite quantité de boues ou résidus que les méthodes conventionnelles, i.e., coûts inférieurs de manutention et de gestion des boues produites;

- pour une efficacité de traitement donnée, la quantité de polymère utilisée est inférieure à celle des méthodes conventionnelles;

- le polymère ou l'agent de précipitation utilisé lors du traitement des eaux usées est peu dispendieux, i.e., son coût unitaire serait de beaucoup inférieur à celui de divers polymères présentement utilisés à des fins de traitement des eaux usées;

- le polymère utilisé se présente sous formes plus ou moins purifiées, l'utilisation d'une forme moins purifiée permettra de réduire davantage les coûts du traitement;

- le polymère à l'étude se retrouve également sous la forme de rejet industriel ; l'industrie qui génère doit actuellement payer pour traiter ces rejets ou en disposer.

- la récupération potentielle des boues chimiques et la réutilisation du polymère résiduel permettront vraisemblablement de diminuer de nouveau les coûts du traitement; et la modélisation et l'optimisation du procédé pour le traitement d'une eau usée donnée permettra d'augmenter l'efficacité du traitement, de réduire la quantité de polymère utilisé et ainsi de diminuer les coûts de traitement. Pour une application donnée de traitement des eaux usées, des essais en usine sont nécessaires pour finaliser les modes d'opération, définir les coûts d'investissement et d'opération et pour s'assurer d'un transfert technologique convenable.

De plus, les essais de traitement réalisés dans les laboratoires ont généralement tendance à surévaluer la quantité de polymère nécessaire pour traiter efficacement un type d'eau usée donnée. Les essais réalisés lors de la présente étude auraient ainsi tendance à surévaluer la quantité de polymère nécessaire et de ce fait augmenter les coûts de traitement.

Les coûts estimés du traitement au moyen du polymère protéique sont basés sur le prix du marché d'une petite quantité (coût supérieur) et d'une grande quantité (coût inférieur) de polymère à l'état raffiné. L'évaluation portera ainsi sur le coût maximal de traitement, i.e., utilisation de la forme raffinée. Ces coûts seront exprimés sous deux formes:

- Coût du traitement en dollars par litre d'eau usée traitée.
- Coût du traitement en dollars par unité d'efficacité, [63]

I.10 FLOCCULATION ET COAGULATION

I.10.1 Définition et généralité

La coagulation-floculation est un procédé qui a montré une grande efficacité de l'élimination de la pollution dans le traitement des effluents [64-65]. Ce processus peut être appliqué directement sur les lixiviats pour éliminer les matières organiques avec les matières en suspension, sans être affectée par la toxicité dans les lixiviats [66]. Au cours des dernières années, un large éventail d'expériences de laboratoire et à l'échelle pilote a été menée pour évaluer l'effet de plusieurs coagulants [67-68-69]. Les plus couramment utilisés dans le traitement des eaux usées sont les sels trivalents de fer FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ et d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ et dans une moindre mesure le sulfate ferreux FeSO_4 . Cependant, dans l'application du traitement par coagulation-floculation pour les lixiviats, une grande quantité de boue est générée. Cet aspect est à prendre en considération lors du choix du coagulant [70].

Les objectifs de cette étude sont donc l'examen de l'efficacité des processus de coagulation floculation pour le traitement de lixiviat avec le couple flocculant/coagulant : polyacrylamide / FeCl_3 .

C

hapitre II

Partie Expérimentale

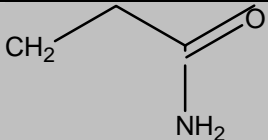
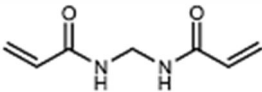
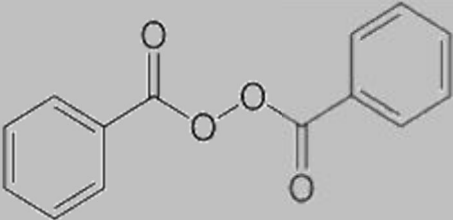
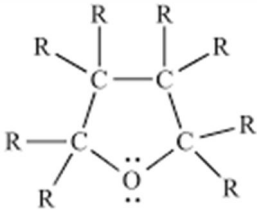

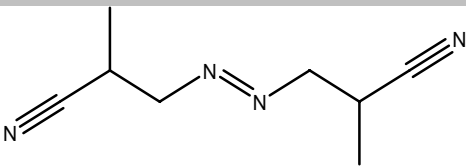
II .PARTIE EXPERIMENTALE

II.1 Synthèse du polyacrylamide

II.1.1 Produits de départ utilisés

Tous les produits de départ utilisés dans la synthèse de PAm sont de source commerciale et utilisés sans purification préalable. Le monomère acrylamide a été recristallisé dans le THF. Les cristaux obtenus ont été séparés par filtration sous vide puis séchés par l'aire. Le tableau II.1 résume les différentes caractéristiques de ces produits.

Tableau II.1 : Les caractéristiques des Produits de départ utilisés dans la synthèse des copolymères.

Produit	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Pureté (%)
Acrylamide (AAM)		72,06	99
N ; N '-Méthylène bisacrylamide		156.3	99
Peroxyde de benzoyle		242.33	97
Tetrahydrofuran THF		72.11	100
Heptane		100.21	99
AIBN Azobisisobutyronitrile		164,21	99

II.1.2 Mode opératoire

Dans un Becher contenant 10mL de THF on verse une quantité d'acrylamide 5g. Après dissolution totale de celle-ci, on ajoute une quantité de 0.05 de Méthylène bisacrylamide et 0.05 de peroxyde de benzoyle comme amorceur, ensuite la solution obtenue est transvasée dans un ballon tricol ou monocol, lequel est équipé d'un système d'agitation et d'un condenseur à reflux selon le montage expérimental illustré dans la figure II.1. Le ballon contenant le mélange réactionnel est maintenu dans un bain marie à une température de 60°C sous agitation modérée pendant 24 H. Le chauffage a été arrêté après 24 heures de réaction. Après refroidissement, le contenu du ballon a été versé dans des récipients en verre. copolymères. Les produits obtenus, sous forme de poudre blanche, ont été précipités dans l'Heptane (50 ml) comme un non solvant du PAm et après une filtration sous vide. On obtient PAm la figure II.2 montre la forme du matériau copolymère contenant avant et après précipitation dans le Heptane.



Figure II.1 : Le montage expérimental de la synthèse du Polyacrylamide



Figure II.2 : La précipitation de PAM dans l'Heptane.

II.1.3 Test de solubilité

Pour tester la solubilité de nos matériaux copolymères, nous avons utilisé quelques solvants disponibles au niveau du laboratoire de chimie. Le tableau II.3 donne les résultats des tests de solubilité.

Tableau II.2: Les résultats du test de solubilité dans quelques solvants.

Solvant	Solubilité du Polyacrylamide
Acétone	-
Heptane	-
Di chloroforme	-
Chloroforme	-
Ethanol	-
THF	-
Eau	+
DMSO	+
DMF	+

Les résultats obtenus montrent que le test dans l'eau et DMSO et DMF sont positifs pour le matériau PAM, tandis que tous les tests de solubilité sont négatifs pour les matériaux PAM.

II.2 CARACTERISATION DES MATERIAUX PAM

II.2.1 Etude par spectroscopie infra- rouge à transformée de Fourier (IRTF)

II.2.1.2 Principe de la méthode

La spectroscopie infrarouge est un moyen de diagnostic permettant de déterminer la nature des liaisons chimiques présentes dans une molécule. En effet, l'expérience montre que certaines fréquences de vibration, dites « fréquences de groupe », sont caractéristiques de la présence d'un groupement chimique dans la molécule étudiée. La théorie mécanique des vibrations permet de prévoir l'existence des fréquences de groupe à partir des ordres de grandeur des différents types de constante de force. Ainsi, la spectroscopie infrarouge est un très puissant moyen de caractérisation pour identifier des groupements moléculaires et obtenir de nombreuses informations microscopiques sur leur conformation et leurs éventuelles interactions.



Figure II.3 : Spectrophotomètre Infra Rouge

II.3 PRESENTATION DES SITES D'ETUDES

II.3.1 Site de prélèvement du lixiviat

Le centre d'enfouissement technique (C.E.T) de la commune de Sidi Ben Adda est localisé à 4 Km au Nord-Ouest de la ville d'Ain Temouchent (Algérie), latitude : $35^{\circ} 18' 19''$ Nord est longitude : $1^{\circ} 10' 53''$ Ouest. Cette commune s'étend sur $72,9 \text{ km}^2$ et compte 14 086 habitants. Le C.E.T est situé à 1 km environ du tissu urbain de Sidi Ben Adda.

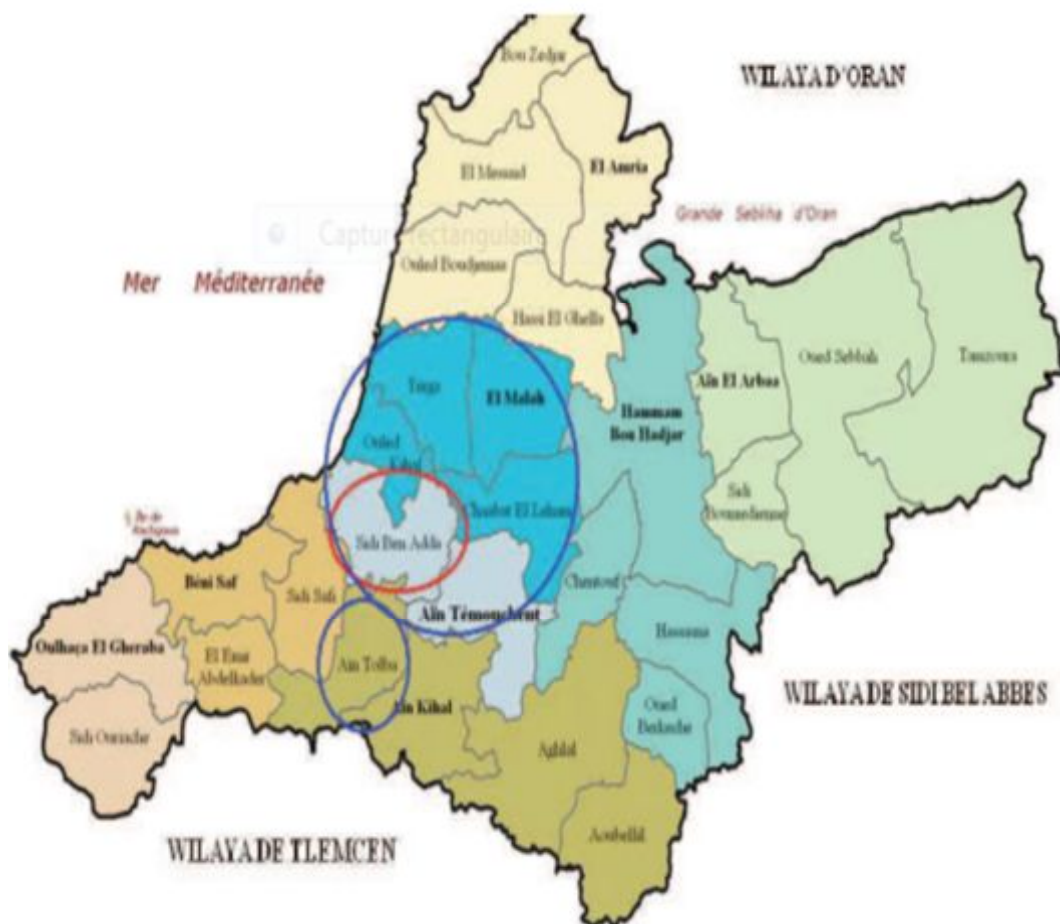


Figure II.4: situation géographique de centre d'enfouissement technique d'Ain Temouchent.

II.3.1.1 Matériel biologique

Afin de suivre l'évolution du lixiviat depuis leur source, nous disposons d'un point d'échantillonnage qui représente un stade précis du parcours des lixiviat.

L'échantillon est prélevé à la fin du mois d'avril dans des conditions stériles et conduits au laboratoire, ainsi que des observations (odeur, couleur).



Figure II.5: Site de prélèvement du lixiviat.

II.3.2 Site de prélèvement de l'eau usée

Oued Mirada est localisé au niveau de la ville de Tiaret .

Afin de suivre l'évolution des eaux usées depuis leur source, nous disposons d'un point d'échantillonnage, l'échantillon est prélevé à la fin du mois d'avril avec des observations de couleur et odeur.



Figure II.6: Site de prélèvement du l'eau usée .

II.3.3 Protocole analytique

Il est important de bien connaître la démarche expérimentale de chacune des méthodes d'analyse des différentes formes de carbone organique pour en comprendre les difficultés ou encore les avantages. On trouvera dans cette section les méthodes d'analyse de CE et de PH et de T⁰ de DBO₅, de DCO et de MES et de turbidité.

Tableau II.3 : Protocole de la préparation des échantillons pour mesurer la DBO₅ :

	Lixiviat 1	Lixiviat 2	Lixiviat 3	L'eau Ussé 1	L'eau Ussé 2
Le volume (ml)	97	97	97	97	97
La masse du PAM (g)	3	1	0	1	0
La masse du FeCL ₃ (g)	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
La température(C ⁰)	20	20	20	20	20

Tableau II.4 : Protocole de la Préparation des échantillons pour les mesures de la DBO₅ et DCO, PH, la conductivité, la température et la turbidité

	Lixiviat 1	Lixiviat 2	Lixiviat 3	L'eau Ussé 1	L'eau Ussé 2
Le volume (ml)	200	200	200	200	200
La masse du PAM(g)	7	3	0	3	0
La masse du FeCL ₃ (g)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
La température(C ⁰)	20	20	20	20	20

II.4 MESURE DES PARAMETRES DE POLLUTION

II.4.1 Mesure de la DBO (Demande biochimique en Oxygène)

II.4.1.1 But

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement.

La mesure de la DBO₅ est faite selon la méthode manométrique basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé.



Figure II.7: représentation appareil d'oxymétrie et Enceinte thermo-staté.

II.4.2 Mesure de la DCO (Demande Chimique en Oxygène)

II.4.2.2 Principe

Dans des conditions opératoires bien définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par le dichromate de potassium en milieu acide et en présence de catalyseurs. Un agent masquant permet d'éviter l'interférence éventuelle des chlorures.

L'excès de dichromate introduit est dosé par un réducteur, le sulfate ferreux, on peut ainsi remonter à la quantité de dichromate consommé par les matières oxydables. Un indicateur approprié permet de détecter la fin du dosage [71].



Figure II.8 : l'appareille de la DCO.

II.4.2.3 Protocole de la (DCO)

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant: le bichromate de potassium.

II.4.2.3.1 Schémas de procédure au niveau de laboratoire

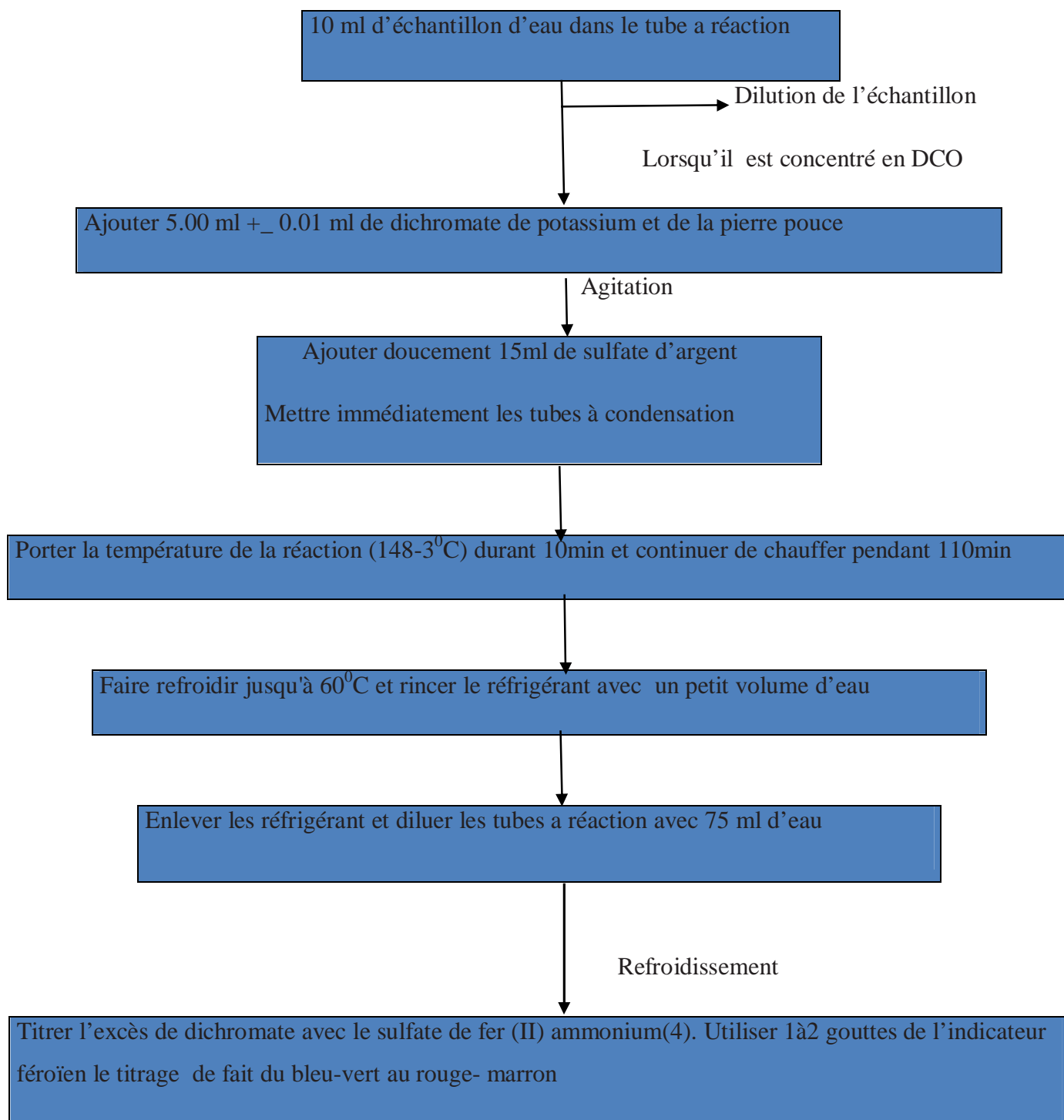


Figure II.9: Schéma de protocole du DCO [72].

II.5 MESURE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

II.5.1 La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Pour le paramètre température, pH, nous avons utilisé un thermomètre et un thermomètre. Les résultats sont exprimés en °C.

II.5.2 Mesure de la conductivité

II.5.2.1 Principe de la mesure

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. Le conductimètre fait appel à un montage dérivé du pont de WHEATSTONE, le pont de KOHLRAUCH.

Ce pont est alimenté par un courant alternatif à une fréquence de 1000 à 4000 Hz, afin d'éviter le phénomène de polarisation des électrodes [73].



Figure II.10 : La conductimètre : CONSORT K912 ; electrochemical analyser.

II.5.3 Mesure électrométrique du pH

II.5.3.1 Principe

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

II.5.3.2 Appareillage

Le matériel de mesure du pH se compose de :

- Un pH mètre.



FigureII.11: pH Metre: HANNA instruments; HI 2211 PH/ORP Meter.

II.5.4 Mesure des M.E.S (Matières en suspension)**II.5.4.1 Définition**

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

II.5.4.2 Principe

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à obtenir un résidu sec.

Pour le suivi de la station du CREPA, la détermination des MES se fera par filtration sur filtre en fibres de verre compte tenu de l'origine domestique des effluents. La mesure des MES par filtration repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 1,5 microns et les résidus sur cette dernière sont pesés. Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration de MES en milligramme/litre [73].

II.5.4.3 Appareillage et verrerie

Equipement de filtration sous vide ;

Fioles jaugées ou éprouvettes graduées ;

II.5.4.4 Réactifs

Ce protocole de détermination n'utilise pas de réactifs.

II.5.4.5 Expression des résultats

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration de matières en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

$$C_{MES} = \frac{M_1 - M_0}{V} \quad (\text{Eq. II.4})$$

II.5.5 La turbidité

II.5.5.1 Définition

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, micro organismes.

La turbidité se mesure par la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau. La turbidité est mesurée par un test optique qui détermine la capacité de réflexion de la lumière (l'unité de mesure est le « NTU » - unités néphélométriques).

La turbidité joue un rôle très important dans les traitements d'eau. En effet :

- ❖ Elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes.
- ❖ La turbidité perturbe la désinfection. Le traitement par ultraviolets est inefficace et le traitement par le chlore perd son efficacité ;
- ❖ La matière organique associée à la turbidité favorise la formation de bio films dans le réseau et par conséquent, le développement de bactéries insensibles au chlore notamment.

II.5.5.2 Principe

La turbidimétrie ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption. Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi voisine de celle de BEER LAMBERT laquelle est rappelée ci-dessus :

$$I_t = I_0 e^{-\mu l} \quad (\text{Eq. II.5})$$

Avec :

I_0 = intensité du faisceau incident

I_t = intensité transmise après traversée du liquide

l = épaisseur traversée

c = concentration en moles/l

f = coefficient lié à la longueur d'onde utilisée

La formule théorique applicable à l'opacimétrie s'exprime par la loi de RAYLEIGH :

$$I_t = 10 \cdot e^{-KNd^3/l^4} \quad (\text{Eq. II.6})$$

Avec :

K = coefficient

N = nombre de particules / unité de volume

l = longueur d'onde

d = diamètre des particules

La turbidimétrie mesure alors l'intensité lumineuse du faisceau transmis après traversée du milieu.

La mesure s'effectue dans le même sens que celui du faisceau incident [73].

II.5.5.3 Appareillage

- ❖ Turbidimètre TL 31 CIFEC ;
- ❖ Etalon.



Figure II.12: turbidimètre HANNA ; H/93703).

Chapitre III

résultat et discussion

III. RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 PREPARATION DES MATERIAUX COPOLYMERES

III.1.1 Produits utilisés

III.1.1.1 Mode opératoire

Le polyacrylamide utilisé dans cette étude est le PAM, synthétisé par un mécanisme de polymérisation radicalaire par chauffage à reflux en mélangeant les monomères d'Acrylamide (AAm) quantité de 5 g et 0.05g de bis- acrylamide comme agent réticulant dans le THF en présence du peroxyde de benzoyle comme catalyseur, à une température aux alentours de 60-70 C°

III.1.1.2 Le mécanisme réactionnel

La réaction est effectuée selon le mécanisme suivant :

Dans la polymérisation radicalaire, trois réactions élémentaires sont effectuées : initiation, propagation et terminaison.

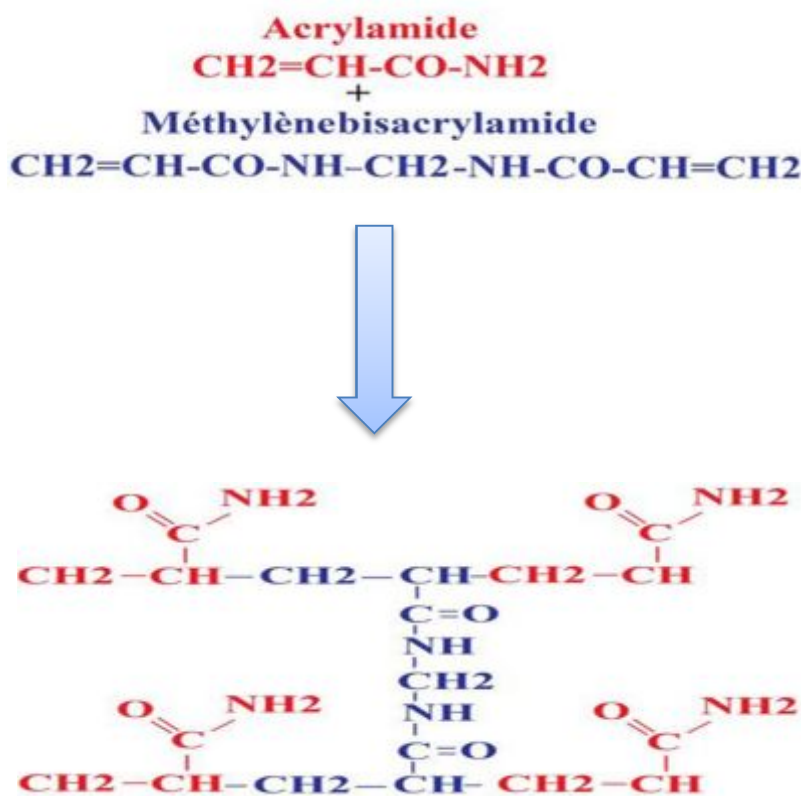


Figure III.1. La réaction de polymérisation de l'acrylamide.

III.1.1.3 Le rendement de cette réaction

Le rendement de cette réaction est :

$$R = \frac{Mf}{Mi} \cdot 100. \quad (\mathbf{Eq ; 1})$$

A.N :

$$R = \frac{5}{6.202.100} = 80.61\%$$

III.2. CARACTERISATION PHYSIQUE DU POLYACRYLAMIDE

III.2.1 Etude par spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier (IR-TF)

Le spectre IR du matériau PAM, représenté dans la figure III.2 ci-dessous, montre bien la formation du polymère d'acrylamide. Le tableau III.2 ci-dessous donne les principales bandes caractéristiques et leurs attributions.

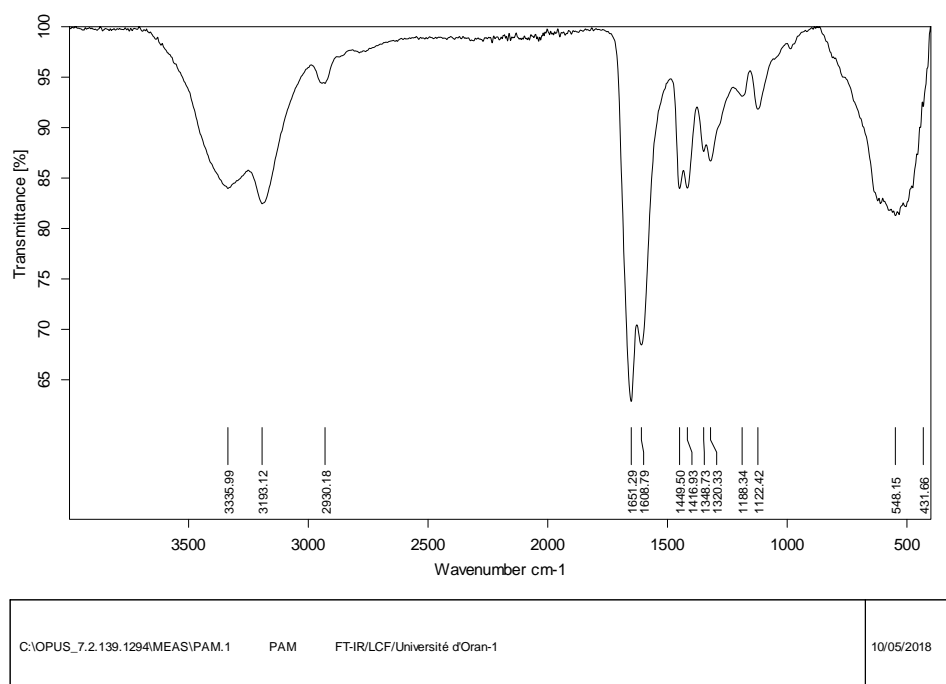


Figure III.2 : Le spectre (IR –TF) du copolymère réticulé de l'acrylamide et de peroxyde de benzoyle.

Tableau III.1 : Bandes d'absorption caractéristiques obtenus à partir du spectre FTIR du PAM).

Fréquence ν (cm ⁻¹)	Attribution	Nature
3335-3193	N-H	Elongation
2930	C-H	Elongation
1661	C=O	Elongation
1449	-CH ₂ -	Déformation
1348	C-N	Elongation

III.2.2 Diffraction des rayons X (DRX)

Dans le but d'étudier la structure cristallographique de notre échantillon ; l'analyse par diffraction des rayons X a été effectuée au sein du laboratoire de synthèse et de catalyse au département de physique à l'université Ibn Khaldoun Tiaret, à l'aide d'un diffractomètre RX de marque Mini Flex 600 W.

La figure ci-dessous (Fig. III.3), représente le diffractogramme RX du PAM. La gamme des angles de diffraction allant du 3 à 90°.

A partir de ce diffractogramme nous avons constaté que notre polymère a une structure amorphe. Cette structure est caractérisée par une large bosse qui se trouve à $2\theta = 23^\circ$.

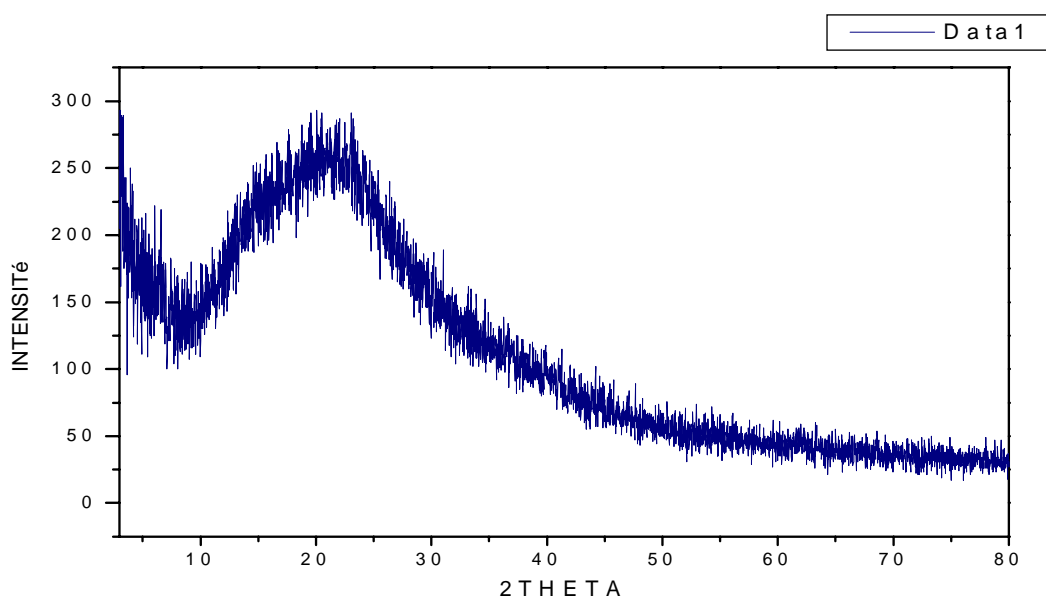


Figure III.3 : Spectre DRX du matériau polymère PAM.

III.3 ETUDE DU TRAITEMENTE DU LIXIVIAT ET DE L'EAU USEE PAR PAM

III.3.1 Floculation coagulation par PAM

Dans cette partie après avoir préparé et caractériser PAM nous avons essayé d'utiliser le polymère comme floculant pour statuer de son pouvoir de traitement des déchets par la méthode utiliser coagulation- floculation afin de les valorisés comme eau traité, cette étude a été menée en présence d'un coagulant qui est le $FeCl_3$.

III.3.2 Etudes physico-chimique

Les lixiviats des décharges sont comparables a des rejets industriels complexes contenant à la fois des substances contaminants organiques et inorganiques .A cet effet la concentration maximale requise des différents paramètres analyses dans les eaux de lixiviats est referee à législation algérienne actuelle réglementant les rejets d'effluents, de déversements ou de dépôts de matière de toute nature ne présentant pas de risques de toxicité ou de nuisance dans le domaine public hydraulique [74].

En suivant les protocoles expérimentaux présentés en annexe I (référénciés RODIER), nous avons pu analyser le lixiviat produit par percolation dans les déchets de la décharge et d'analyse les eaux usée, en déterminant ses caractéristiques physiques et chimiques au niveau du laboratoire de chimie, département de chimie de Ibn Khaldoune Tiaret et au niveau du ONED en analyses physico-chimiques Tiaret.

III.3.3 Paramètres organoleptiques des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret

Les résultats des analyses physico-chimique des échantillons de lixiviat et d'eau usée prélevés à partir du CET d'Ain Temouchent décharge de Sidi Ben Adda et de Oued Mirada Tiaret sont illustres dans les tableaux ci-dessous :

Tableau III.2 Paramètres organoleptiques des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent.

L'échantillon	Lixiviat I	Lixiviat II	Lixiviat III	Lixiviat IV
Quantité du PAM	Pure (0g PAM et 0g FeCL ₃)	Blanc (0g PAM)	(+3g PAM)	(+7g PAM)
Couleur	Brunâtre	Brunâtre	Brunâtre	Brunâtre
Odeur	Fécaloïde	Fécaloïde	Fécaloïde	Fécaloïde

Tableau III.3 Paramètres organoleptiques des échantillons d'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret.

L'échantillon	L'eau usée I	L'eau usée II	L'eau usée III
Quantité du PAM	Pure (0g PAM et 0g FeCL ₃)	blanc (0g PAM)	(+ 3 g PAM)
Couleur	Trouble	Jaunâtre	Jaunâtre
Odeur	Désagréable	Désagréable	Désagréable

La couleur et l'odeur des deux échantillons de lixiviat et d'eau usée étudiés constituent le premier indicateur de pollution. Les échantillons analysés présentent une couleur brunâtre pour lixiviat brut et trouble pour l'eau usée brut et une odeur fétide pour les deux échantillons indiquant l'influence des déchets sur la qualité des eaux. L'odeur désagréable provient de matières chimiques et de matières organiques en décomposition.

On peut remarquer que :

Le lixiviat brut est d'une couleur brune presque noirâtre, et une couleur trouble pour l'eau usée brut ; ceci est dû à la valeur élevée de la turbidité qui est d'une moyenne de 7.02 FTU pour lixiviat brut et une valeur de 2.69 FTU pour l'eau usée brut, et à la présence des matières organiques solubles ainsi que d'autres espèces inorganiques (fer, manganèse). En effet, le fer peut s'associer avec le soufre pour donner le sulfure de fer qui a un pouvoir colorant élevé.

III. 3.4 Paramètres physico-chimique des échantillons de lixiviat du CET Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret

Echantillon A	Lixiviat (+7g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon B	Lixiviat (+3g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon C	Lixiviat (+0g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon D	L'eau usée (+3g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon E	L'eau usée (+0g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)

III.3.4.1 La température

La température joue un rôle très important dans l'augmentation de l'activité chimiques et bactérienne et l'évaporation des eaux [74]. En effet la température de l'eau est un élément essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquifères, dans la solubilité des sels et surtout des gaz et conditionne les équilibres de dissociation [75], elle varie en fonction de la température extérieure, des saisons et de profondeur du niveau de l'eau par rapport à la surface du sol.

On note la réduction considérable de gaz dissous avec l'opacification relative de l'échantillon dans de telles conditions. Une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes et active les réactions chimiques et biochimiques. Mais dans un environnement aérobie, toutes ces réactions consomment de l'oxygène ; si leur importance augmente, la teneur en oxygène dissous diminue et peut alors apparaître de l'hydrogène sulfuré, du méthane, des chaînes partiellement oxydées, avec comme conséquence des odeurs et des goûts désagréables.

III.3.4.1.1 Pour lixiviat

Tableau III.4 Evolution de la température de trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent » avant la filtration.

Le temps (jours)	T ⁰ A	T ⁰ B	T ⁰ C	Concentration maximale admissible (OMS).
1	16.5	18.8	17.1	< 25°C
3	19.1	22.3	20.8	
5	21.1	24.3	21.5	
7	20	22.1	20.7	
9	21	22.8	21	

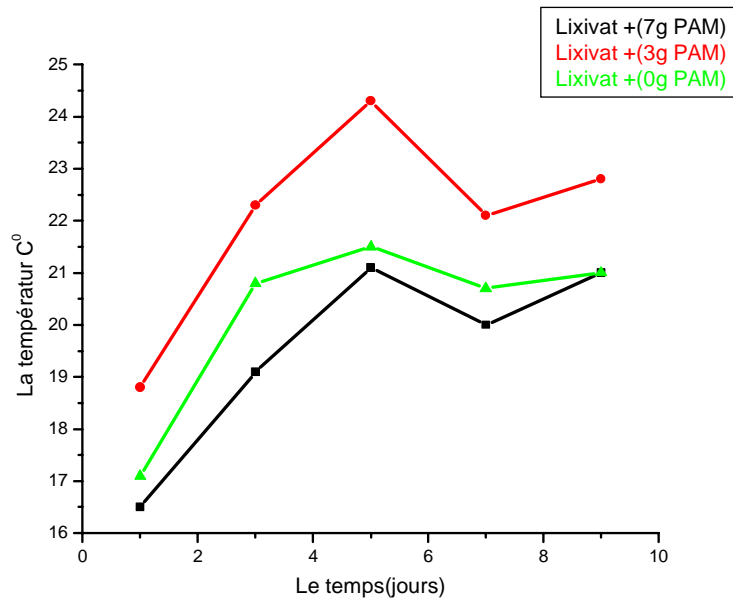


Figure III.4. Evolution de la température des trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent ».

En effet, la figure (III.4) ne montre pas d'importantes variations de température soit :

- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon A sont respectivement de 16.5 °C, 19.1 °C et 21.1 °C, 20 °C, 21 °C.
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon B sont respectivement de 18.8 °C, 22.3 °C et 24.3 °C, 22.1 °C, 22.8 °C .
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon C sont respectivement de 17.1 °C, 20.8 °C et 21.5 °C, 20.7 °C, 21 °C.

Tableau III.5. Evolution de la température de trois échantillons « lixiviat CET Ain Temouchent » après la filtration.

Le temps (jours)	T ⁰ A	T ⁰ B	T ⁰ C	Concentration maximale admissible (OMS).
1	20.9	20.9	20.9	< 25°C
2	19	19	20	

- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon A sont respectivement de 20.9°C, 19°C.
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon B sont respectivement de 20.9 °C, 19°C
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon C sont respectivement de 20.9 °C, 20 °C .

III.3.4.1.2 Pour l'eau usée

Tableau III.6. Evolution de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret » avant la filtration.

Le temps (jours)	T ⁰ D	T ⁰ E	Concentration maximale admissible (OMS).
1	18.9	18.3	< 25°C
3	20.8	20.6	
5	23.9	22.8	
7	21.1	20.5	
9	21	20.9	

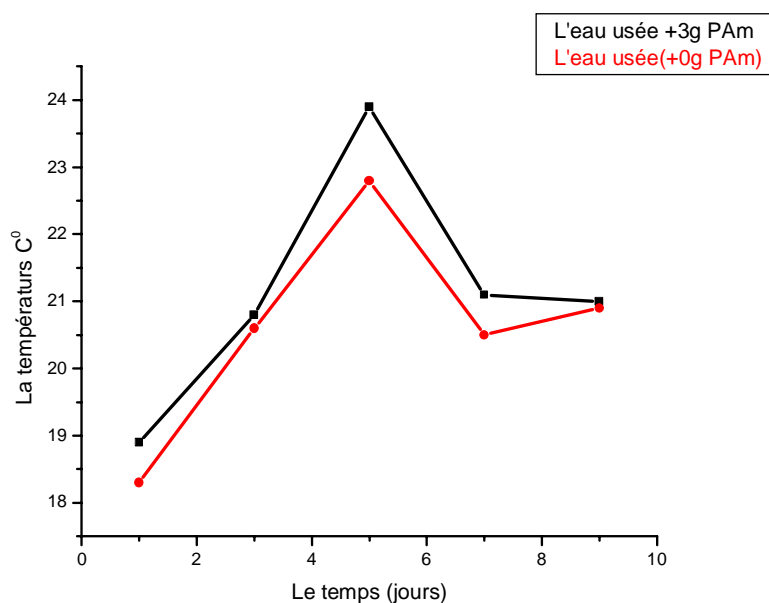


Figure III.5. Evolution de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret » avant la filtration.

La figure (**Figure III.5**) ne montre pas aussi d'importantes variations de température soit :

- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon D sont respectivement de 18.9°C ,20.8 °C et 23.9 °C , 21.1°C ,21°C.
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon E sont respectivement de 18.3 °C, 20.6 °C et 22.8°C et 20.5°C , 20 .9.

Tableau III.7. Evolution de la température des deux échantillons « l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret » après la filtration.

Le temps (jours)	T° D	T° E	Concentration maximale admissible (OMS).
1	20.9	21	< 25°C
3	20	19	

- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon D sont respectivement de 20.9°C et 20°C.
- ❖ Les valeurs de la température de l'échantillon E sont respectivement de 21°,19°C.

III.3.4.1.3 Interprétation des résultats

L'examen de valeurs obtenues permet de constater que les valeurs des températures de lixiviat dans les trois échantillons et de l'eau usée dans les deux échantillons sont presque similaires malgré la différence dans la composition des échantillons (la quantité de PAM ajouté à chaque échantillon, sauf les blancs).et lors l'ajout de PAM élévation de la température est notée ce qui ne laisse à dire que des réactions chimiques ont lieu puisque le polymère représente une vraie source de matières organiques.

III.3.4.2 Le pH

Le potentiel d'hydrogène est un indicateur de pollution par excellence .Le pH est un paramètre qui mesure le degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. En effet, les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales, même limitées, du pH.

III.3.4.2.1 Pour lixiviat

Tableau III.8. Evolution du pH des trois échantillons de lixiviat, CET d'Ain Temouchent avant la filtration.

Le temps (jours)	pH A	pH B	pH C	valeur maximale admissible (OMS)
1	2.51	2.49	2.43	6,5 < pH < 9,5
3	2.48	2.31	3.71	
5	2.44	2.25	4.09	
7	2.30	2.14	3.83	
9	2.19	2.11	3.78	

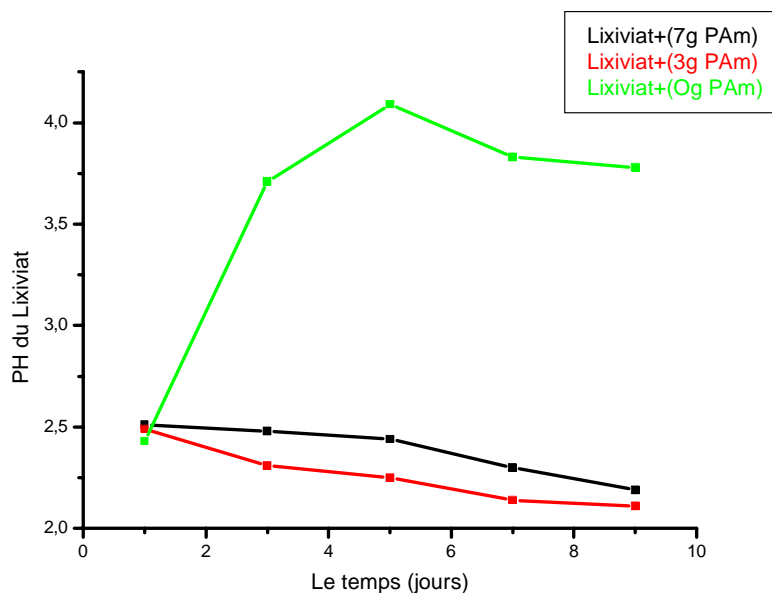


Figure III.6. Evolution du pH des trois échantillons, CET d’Ain Temouchent.

- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon A sont respectivement de 2.51, 2.48 ,2.44, 2.30, 2.19.
- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon B sont respectivement de 2.49 , 2.31, 2.25 et 2.14, 2.11.
- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon C sont respectivement de 2.43, 3.71 ,4.09, 3.83, 3.78.

Des valeurs indiquent une acidité élevée, cette dernière favorise l’élimination des bactéries.

Tableau III.9. Evolution du pH des trois échantillons, CET d’Ain Temouchent après la filtration.

Le temps (jour)	pH A	pH B	pH C	valeur maximale admissible (OMS).
1	2.87	2.41	3.79	6,5 < pH < 9,5
3	2.77	2.68	3.55	

- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon A sont respectivement de 2.87, 2.77.
- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon B sont respectivement de 2.41, 2.68.
- ❖ Les valeurs du PH de l’échantillon C sont respectivement de 3.79, 3.55 ,2.44.

Des valeurs relativement acides favorisent l’élimination des bactéries.

III.3.4.2.2 Pour l'eau usée

Tableau III.10. Evolution du pH des deux échantillons, Oued MiradaTiaret avant la filtration.

Le temps (jours)	pH D	pH E	valeur maximale admissible (OMS)
1	2	2.02	6,5 < pH < 9,5
3	2.05	2.04	
5	2.10	2.10	
7	2.01	2.02	
9	1.98	2.01	

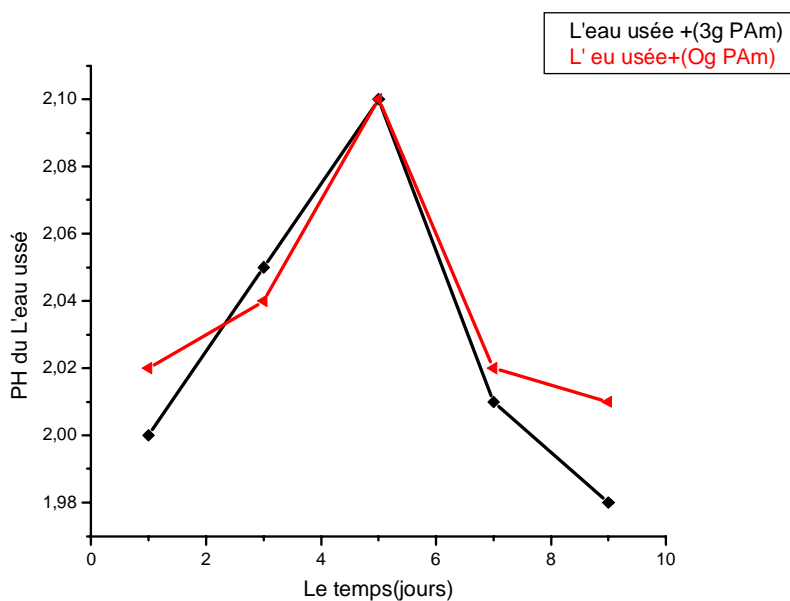


Figure III.7. Evolution du pH des deux échantillons, Oued MiradaTiaret.

- ❖ Les valeurs du PH de l'échantillon D sont respectivement de 2, 2.05, 2.10, 1.98.
- ❖ Les valeurs du PH de l'échantillon E sont respectivement de 2.02, 2.04, 2.10, 2.02, 2.01.

Des valeurs relativement acides favorisent l'élimination des microorganismes.

Tableau III.11. Evolution du pH des deux échantillons, Oued MiradaTiaret après la filtration.

Le temps (jours)	pH D	pH E	valeur maximale admissible (OMS)
1	2.41	2.21	6,5 < pH
3	2.41	2.10	< 9,5

- ❖ Les valeurs du PH de l'échantillon D sont respectivement de 2.41 ,2.41.
- ❖ Les valeurs du PH de l'échantillon E sont respectivement de 2.2 1, 2.10, 2.10.

Des valeurs relativement acides favorisent l'élimination des microorganismes.

III. 3.4.2.3 Interprétation des résultats

Les valeurs du PH de lixiviat brut et de l'eau usée brut sont respectivement 8.44, 8.46 donc le milieu est alcalin et favorise la précipitation de certains ions métalliques ainsi que d'autres sels (carbonates de calcium avec diminution du titre alcalimétrique et hydrométrique).

La faible alcalinité est la preuve de la présence d'ions d'hydroxydes, carbonates et de bicarbonates dont la concentration est exprimée par le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) ,ces valeurs abaissent directement après traitement pour donner des eaux avec une acidité élevée, ceci est dû à l'ajout du FeCl₃ puisque on a pris le blanc (lixiviat+ FeCl₃ et l'eau usée +FeCl₃),cette dernière favorise l'élimination des microorganismes .

III.3.4.3 La conductivité CE

La conductivité électrique est une mesure de la minéralisation globale de la solution. Elle permet d'estimer la totalité des sels solubles dans l'eau [76].

Elle est influencée par la température, la nature des ions libérés et leur concentration dans les eaux et dans le lixiviat.

III.3.4.3.1 Pour lixiviat

Tableau III.12. Evolution de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d’Ain Temouchent avant la filtration.

Le temps (jours)	Conductivité ms/cm A	Conductivité ms/cm B	Conductivité ms/cm C	valeur maximale admissible (OMS).
1	33.9	37.5	38.1	< 2000
3	34.1	37.1	38.5	US/cm à
5	39.7	38.1	39.1	23 °C
7	39.2	38.2	39.5	<2ms/cm à
9	37.1	37.7	39.6	23°c

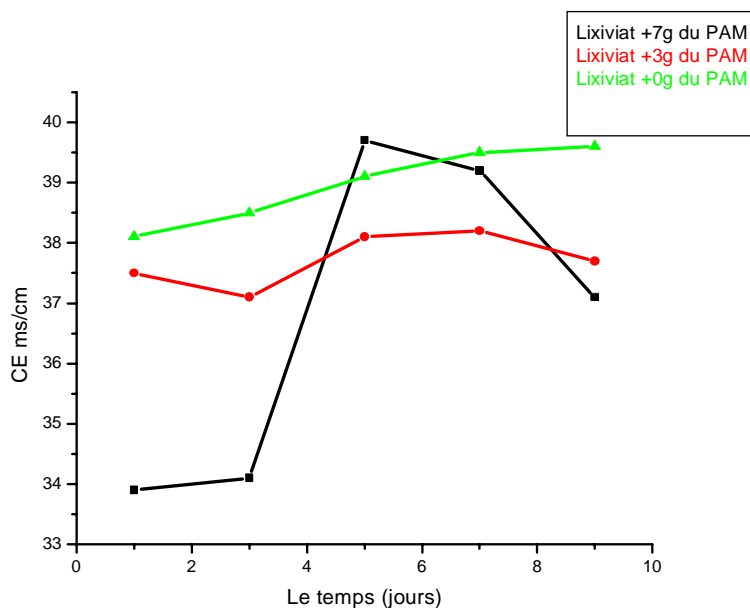


Figure III.8. Evolution de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d’Ain Temouchent.

- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon A) sont respectivement 33.9 ms/cm, 34.1 ms/cm, 39.7 ms/cm, 39.2 ms/cm, 37.1 ms/cm.
- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon B) sont respectivement de 37.5 ms/cm, 37.1 ms/cm, 41.6 ms/cm, 38.2 ms/cm, 37.7 ms/cm.

- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon C) sont respectivement de 37.1 ms/cm, 40 ms/cm, 39.5ms/cm, 39.1 ms/cm, 39.6 ms/cm.

Tableau III.13. Evolution de la conductivité électrique (CE) de lixiviat de CET d'Ain Temouchent après la filtration.

Le temps (jours)	Conductivité ms/cm A	Conductivité ms/cm B	Conductivité ms/cm C	valeur maximale admissible (OMS).
1	27.4	34.5	37.6	< 2000 µS/cm à 23 °C <2 ms/cm à 23°c
3	25.6	33.6	37.2	

- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon A) sont respectivement de 27.4 ms/cm, 25.6ms/cm.
- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon B) sont respectivement de 34.5ms/cm, 33.6 ms /cm.
- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du lixiviat (Echantillon C) sont respectivement de 37.6ms/cm ,37.2 ms/cm.

CE de lixiviat brut : 18.67 et 18.43

D'après le tableau on constate que la bonne moyenne de conductivité obtenue est de l'échantillon A puis l'échantillon B, ces derniers sont traités par le PAM. Par contre on enregistré la valeur la plus élevée pour l'échantillon C (le blanc).

III.3.4.3.2 Pour l'eau usée

Tableau III.14. Evolution de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.

Le temps (jours)	Conductivité ms/cm D	Conductivité ms/cm E	valeur maximale admissible (OMS).
1	28.5	28.9	< 2000 μ S/cm à 23 °C
3	27.4	28.6	
5	27.5	28.8	
7	27.8	28.8	
9	27.9	28.8	

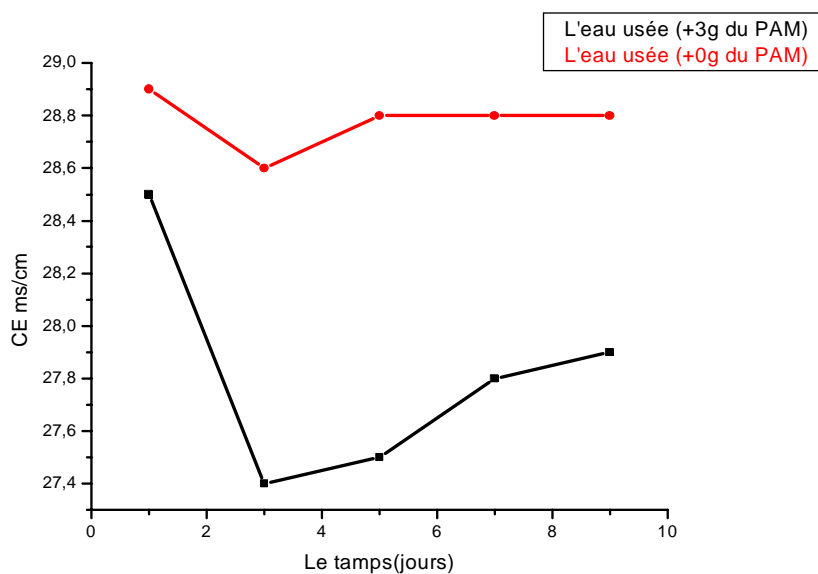


Figure III.9. Evolution de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Mirada Tiaret.

- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du l'eau usée (Echantillon D) sont respectivement de 28.5 ms/cm, 27.4 ms/cm, 27.5ms/cm, 27.8 ms/cm, 27.9 cm/cm
- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du l'eau usée (Echantillon E) sont respectivement de 28.9 ms/cm, 28.6 ms/cm, 28.8 ms/cm, 28.8 ms/cm ,28.8 cm/cm.

Ce qui indique que l'eau usée et le lixiviat ont une salinité élevée due aux sels dissous

Tableau III.15. Evolution de la conductivité électrique (CE) de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret après la filtration.

Le temps (jours)	Conductivité ms/cm D	Conductivité ms/cm E	valeur maximale admissible (OMS)
1	22	29.2	< 2000 μ S/cm à 23 °C <2 ms/cm à 23°c
3	15.38	28.8	

- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du l'eau usée (Echantillon D) sont respectivement de 22 ms/cm, 15.38 ms/cm.
- ❖ Les valeurs de la conductivité électrique du l'eau usée (Echantillon E) sont respectivement de 29.2ms/cm, 28.8 ms/cm.

On remarque que le meilleur ordre de conductivité obtenu par l'échantillon D qui traité par le PAM.

III.3.4.3 Interprétation des résultats

La conductivité électrique du lixiviat brut et l'eau usée brut avant et après la filtration sont respectivement de 20.6 ms/cm, 18.67, 15.98 ms/cm, 1487 μ S/cm donc il n'y a pas une variation importante. Des valeurs ainsi excéder de loin les normes de potabilité de l'eau ce qui détermine la présence d'une lixiviat et un taux élevé en sels dissous par l'ajout du FeCl_3 modifie de loin cette valeur, et si on compare les valeurs de la conductivité obtenu pour les échantillons traité par ses échantillons bruts on trouve qui il y a un pré traitement et amélioration de ce paramètre.

III.3.4.4 La turbidité

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un tube plastique transparent. Unités: 1 NTU (Néphélométrie Turbidity Unit) = 1 JTU (Jackson TU) = 1 FTU (Formazin TU).

Les classes de turbidités usuelles sont les suivantes:

III.3.4.4.1 Pour lixiviat

Tableau III.16. Evolution de la turbidité de lixiviat de CET d'Ain Temouchent avant la filtration.

	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon brut
La turbidité FTU	2.35	8.22	6.56	7.02

Tableau III.17. Evolution de la turbidité de lixiviat de CET d'Ain Temouchent après la filtration.

	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon brut
La turbidité FTU	1.86	3.46	2.37	9.83

III.3.4.4.2 Pour l'eau usée

Tableau III.18. Evolution de turbidité de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.

	Echantillon D	Echantillon E	Echantillon brut
La turbidité FTU	7.9	0.32	7.06

Tableau III.19. Evolution la turbidité de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret après la filtration.

	Echantillon D	Echantillon E	Echantillon brut
La turbidité FTU	1.000	1.06	2.69

III.3.4.4.3. Interprétation de résultats :

D'après l'examen du tableau on trouve que les valeurs de la turbidité sont inférieure à 30 donc on peut dire que les échantillons de lixiviat et de l'eau usée sont colorés et troubles.

On remarque que l'échantillon A a une valeur de 1.86 FTU, cette valeur est inférieure à 5 donc on peut dire que le PAM a donné une bonne efficacité sur l'échantillon.

III.3.4.5 MES

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation.

III.3.4.5.1 Pour lixiviat

Tableau III.20. Les valeurs de la MES de lixiviat CET d'Ain Temouchent avant la filtration.

	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	unité
Résidus Sec	574400000	412800000	173600000	mg/l

III.3.4.5.2 Pour l'eau usée

Tableau III.21. Les valeurs de la MES de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.

	Echantillon D	Echantillon E	unité
MES	409600000	36800000	mg/l

III.3.4.5.3 Interprétation de résultats

D'après l'examen des tableaux on constate que les échantillons analysés sont très chargés par la matière en suspension, la valeur maximale a été enregistrée à l'échantillon A (574400000 mg/l) pour lixiviat, et de 409600000 mg/l pour l'échantillon D, ça du à l'influence de PAM comme flocculant.

III.3.4.6 Résidus Sec

La détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

III.3.4.6.1 Pour lixiviat

Tableau III.22. Les valeurs des résidus sec de lixiviat CET d'Ain Temouchent avant la filtration.

	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	<1500 mg/l après dessiccation à 180°C
Résidus Sec	403200	39600	179600	mg/l

III.3.4.6.2 Pour l'eau usée

Tableau III.23. Les valeurs des résidus secs de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret avant la filtration.

	Echantillon D	Echantillon E	<1500 mg/l après dessiccation à 180°C
Résidus Sec	124400	282400	mg/l

III.3.4. 6.3 Interprétation de résultats

D'après l'examen des tableaux on constate que les trois échantillons de lixiviat sont très chargés par les matières dissoutes et les matières en suspension .la valeur maximale a été enregistré pour l'échantillon A de lixiviat (403200 mg/l) du a l'influence de PAM sur l'échantillon.

III.3.5 Paramètres de pollution

Les matières organiques que renferme le lixiviat sont les produits de la décomposition d'origine animale et/ou végétale sous l'influence des enzymes dus à l'activité des microorganismes par fermentation. En effet, ces produits de composition très complexe, sont responsables de l'apparition de mauvais goût qui pourrait être exacerbée par le traitement par chloration.

Echantillon A'	Lixiviat (+ 3g du PAM + 5.6g du FeCL₃)
Echantillon B'	Lixiviat (+ 1 g du PAM + 5.6g du FeCL ₃)
Echantillon C'	Lixiviat (+ 0 g du PAM + 5.6g du FeCL ₃)
Echantillon D'	L'eau usée (+ 1 g du PAM + 5.6g du FeCL ₃)
Echantillon E'	L'eau usée (+ 0 g du PAM + 5.6g du FeCL ₃)

III.3.5.1 La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement [77].

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) exprime la consommation potentielle d'oxygène des principaux polluants (MES, microorganismes aérobies) d'un milieu récepteur conformément au schéma réactionnel suivant :

Substrat + microorganisme + O₂ + élément de croissance CO₂ + H₂O + Energie +Biomasse.

La température est un paramètre activant la cinétique de cette réaction.

III.3.5.2 Paramètres de pollution (DBO₅) du lixiviat CET d'Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (97ml)

III.3.5.2.1 Pour lixiviat

Tableau III.24. Paramètres de pollution DBO₅ du lixiviat CET d'Ain Temouchent (97ml).

Le temps (jours)	DBO ₅	DBO ₅	DBO ₅	Concentration maximale admissible (OMS).< 0,5 mg/l
	O ₂ mg /l Echantillon A'	O ₂ mg /l Echantillon B'	O ₂ mg /l Echantillon C'	
1	01	01	01	
2	02	03	02	
3	02	03	02	
4	03	04	02	
5	03	05	03	
DBO₅ mg d'O₂ /l	60	100	60	

- ❖ Echantillon A' à une valeur de DBO₅ de 60 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon B' a une valeur de DBO₅ de 100 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon C'a une valeur de DBO₅ de 60 mg d'O₂/l.

III.3.5.2.2 Pour l'eau usée

Tableau III.25. Paramètres de pollution DBO₅ du l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (97ml).

	O ₂ mg /l	O ₂ mg /l	Concentration
Le temps (jours)	Echantillon D'	Echantillon E'	maximale admissible (OMS). <0,5 mg/l
1	02	00	
2	00	00	
3	01	00	
4	01	00	
5	01	00	
DBO ₅ mg d'O ₂ /l	20	00	

- ❖ Echantillon D' à une valeur de DBO₅ de 20 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon E' a une valeur de DBO₅ de 00 mg d'O₂/l.

III.3.5.3 Paramètres de pollution (DBO₅) du lixiviat CET d'Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml)

III.3.5.3.1 Pour lixiviat

Tableau III.26. Paramètres de pollution (DBO₅ avant la filtration) du lixiviat CET d'Ain Temouchent (200ml).

Le temps (jours)	DBO ₅	DBO ₅	DBO ₅	Concentration maximale admissible (OMS) < 0,5 mg/l
	O ₂ mg /l Echantillon A	O ₂ mg /l Echantillon B	O ₂ mg /l Echantillon brut	
1	03	03	07	
2	03	03	09	
3	03	03	11	
4	03	03	13	
5	03	03	16	
DBO₅ mg d'O₂ /l	60	60	320	

- ❖ Echantillon A à une valeur de DBO₅ de 60 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon B a une valeur de DBO₅ de 60 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon brut à une valeur de DBO₅ de 320 mg d'O₂/l.

Tableau III.27 : Paramètres de pollution (DBO₅ après la filtration la filtration) de lixiviat CET d'Ain Temouchent (200ml).

Le temps (jours)	DBO ₅ O ₂ mg /l Echantillon A	DBO ₅ O ₂ mg /l Echantillon B	DBO ₅ O ₂ mg /l Echantillon C	Concentration maximale admissible (OMS). < 0,5 mg/l
1	00	01	-	
2	00	01	00	
3	00	01	-	
4	00	01	-	
5	01	01	00	
DBO₅ mgd'O₂/l	50	50	00	

- ❖ Echantillon A à une valeur de DBO₅ de 50mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon B a une valeur de DBO₅ de 50 mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon C a une valeur de DBO₅ de 00 mg d'O₂/l

Echantillon brut à une valeur de DBO₅ de 320 mg d'O₂/l.

III.3.5.3.2 Pour l'eau usée

Tableau III.28. Paramètres de pollution (DBO₅ avant la filtration) de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml).

Le temps (jours)	O ₂ mg /l Echantillon D	O ₂ mg /l eau usée brut	Concentration maximale admissible (OMS) < 0,5 mg/l
1	03	01	
2	03	01	
3	03	00	
4	03	00	
5	04	01	
DBO₅ mg d'O₂ /l	80	20	

- ❖ Echantillon D à une valeur de DBO₅ de 80mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon brut à une valeur de DBO₅ de 20mg d'O₂/l.

Tableau III.29. Paramètres de pollution (DBO₅ après la filtration) de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret (200ml).

Le temps (jours)	O ₂ mg /l	O ₂ mg /l	Concentration maximale admissible (OMS) < 0,5 mg/l
	Echantillon D	Echantillon E	
1	01	01	
2	00	01	
3	01	01	
4	01	01	
5	01	01	
DBO₅ mg	50	50	
d'O₂ /l			

- ❖ Echantillon D à une valeur de DBO₅ de 50mg d'O₂/l.
- ❖ Echantillon E à une valeur de DBO₅ de 50mg d'O₂/l.

III.3.5.4 La DCO

La dégradation des matières organiques (d'hydrates de carbone, de matières protéiques, d'acides aminés, de lipides et autres substances de réserves) déversées dans les cours d'eau entraîne une consommation de l'oxygène dissout dans l'eau. Cela se fait au détriment des organismes vivants et peut entraîner ainsi l'asphyxie du milieu. La pollution par les matières organiques est provoquée par les rejets industriels (industries chimiques, pétrolières, agro-alimentaires, ...) et les rejets des populations urbaines. L'importance de cette pollution dans un effluent peut être évaluée par la demande chimique en oxygène (DCO) [77].

II.3.5.5 Le rapport DBO₅/DCO

Souvent, on introduit le rapport DBO₅/DCO, comme paramètre pour la définition de la chaîne d'épuration ou la biodégradabilité si :

- ❖ $K < 1,5$: Les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- ❖ $1,5 < K < 2,5$: les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- ❖ $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- ❖ $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables [78].

III.3.5.1.1 Interprétation des résultats

Les résultats de la caractérisation physico-chimique des lixiviat brut du lixiviat CET d'Ain Temouchent et de l'eau usée de l'Oued Mirada Tiaret nous a permis de constater une pollution organique traduit par une forte charge de la DCO par exemple pour l'échantillon B (3g PAM) après la filtration est de l'ordre de 9504 mg/l et valeur de DBO_5 50 mg/l alors le rapport DBO_5/DCO est $50/9504=0.00526$ mg/l.

Le rapport DBO_5/DCO est $50/9504=0.00526$ mg/l < 1.5

Ce rapport est faible, il implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables d'où un traitement par l'ajoute de PAM.

A partir de ces résultats nous pouvons conclure que le traitement qu'on a effectué donne un résultat très efficace puisque le rapport révèle un indice inférieur à 1.5, ce qui veut dire les matières présentent une source biodégradables organique, donc le traitement après une filtration va donner un lixiviat traité et la boue récolte est une vraie source de Carbone et biodégradables, elle pourra être utilisée comme source amendement pour fabriquer un compost et récupérer les eaux pour irrigation ou à usage domestique ou nettoyage après un traitement microbiologique.

III.4 CONCLUSION

En variant la masse du polymère introduit on a noté une variation nette dans les paramètres étudiés : pH, T, Conductivité, DBO

Le fait d'augmenter la masse on a noté que ces paramètres s'élèvent en augmentant la masse, le polymère représente une importante source de carbone il apporte source de glucose au microorganismes qui responsables de la variation de ces paramètres, en exemple pour la DBO on note que valeur est presque double, le trouble augment en plus de la turbidité, le blanc pour le lixiviat et l'eau usée représente des valeurs moins importante, ceci est dû à la diminution du mouvement des matières organiques qui se stabilisent le plus au fond du récipient par contre le polymère, remet les matières en suspension de ce fait les valeurs sont plus augmenter; il faut une filtration pour voir si le traitement est efficace, puisque quand on a filtré pour mesurer le pH et la température on a noté une petite amélioration dans ces paramètres.

La conductivité reste élevée puisque il existe un aspect du polymère qui chargé en plus des sels dissous.

C

ONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail nous avons préparé le PAM par réaction de polymérisation radicalaire en utilisant AIBN et le peroxyde de benzoyle.

L'analyse infra rouge a révélé les fonctions caractéristiques du polymère, le spectre infra rouge est en accord avec la structure préconisée.

L'analyse diffraction RX a montré q' on a obtenu un polymère 100% amorphe ceci va faciliter l'opération du traitement.

Les paramètres physico-chimiques analysés avant et après traitement montrent une variation pour le pH et la température à un effet sur les propriétés du lixiviat et l'eau usée, l'accélération des réactions chimiques entre le polymère et les composants des matières testées ou juste une interaction qui peut modifier les autres paramètres.

Cette variation influe directement sur la couleur et l'odeur de ces effluents.

La turbidité a augmenté avec l'augmentation de la masse du lixiviat ce qui nous laisse à dire que il existe beaucoup de matières colloïdales qui donne cette aspect trouble au lixiviat déchets ménagers et l'eau usée urbaine qui doivent contenir aussi des microorganismes qui accentuent le trouble donc augmente la turbidité qui est du à l'activité bactérienne.

Nous avons constaté que les analyses doivent être effectuées après une filtration.

Dans un avenir nous envisageons de procéder à une analyse microbiologiques et une analyses des paramètres physico chimiques totale : la pollution, la toxicité, à long terme pour quantifier le taux d'épuration et réutiliser les eaux de filtration traités du lixiviat et eau usée.

R

Éférénces
bibliograpiques

Références bibliographiques

- [1]. (Toreka, Polymer Solutions, An introduction to physical properties, Ed polytechnic University Brooklyn, New York, (2002).
- [2]. (« Polymere » Microsoft® Encarta® 2007 .[CD]. Microsoft Corporation.
- [3]. (F. Moingeon ; Thèse de Doctorat ; option chimie ; université Louis Pasteur Strasbourg I, (2006).
- [4]. (D.A. Tomalia, J.M.J. Frechet . Dendrimers and other Dendritic Polymers , Wiley, New York, (2001).
- [5]. (S. Jouenne, Thèse de Doctorat ; option chimie et physicochimie des polymères ; Université Pierre et Marie Curie, (2005).
- [6]. (« différents types de matières_ plastiques »).
- [7]. (« http://www.civil.usherbrooke.ca/cours/gcil16/notes_cours/5.2polymeres).
- [8]. (M. Fontanille, P. Vairon ; Polymérisation, Techniques de l'ingénieur, Traite plastiques et composites ; (A3 040).
- [9]. (Matsumora, s, Mechanism of biodegradation, In : Biodegradable polymers for industrial applications, Ed. R. Smith, CRC Press Inc, New York, 2005.
- [10]. (Domenk , s. polymères biodégradables : Normes de biodégradation et propriétés principales, Viandes et produits carnés, 27(4), 154-158.
- [11]. (Alberstsson, A. C., Carlsson, s., Chemistry and Biochemistry of polymer Biodegradation, In : Griffin, G.J.L. Ed., chemistry and Technology of biodegradable polymers, Blackie Academic and professional, Glasgow, 1994.
- [12]. Calmon_Decriaud, A., Bellon-Maurel, V., silvestre, F. (1998). standard methods for testing the aerobic biodegradation of polymeric materials. Advances in polymer Science, 135 , 207-226.
- [13]. (Thèse doctorat univ- BLAISE PASCAL) «étude des mécanismes de photo transformation de polymères hydrosolubles en milieu aqueux 1 Déc. 2006).
- [14]. Rinaudo M., Auzely .R, Mazeau K., Polysaccharides and carbohydrate polymers , Encyclopedia of polymer Science and Technology , Jhon Wiley & Sons , 2004, 11 , p.200.

Références bibliographiques

- [15]. Rinaudo M., Advances in characterization of polysaccharides in aqueous solution and gel state , Polysaccharides : Structural Diversity and Functional Versatility ,S . Dimitriu (Ed) ,M.Dekker,2004, 8,p. 237.
- [16]. Encyclopedia of polymer science and engineering. Wiley –Interscience ,New York Vol.3 ,P.501-503.
- [17]. Heacock, J. F. (1963) *Journal of Applied Polymer Science* 7, 2319. [17]. Heacock, J. F. (1963) *Journal of Applied Polymer Science* 7, 2319.
- [18]. Wilhelm, C., Gardette, J. L. (1994) *Journal of Applied Polymer Science* 51, 1411.
- [19]. March, J. (1992) *Advanced Organic Chemistry Reactions, Mechanisms and structure. Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York*, p. 419-424.
- [20]. Kundra, S. K., Katyal, M. Singh, R. P. (1974) *Anal.Chem.* 46, 1605.
- [21]. Stookey, L. (1970) *Analytical Chemistry* 42, 779.
- [22]. Flory, P. J. (1953) Principles of Polymer Chemistry. *Cornell university Press, New York*, Chapitres 11 et 13.
- [23]. (Kapoor,J.N.,and Mathur,D,P,Fert.News,28(4) :40(1983).
- [24]. Pfefferkorn,E,J.colloid Interface Sci.,216(2): 197 (1999).
- [25]. (P.J.Flory,Principles of polymer chemistry,Cornell University Press,Ithaca, N.Y.1953.
- [26]. N.I. Sax, R.J. Lewis, Dangerous properties of industrial materials, 7me éd.vol.II, NewYork, Van Nostrand Reinhold Co., 1984.
- [27]. W. M. Kulicke, R. Kniewske, J. Klein, *Prog. Polym. Sci.*, 8: 373, 1982.
- [28]. K. Othmer, Encyclopedia of chemical technology, 3ème éd., vol1, New-york, John wiley., 1979.
- [29]. Acrylamide poudre et solutions aqueuses, Fiches de données de sécurité. Rungis,Cyanamid SA., 1991.
- [30]. Morgenstern, U., and Berger, W. *Makromol. Chem.*, 193(10): 2561 (1992). 24] M. Ajmal, J. Rawat, M. A. Quraishi, *Br. Corros. J.*, 34: 220, 1999.
- [31]. S. Kertit , B. Hammouti, *Appl. Surf. Sci.*, 93: 59, 1996.

Références bibliographiques

- [32]. S. A. Abd El-Maksound, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 3: 528, 2008.
- [33]. A. Chetouani, B. Hammouti, A. T. Benhadda, M. Daoudi, *Appl. Surf. Sci.*, 249: 375, 2005.
- [34]. K. F. Khaled, *Electrochim. Acta.*, 48: 2493, 2003.
- [35]. Bruno Grassl, Zhuoyan Zhu, Ouyang Jian, Sabrina Paillet, Jacques Desbrières, *European Polymer Journal* 43 : 824–834 (2007).
- [36]. Penott-Chang EK, Gouveia L, Fernandez IJ, Muller AJ et Saez AE. *Colloids and surfaces*; 8: 038 (2006).
- [37]. Bruno Grassl, Jeanne Francois and Laurent Billon. *Polym Int* 50 : 1162-1196 (2001).
- [38]. ERICH E. KATHMANN and CHARLES L. MCCORMICK. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, Vol. 35 : 243-253 (1997).
- [39]. H. Tanaka, *J. Polym. Sci., Polym.Chem. Ed.* 24, 29 (1986).
- [40]. R. Ha and S. Hou, *Gaofenzi Xuebao* 570 (Oct. 1993); *Chem. Abstr.* 122, 161506x (1995).
- [41]. K. Plochocka, *J. Macromol. Sci., Rev. Macromol.Chem. C* 20(1), 67 (1981).
- [42]. F. Candau, Z. Zekhnini, and F. Heatley, *thèse Macromolécules* 19, 1895–1902 (1986). [43]. Thèse pour obtenir le titre de Docteur en Sciences ; Devenir des flocculants à base de polyacrylamide dans un site de granulats .
- [44]. Convention de Bale sur les déchets dangereux, ratifiée le 5 Décembre 2001). [45]. (convention de Bamako sur l'interdiction de transfert des déchets dangereux en Afrique signée en 1990).
- [46]. (convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs), qui a pour objectif de protéger l'environnement et la santé humaine contre les effets des Pops, signée le 23 mai 2001).
- [47]. Thèse isolement et caractérisation de bactéries biodégradantes d'hydrocarbures à partir du lixiviat du CET d'Ain Temouchent. [48]. (pacey et al., 1999). [49]. Matejka, 1995 ; Brula *et al.*, 1995 ; Thonart *et al.*, 2002). [50]. Art 2(i) Directive Européenne sur les décharges, adoptée le 27 avril 1999). [51]. (Rodriguez *et al.*, 2000 ; Lagier *et al.*, 2001 ; François, 2004 ; Labanowski, 2004), [52]. (Thonart, 2002).

Références bibliographiques

- [53]. (Christensen *et al.*, 2001 ; Frascari *et al.*, 2004).[54].(El-Fadel, 2002).[55]. (Flyhammar *et al.*, 1999, El-Fadel., 2002 ; François, 2004, Kjeldsen et Christophersen, 2001).[56]. (Calace *et al.*, 2001 ; Kelly *et al.*, 2002).
- [57]. (Mejbri, 1997 ; Lagier, 2000 ; Calace *et al.*, 2001 ; Kang *et al.*, 2002 ; François, 2004 ; Yong-Jin Kim *et al.*, 2004; Zbytniewski *et al.*, 2005).
- [58]. Christensen *et al.* (2001).
- [59].Thèse de Doctorat 3^{em} Cycle ,Par Hicham KHATTABI ,Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydro biologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement deslixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'étueffont (Belfort, France) ,Soutenu le 25-02-2002.
- [60]. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, *Université Abou-Baker Belkaïd de Tlemcen*. BOUALALEM Slimane, soutenu le 06/10/2013.
- [61]. (Werther et Ogada, 1999).
- [62]. 10 AMIR. S, (2005).
- [63].Thèse nouvelle approche de traitement des eaux usées papetiere, Février 2000.L'universite du Québec à trois –rivieres.Par Daniel Gagnon.
- [64] .Berradi M., Chabab Z., Arroub H., Nounah H., El Harfi A., *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2) (2014) 360-365.
- [65]. Majdy I, Cherkaoui E, Nounah A, Khamar M., *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (3) (2015) 834-839.
- [66]. Amor C., Torres-Sociás E., Peres J., Maldonado M., Oller I., Malato S., Lucas M., *Journal of Hazardous Materials*.286 (2015) 261-268.
- [67]. Huseyin S., *Dyes Pigm.* 64 (2005) 217-222.
- [68]. Sangyong K., Chulhwan P., Tak-Hyum K., jinwon L. and Seung K., *Biosci. Bioeng.* 95 (2003) 102-105.
- [69]. Shyh-Fang K., Chih-Hsaing L. and Mon-Chun C., *Chemosphere.* 46 (2002) 923-928.
- [70]. James C.R. and O'melia C.R., *J Am Water Works Assoc.* 74 (1982) 148-151.
- [71]. C. WOLFF Colloque C2, supplément au n° 6, Tome 39, page C2-169 (Juin 1978).
- [72]. (Procédeues d'opération standard .ver.1.01.Oct. le 2011.)

Références bibliographiques

[73]. (centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût ; *centre collaborant de l'oms* ; contrôle etsuivi de la qualité des eaux usées ; protocole de determination des parametres physico-chimiques et bacteriologiques) .

[74]. [RODIER 1984].

[75].[ONEP 1999].

[76]. http://environnement.ecoles.free.fr/pollution_eau.htm la qualite de l'eau.

[77]. [1987 - 2005 : CAPITAISATION DE L'EVOLUTION GENERAL DU CREPA
Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques]

[78]. RODIER. J. L'analyse de l'eau. 7eme édition, Dunod. (1984)

A NNEXE

1) Mesure de la turbidité [78]

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

Principe :

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

Appareillage : HACH 2100N

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm, de diamètre.

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en FTU.

2) Mesure de la conductivité [78]

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la conductivité électrique. L'unité utilisée pour exprimer la conductivité est le micro siemens par centimètres ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

Résistivité ($\text{Ohm} \cdot \text{cm}$) = $1000000 / \text{conductivité} (\text{mS} / \text{cm})$.

Principe

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre ou une image cathodique.

Matériel spécial

Conductimètre : utilisation de préférence le courant alternatif en adaptant la fréquence à la gamme de conductivité choisie.

Mode opératoire

D'une façon général, opérer avec de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Expression des résultats

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Noter le chiffre donné par le pont.

La conductivité électrique de l'eau est donnée par l'expression :

$$C = K / R$$

Où R est la constante d'étalonnage de la cellule.

C s'exprime en micro Siemens par centimètre (mS / cm).

3) Résidus secs (RS) [78]

La détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

Soit un creuset de masse M_0 , bien séché à l'étuve et refroidis à l'abri de l'humidité dans un dessiccateur. On mesure exactement 25ml d'échantillon à l'aide d'une pipette et on les verse dans le creuset.

On introduit le creuset pendant quatre heures à 105°C dans l'étuve; puis on le met après les quatre heures dans un dessiccateur.

Le creuset est ensuite pesé une autre fois et on note la mesure M_1 et en fin on calcul les Résidus secs comme suit:

$$RS (mg / l) = M_1 - M_0 / V.$$

4) Les matières en suspension [78]

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation.

L'échantillon est filtré et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

Laver le disque de filtration à l'eau distillée, le sécher (105°C) jusqu'à masse constante, puis le peser à 0,1 mg après passage au dessiccateur. Le mettre en place sur l'équipement. Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression. Verser l'échantillon (V) sur le filtre. Rincer la fiole ayant contenu l'échantillon à analyser avec 10 ml d'eau. Faire passer sur le filtre cette eau de lavage. Laisser essorer le filtre, sécher à 150°C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0,1 mg près, jusqu'à poids constant.

La teneur de l'échantillon en matières en suspension (mg/l) est donnée par

l'expression : $M_1 - M_0 / V \otimes 1000$

M_1 : masse du disque filtrant avant utilisation (mg).

M_0 : masse du disque filtrant après utilisation (mg).

V : volume de l'échantillon utilisé (ml).

5) Demande biologique en oxygène (DBO5) [78]

La DBO5 est la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Il s'agit donc d'une consommation potentielle de dioxygène par voie biologique. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante va entraîner une consommation d'O₂) au cours des procédés d'autoépuration.

Principe

La DBO₅ est mesurée au bout de 5 jours (DBO₅), à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en O₂, le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout de 5 jours. La DBO₅ est la différence entre ces 2 concentrations. Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé 5 jours à l'obscurité et à 20°C.

$$DBO_5 = F \cdot T_5$$

T₅ (en mg/l) la concentration résiduaire en O₂ au bout de 5 jours.

F facteur de dilution.

La DBO₅ calculé par la relation suivante : la valeur lue .v échantillon /v de porte de mesure.

6) Préparation des échantillons des analyses

I .Dans un volume de 200ml pour faire les analyses physico-chimique et la DBO₅ et la DCO.

Dans un volume de 200 ml de l'échantillon (lixiviat ou une eau usée), on ajoutant une quantité de PAM et 5.6 g de FeCL₃, et on variant la masse de PAM, le tableau suivant montre la composition et la nomenclature de chaque échantillon.

Echantillons	La composition de l'échantillon
Echantillon A	Lixiviat (+7g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon B	Lixiviat (+3g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon C	Lixiviat (+0g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon D	L'eau usée (+3g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)
Echantillon E	L'eau usée (+0g de PAM +5.6 g de FeCL ₃)

Rq : Dans un 1000ml d'échantillon on ajoutant 28 g de FeCl_3 , alors dans un volume de 200 ml de l'échantillon on ajoutant 5.6g.

II .Dans un volume de 97ml pour déterminer les paramètres faire pollution (La DBO_5)

Dans un volume de 97 ml de l'échantillon (lixiviat ou une eau usée), on ajoutant une quantité de PAM et 0.72 g de FeCl_3 , et on variant la masse de PAM, le tableau suivant montre la composition et la nomenclature de chaque échantillon.

Echantillons	La composition de l'échantillon
Echantillon A'	Lixiviat (+ 3g du PAM + 5.6g du FeCl_3)
Echantillon B'	Lixiviat (+ 1 g du PAM + 5.6g du FeCl_3)
Echantillon C'	Lixiviat (+ 0 g du PAM + 5.6g du FeCl_3)
Echantillon D'	L'eau usée (+ 1 g du PAM + 5.6g du FeCl_3)
Echantillon E'	L'eau usée (+ 0 g du PAM + 5.6g du FeCl_3)

Rq : Dans un 1000ml d'échantillon on ajoutant 28 g de FeCl_3 , alors dans un volume de 97ml de l'échantillon on ajoutant 0.72g.

Calcul du taux de biodégradation (norme ISO 9 408) :

Le taux de dégradation est calculé selon la formule suivante : $B\% = \text{DBO}_5/\text{DCO}$.

7) Dosage la DCO [72]

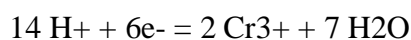
On détermine expérimentalement la DCO en oxydant les matières dissoutes dans l'eau non pas avec du dioxygène mais avec un oxydant plus fort : l'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

A l'aide d'un montage à reflux, on fait réagir à chaud pendant 2h30 l'eau à analyser (une quantité précise) avec du dichromate en excès (orange) (on connaît la quantité exacte introduite aussi soit ni) en milieu sulfurique en présence d'un catalyseur (sulfates de mercure et d'argent) Le dichromate oxyde les polluants de l'eau mais à la fin il reste du dichromate.

On dose l'excès du dichromate par une solution de fer par colorimétrie (ou par spectrophotométrie.)

En faisant la différence entre ce que l'on dose et ce qu'on a introduit au début on en déduit la quantité de dichromate qui a réagi et donc la DCO, la quantité de polluants présents dans l'eau.

On ne peut pas écrire d'équation correspondant à la réaction d'oxydation des matières organiques de nature inconnue et variée ...demi-équation redox relative au couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} +$



Dosage colorimétrique du dichromate en excès par le fer(II) en présence d'un indicateur coloré redox comme la diphénylamine 4-sulfonate de baryum (forme oxydée violette, forme réduite incolore) : virage de la solution du violet au bleu vert de Cr^{3+} :

On trouve la quantité de matière en dichromate restant après réaction avec les matières organiques : $n_r = N(\text{F}^{+2}) / 6$

On en déduit la quantité de matière de dichromate qui a réagi avec le 10 ml d'eau à analyser introduits dans le ballon : $n = n_i - n_r$

Si l'oxydation des matières organiques avait été réalisée par du dioxygène dissous, c'est la demi-équation redox du couple $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ qui serait intervenue : $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- + 4 \text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$

On voit que chaque mole de dichromate capte 6 mol d'électrons aux matières oxydables de l'eau, donc n mol de dichromate captent $6n/4$ mol d'électrons.

Une mole de dioxygène capte 4 mol d'électrons donc il aurait fallu $n/4$ mol de dioxygène pour oxyder les matières oxydables dans le même volume d'eau.

On en déduit ensuite la masse de dioxygène pour oxyder 1L d'eau.

Dosage de la DCO :

Le dosage en kit ou en laboratoire est basé sur la méthode de Winkler vue en Travaux pratiques. Mais on utilise de plus en plus des oxymètres dont le principe est basé sur des méthodes physico-chimiques.

Détermination de résultats :

$$[\text{DCO}] : (V_0 - V_1) \cdot 0.12 \cdot 800 / V_e$$

V_e échantillon = 1 ml et 0.1 ml.

V_0 blanc = 10.8 ml

V_1 = volume sels du mohers 0.9ml et 8.5 ml.

Tableau N°01 : Turbidité (Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011))

NTU < 5	eau incolore
5 < NTU < 30	eau légèrement colorée
NTU > 50	eau colorée
NTU > 200	eau de surface "Africaine"

Tableau N°02 : Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)

Groupe de paramètre	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
PH	PH	Unité pH	≥ 6.5 et ≤ 9.5
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	2800	
Température	°C	25	
Dureté	mg/l en CaCO_3	200	
Alcalinité	mg/l en CaCO_3	500	
Calcium	mg/l en CaCO_3	200	
Chlorures	mg/l	500	
Potassium	mg/l	12	
Résidu sec	mg/l	1500	
Sodium	mg/l	200	
Sulfates	mg/l	400	
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
Turbidité	NTU	5	
Odeur 12°C	Taux dilution	4	
Saveur 25°C	Taux dilution	4	

Tableau 3 : Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009)

Classes Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvais e	Très mauvaise
DCO	mg/l d' o_2	20	30	40	80	>80
DBO₅	mg/l d' o_2	3	6	10	25	>25
NH₄⁺	mg/l	0,5	1,5	2,8	4	>4
NO₃⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
NO₂⁻	mg/l	0,03	0,3	0,5	1	>1
PO₄³⁻	mg/l	0,1	0,5	1	2	>2
Conductivité	$\mu\text{s}/\text{cm}$	180-2500	120-3000	60-3500	0-4000	>4000

RESUME

La pollution de l'environnement est l'un des problèmes majeurs aux qu'il faut y remédier pour préserver la flore et la flore surtout les déchets ménagers qui sont produits avec de grandes quantités après en fouissement les eaux des lixiviat présente un volume considérable non traité est accumulé dans cette application. Depuis notre travail on a pensé à traiter le lixiviat et une eau usée à traiter par un flocculant qui le polyacrylamide en utilisant la méthode de floculation par coagulation qui le polyacrylamide préparé par la polymérisation radicalaire. Ensuite nous avons effectué un traitement et analysé les échantillons avant et après traitement nous avons utilisé des méthodes standardisées : PH .DBO. DCO.turbidité. ...pour évaluer le traitement les résultats que l'on trouve démontrent que le pré traitement est efficace quand il est suivi d'une filtration.

Les résultats récoltés sont satisfaisants ce qui nous incite à poursuivre nos recherches en essayant de réutiliser les eaux traitées et compléter le travail par une analyse microbiologique.

Le PAM a été caractérisé par IR .DRX.

Mot clés : lixiviat. PAM. flocculant. DBO. DCO.

Abstract :

Pollution of the environment is one of the major problems that must be remedied to preserve flora and fauna especially household waste that is produced with large quantities after burying the leachate waters has a considerable volume not treated is accumulated in this since our work was thought to treat leachate and waste water to be treated by a flocculant that polyacrylamide using the flocculation clotting method which the polyacrylamide prepared by radical polymerization then we carried out a treatment and analysis the samples before and after treatment we used standardized methods: PH .DBO. DCO. turbidity. ... to evaluate the treatment, the results found show that the pre-treatment is effective when it is followed by filtration.

The harvest results are satisfactory which we even continue to research by trying to reuse treated waters and complete the work by a microbiological analysis.

PAM has been characterized by IR .DRX.

Key words: leachate. PAM. flocculant. DBO. DCO.

ملخص

يعد تلوث البيئة أحد المشكلات الرئيسية التي يجب معالجتها للحفاظ على الحيوانات والنباتات وخاصة النفايات المنزلية التي يتم إنتاجها بكميات كبيرة بعد حفر المياه الراشحة يعرض كمية كبيرة غير المعالجة المتراكمة في هذا التطبيق الصادق كان يعتقد أن عملنا يعالج الراشح ومياه الصرف الصحي ليتم معالجته من قبل flocculant أن بولي أكريلاميد باستخدام طريقة التلبد التخثر أن تحضير بولي أكريلاميد بواسطة بلمرة راديكالية ثم قمنا بتنفيذ معالجة وتحليل العينات قبل وبعد العلاج استخدمنا الطرق الموحدة ... :لتقييم العلاج النتائج التي نجدها يوضح أن المعالجة المسبقة فعالة عندما يتبعها الترشيح.

نتائج الحصاد مرضية ونحن حتى نواصل بحثنا فيها محاولة إعادة استخدام المياه المعالجة وإكمال العمل من خلال التحليل الميكروبيولوجي.

وقد تم وصف PAM بواسطة IR .DRX.

كلمات مفتاحية: الراشح، برنامج الأغذية العالمي