

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

Département Génie des Procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences Techniques

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie de l'environnement

Présenté par: DADDA IMEN & HAKKOUMI HALIMA SAADIA

Thème :

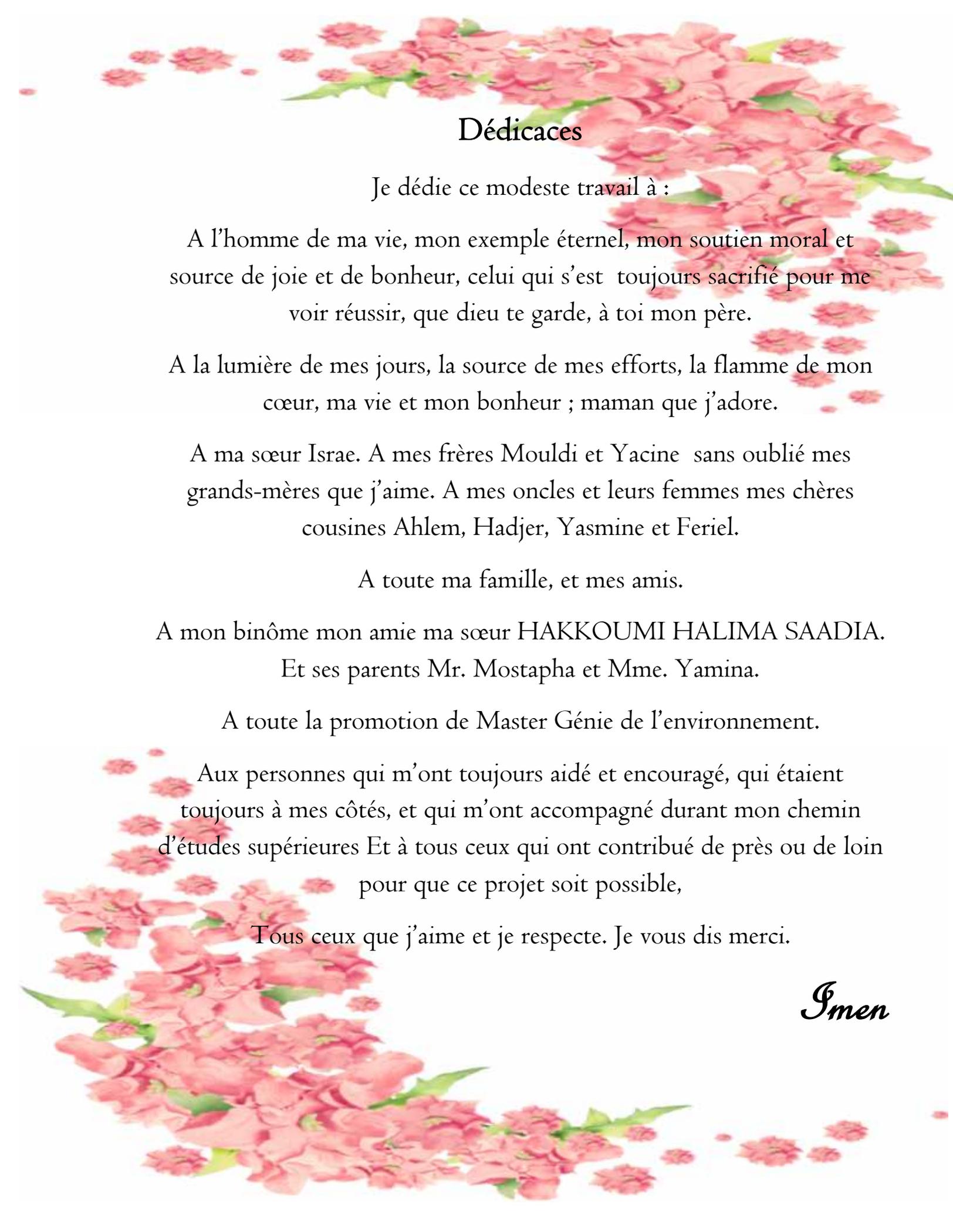
# Traitement des eaux usées par Bio-coagulation

Soutenu publiquement le:30/05/2017

Devant le jury composé de:

Mr.Tabchouche Ahmed	M.A.A Université d'OUARGLA	Président
Mr. Kahoul Fares	M.C.A Université d'OUARGLA	Examinateur
Mr. Zerroki Djamel	M.C.A Université d'OUARGLA	Promoteur
Mr.Rahmani Abdellatif	Doctorant Université Chlef	Co-promoteur

Année universitaire : 2016/2017



## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A ma sœur Israe. A mes frères Mouldi et Yacine sans oublié mes grands-mères que j'aime. A mes oncles et leurs femmes mes chères cousines Ahlem, Hadjer, Yasmine et Ferial.

A toute ma famille, et mes amis.

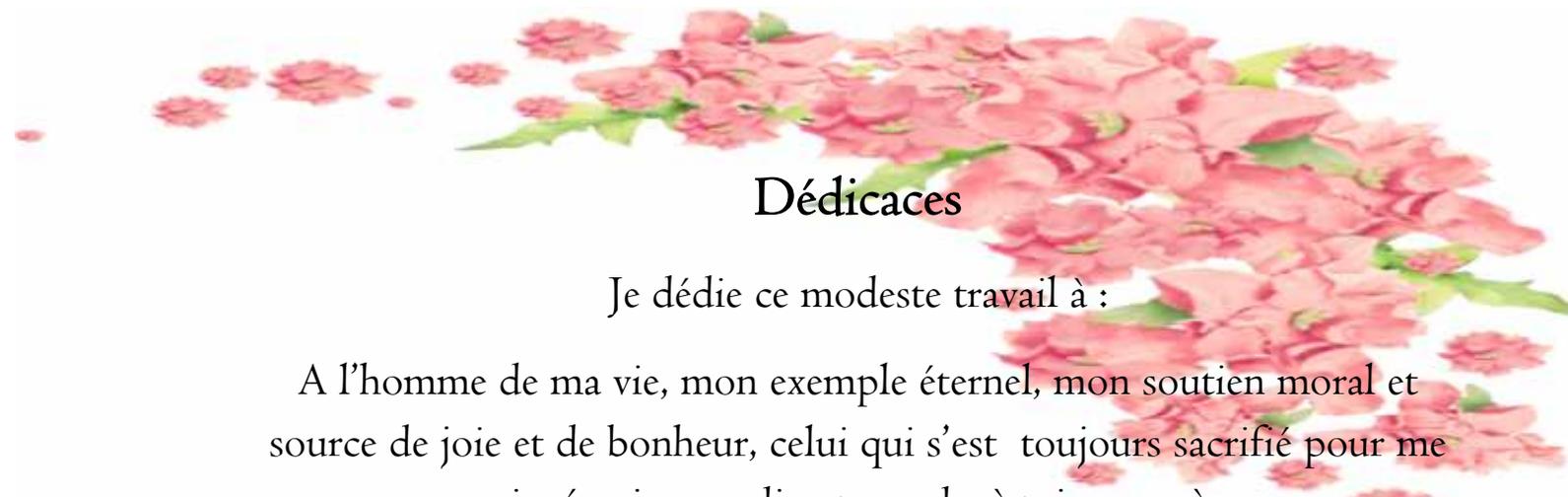
A mon binôme mon amie ma sœur HAKKOUMI HALIMA SAADIA.  
Et ses parents Mr. Mostapha et Mme. Yamina.

A toute la promotion de Master Génie de l'environnement.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible,

Tous ceux que j'aime et je respecte. Je vous dis merci.

*Imen*



## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A toute ma famille, et mes amis.

A mon binôme mon amie ma sœur Dadda Imen. Et ses parents Mr. Bachir et Mme. Noria.

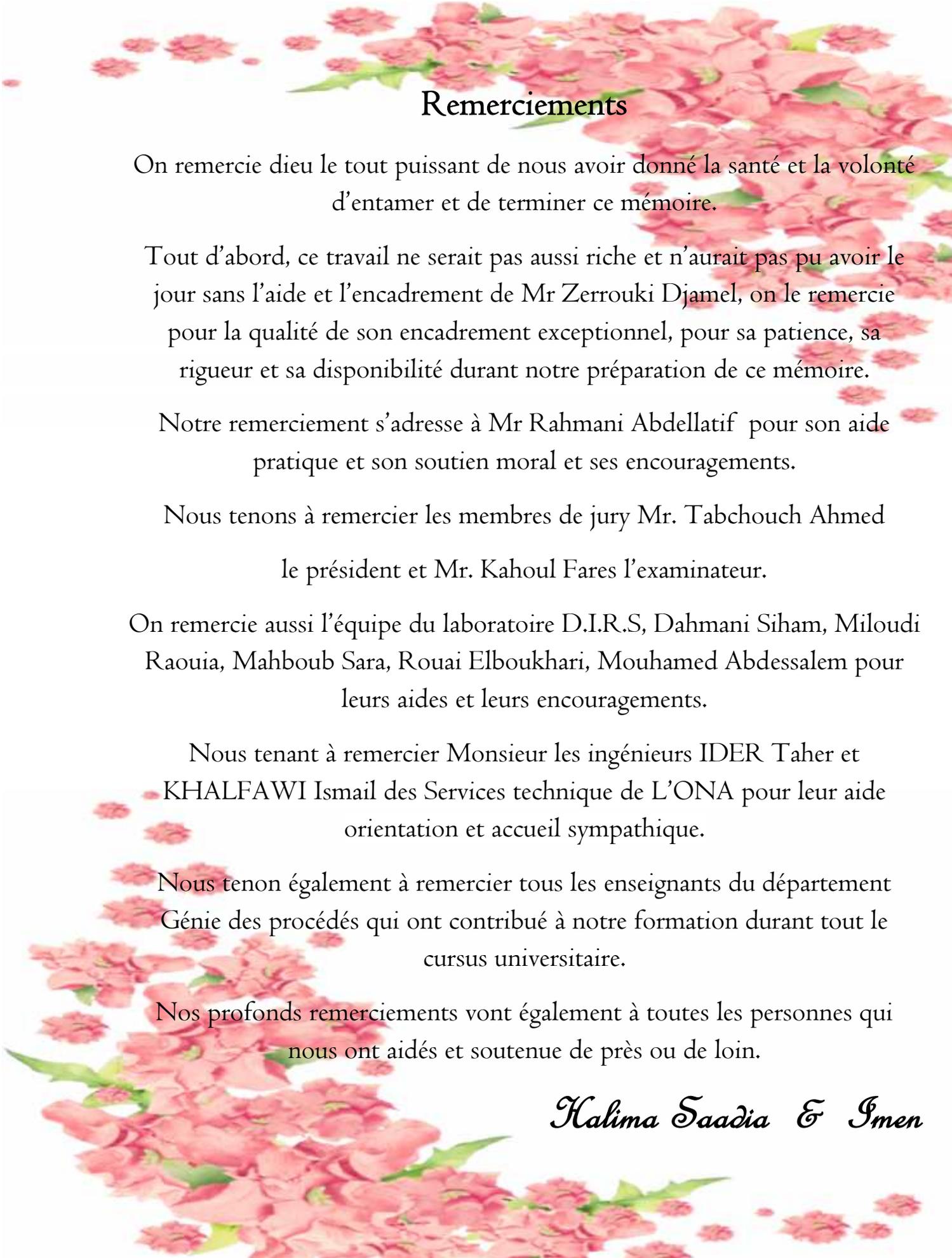
A toute la promotion de Master Génie de l'environnement.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible,

Tous ceux que j'aime et je respecte. Je vous dis merci.

*Kalima Saadia*





## Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr Zerrouki Djamel, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Notre remerciement s'adresse à Mr Rahmani Abdellatif pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Nous tenons à remercier les membres de jury Mr. Tabchouch Ahmed le président et Mr. Kahoul Fares l'examineur.

On remercie aussi l'équipe du laboratoire D.I.R.S, Dahmani Siham, Miloudi Raouia, Mahboub Sara, Rouai Elboukhari, Mouhamed Abdessalem pour leurs aides et leurs encouragements.

Nous tenons à remercier Monsieur les ingénieurs IDER Taher et KHALFAWI Ismail des Services technique de L'ONA pour leur aide orientation et accueil sympathique.

Nous tenon également à remercier tous les enseignants du département Génie des procédés qui ont contribué à notre formation durant tout le cursus universitaire.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.

*Kalima Saadia & Imen*

## SOMMAIRE

Introduction générale	01
<b>PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I : Généralité sur le traitement des eaux usées</b>	
Introduction	03
I-1- Les eaux usées	03
I-1-1-Définition	03
I-1-2 : Origine des eaux usées	03
I-1-2-1-Les eaux usées domestiques	03
I-1-2-2-Les eaux usées industrielles	04
I-1-2-3- Les eaux usées agricoles	04
I-1-2-4- Les eaux usées pluviales	04
I-2-Traitement des eaux usées	05
I-2-1-Définition	05
I-2-2-Les étapes de traitement des eaux usées	05
I-2-2-1-Les prétraitements	05
I-2-2-1-1- Dégazage	06
I-2-2-1-2- Le Dégrillage	06
I-2-2-1-2-1-La grille	06
I-2-2-1-3- Le dessablage	07
I-2-2-1-3-1- Décantation	07
I-2-2-1-4- Le déshuilage et dégraissage	08
I-2-2-2-Traitement primaire	08
I-2-2-2-1- Décantation	08
I-2-2-2-1-1 Matières en suspensions	09

---

I-2-2-3-Traitement secondaire	09
I-2-2-3-1-Les organismes vivants et leur rôle dans le traitement des eaux usées	09
I-2-2-3-1-1-Les bactéries	10
I-2-2-3-1-2-Les algues	10
I-2-2-3-1-3-Les micro-algues	11
I-2-2-3-2-Élimination des micro-organismes	12
I-2-2-4- Traitement tertiaire	12

## **CHAPITRE II : L'élimination des micro-organismes par coagulation-floculation**

Introduction	13
II-1- La coagulation-floculation	13
II-1-1- Définition	13
II-1-2-Etat de surface des colloïdes	13
II-1-3-Déstabilisation des colloïdes	15
II-2- Les types de coagulation	16
II-2-1- La coagulation chimique	16
II-2-2-L'électrocoagulation	17
II-2-3-La bio-coagulation	18
II-2-3-1- Mécanisme de bio-coagulation	18

## **CHAPITRE III : Matériel et méthodes**

III- Préparation des bio-coagulants	19
III-1-Appareillage	19
III-2- Matériels et produit	19

III-3- Mode de préparation	20
III-3-1- Extraction du bio-coagulant	22
III-4- Méthode de traitement	26
<b>CHAPITRE IV : résultat et discussion</b>	
Introduction	27
IV-1-Traitement des eaux usées par bio-coagulation	27
IV-1-1-L'effet d'extrait de laitue	27
IV-1-2- L'effet d'extrait d'épinard	28
IV-1-3- L'effet d'extrait de cactus	29
IV-1-3-1-Observation a l'œil nu	29
IV-1-3-2 Observation par microscopie	30
IV-1-4-Caractérisation par spectrophotomètre	33
CONCLUSION	34

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Tableaux	page
<b>CHAPITRE I : Généralité sur le traitement des eaux usées</b>		
<b>Tableau. I.01</b>	Le diamètre et différents temps de décantation	7
<b>CHAPITRE III : Matériel et méthodes</b>		
<b>Tableau.III.02</b>	Tableau d'appareillage	19
<b>Tableau.III.03</b>	Tableau des matériels et produits utilisés.	19
<b>Tableau III.04</b>	Composition d'épinard	20
<b>Tableau III.05</b>	Composition de laitue	21
<b>Tableau III.06</b>	Composition de cactus	21
<b>Tableau.III.07</b>	Condition de préparation des bio-coagulant	25

## LISTE DES FIGHRES

N°	FIGURES	PAGE
<b>CHAPITRE I : Généralité sur le traitement des eaux usées</b>		
Figure. I.01	Différents diamètre des particules	05
Figure. I.02	Elimination des matières grossières	06
Figure. I.03	Principe de la décantation	07
Figure. I.04	Elimination des matières décantables	08
<b>CHAPITRE II : L'élimination des micro-organismes par coagulation-floculation</b>		
Figure .II.05	Représentation schématique de la double couche électrique	14
Figure. II.06	Processus de coagulation, floculation et de sédimentation	16
Figure. II.07	Essai de coagulation dans une usine de traitement	16
Figure. II.08	Schéma des mécanismes de l'électrocoagulation avec des électrodes en fer (C = Colloïdes)	17
<b>CHAPITRE III : Matériel et méthodes</b>		
Figure. III.09	Les épinards	20
Figure. III.10	La laitue	21
Figure. III.11	Le cactus	22
<b>CHAPITRE IV : résultat et discussion</b>		
Figure. IV.12	Observation de l'effet de LTE à l'œil nu	27
Figure. IV.13	Observation de l'effet de LTE sous microscopie	28
Figure. IV.14	Observation a l'œil nu de l'effet d'EPR	28
Figure. IV.15	Observation par microscopie de l'effet d'EPR	29
Figure. IV.16	Résultat de décantation obtenu juste après l'agitation	29
Figure. IV.17	Schéma simplifié du phénomène de coagulation	32
Figure. IV.18	Graphe qui montre la cinétique de décantation	33

## LISTE DES PHOTOS

N°	PHOTO	PAGE
<b>CHAPITRE III : Matériel et méthodes</b>		
Photo.III.01	séchage de laitue	23
Photo.III.02	séchage d'épinard	23
Photo.III.03	séchage de cactus	23
Photo.III.04	Broyage d'épinard	23
Photo.III.05	Broyage de cactus	23
Photo.III.06	Broyage de laitue	23
Photo.III.07	Agitation d'épinard	24
Photo.III.08	Agitation de cactus	24
Photo.III.09	Agitation de laitue	24
Photo.III.10	Filtration d'épinard	24
Photo.III.11	Filtration de cactus	24
Photo.III.12	Filtration de laitue	24
Photo.III.13	Agitation des eaux usées après l'addition de B-COAG	26
<b>CHAPITRE IV : résultat et discussion</b>		
Photo. IV.14	Résultat de LTE avec 0.1M	27
Photo. IV.15	Résultat de LTE avec 0.5M	27
Photo. IV.16	Résultat de LTE avec 1M	27
Photo. IV.17	Image avant l'addition du LTE avec caméra x40 $\mu$ m	28
Photo. IV.18	Image après l'addition du LTE avec caméra x40 $\mu$ m	28
Photo. IV.19	Résultat d'EPR avec 0.1M	28
Photo. IV.20	Résultat d'EPR avec 0.5M	28
Photo. IV.21	Résultat d'EPR avec 1M	28
Photo. IV.22	Image avant l'addition d'EPR avec caméra x40 $\mu$ m	29

Photo. IV.23	Image après l'addition d'EPR avec caméra x40 $\mu\text{m}$	29
Photo. IV.24	Image avant l'addition de CAC avec caméra x10 $\mu\text{m}$	30
Photo. IV.25	Image après l'addition de CAC avec caméra x10 $\mu\text{m}$	30
Photo. IV.26	Image avant l'addition de CAC avec caméra x40 $\mu\text{m}$	30
Photo. IV.27	Image après l'addition de CAC avec caméra x4 $\mu\text{m}$	30
Photo. IV.28	Image après l'addition de CAC 0.5M et PH=7.94 avec caméra x40 $\mu\text{m}$ .	31
Photo. IV.29	Image après l'addition de CAC 0.5M et PH=7.94 Avec caméra x10 $\mu\text{m}$	31
Photo. IV.30	Image après l'addition de CAC 0.5M et PH=7.94 avec caméra x4 $\mu\text{m}$	31
Photo. IV.31	Image après l'addition de CAC 1M et PH=8.17avec caméra x40 $\mu\text{m}$	32
Photo. IV.32	Image après l'addition de CAC 1M et PH=8.17 Pris de microscope	32

## LISTE DES ABREVIATIONS

abréviation	signification
LTE	La laitue
CAC	Le cactus
EPR	L'épinard
B-COG	Bio-coagulant
MES	Matière en suspension
STEP	Station d'épuration
DCE	Demande chimique en oxygène
DBO	Demande biochimique en oxygène
PH	Potentiel d'hydrogène
Fig	figure
SS	Suspended solides
IEP	Point isoélectrique
D.I.R.S	Dynamique interaction et réactivité des system

# Introduction générale

## Introduction générale

Toute matière vivante est composée d'eau et a besoin d'eau. Il n'y a pas de vie sans eau. La teneur en eau et les besoins de chaque être vivant varient, mais l'eau reste un besoin vital.

L'eau est présente partout dans notre vie quotidienne, on l'utilise pour boire, pour préparer la cuisine, pour se laver, pour l'évacuation des toilettes, pour arroser le jardin, pour nettoyer la maison, etc.

Toutes les activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles, artisanales, agricoles. Produisent des eaux usées. On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées :

- ✓ Les eaux domestiques.
- ✓ Les eaux agricoles.
- ✓ Les eaux industrielles.
- ✓ Les eaux pluviales et de ruissellements.

En principe, ces eaux sont collectées pour être traitées. Le but de l'épuration de l'eau est de traiter suffisamment les eaux usées pour que leur rejet dans les cours d'eau ou dans l'environnement ne dégrade pas ces milieux naturels, et ne cause pas de graves dommages (destruction partielle ou totale de la faune et de la flore).

L'environnement des eaux usées est un milieu idéal pour une large gamme de microorganismes, en particulier les bactéries, les virus et les protozoaires. La majorité est inoffensive et peut être utilisée dans le traitement biologique des eaux usées, mais les eaux usées contiennent également des microorganismes pathogènes.

Parmi les traitements des eaux usées, nous nous focalisons sur le procédé de coagulation-floculation, qui fait appel à plusieurs agents de coagulation et de floculation généralement d'origine synthétiques. Ces produits ont des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement, cependant faire appelle a des produits alternatifs devient une nécessité cruciale. Dans un contexte sanitaire et environnemental ; nous allons concentrer nos études à faire intégrer de nouveaux produits biodégradables dans le processus de traitement des eaux.

L'objectif de notre travail consiste donc à tester l'efficacité de différent type des bio coagulent dans le traitement des eaux usées, cela permet de réduire l'utilisation des produits synthétique.

Le travail a été réalisé au laboratoire dynamique Interaction et Réactivité des Systèmes Kasdi Merbah Ouargla. Sur des eaux usées qui comprennent des micro-algues.

Ce mémoire est composé de deux parties principales. La première partie est la présentation bibliographique. La deuxième partie présente l'étude expérimentale. Les deux parties comportent quatre chapitres.

- Un premier chapitre : généralité sur le traitement des eaux usées
- Un deuxième chapitre : l'élimination des micro-organismes par coagulation-floculation.
- Un troisième chapitre : matériels et méthodes.
- Un quatrième chapitre : résultats et discussion

En fin une conclusion générale.

---

**PREMIERE PARTIE:**

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

# **CHAPITRE I:**

Généralité sur le traitement des eaux  
usées

## CHAPITRE I : Généralité sur le traitement des eaux usées

### **Introduction:**

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques suite à l'usage domestique, industriel, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc être traité pour répondre à certaines normes avant toute réutilisation ou injection dans l'environnement [1].

### **I-1- Les eaux usées**

#### **I-1-1-Définition**

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissements. Les eaux usées englobent également les eaux de pluie et leur charge polluante elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes [1].

#### **I-1-2 -Origine des eaux usées**

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre catégories d'eaux usées :

##### **I-1-2-1-Les eaux usées domestiques**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, ...etc. Les eaux de vannes sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [2].

Généralement on parle d'eaux grises pour toutes les eaux de lavage et d'eaux noires pour les eaux fécales des WC que l'on appelle aussi eaux-vannes. Cette différence de couleur traduit le niveau du risque sanitaire [3]

### **I-1-2-2-Les eaux usées industrielles**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir des :

- )] graisses (industries agroalimentaires, équarrissage)
- )] hydrocarbures (raffineries)
- )] métaux (traitement de surface, métallurgie)
- )] acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, tanneries)
- )] matières radioactifs (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [4].

### **I-1-2-3- les eaux usées agricoles**

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement des:

- )] fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation)
- )] produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...) [5].

### **I-1-2-4- les eaux usées pluviales**

Les eaux pluviales sont celles qui proviennent des précipitations atmosphériques. Les eaux d'arrosage et de lavage de voies publiques et privées, de jardins, de cours d'immeubles sont assimilées à des eaux pluviales. Dans certains cas, les eaux pluviales et assimilées, en fonction de leur charge polluante, peuvent être considérées comme des eaux usées non domestiques [6].

## I-2-Traitement des eaux usées

### I-2-1-Définition

Le traitement des eaux usées sert à éviter le plus possible de polluants dans le milieu naturel ou elles sont rejetées. Pour cela, on dispose des stations d'épuration qui nettoient ces eaux. Aujourd'hui, les stations de traitement des eaux usées sont devenues des usines de dépollution compactes, couvertes, désodorisées, automatisées. Elles mettent en œuvre des traitements de plus en plus performants, capables d'éliminer à la fois les différentes substances polluantes carbonées, azotées et phosphorées. Ces stations sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution et assurer un rejet conforme aux valeurs limites définies par l'arrêté préfectoral d'autorisation [7].

### I-2-2-Les étapes de traitement des eaux usées

Dans une station d'épuration STEP, l'eau usée passe par plusieurs étapes de traitement pour obtenir une eau traitée réutilisable. Il ya plusieurs STEP utilisent le traitement primaire et secondaire et quelques installations utilisent le traitement tertiaire.

#### I-2-2-1-Les prétraitements:

Le prétraitement physique est l'ensemble des opérations qui a pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, les sables, les graisses et les huiles.

Selon le diamètre des particules, on distingue:

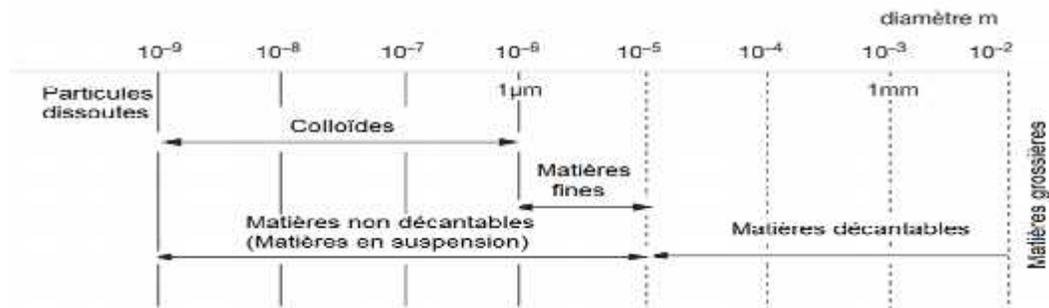


Figure. I.01 : différent diamètre des particules

L'importance de ce traitement est de ne pas gêner les traitements ultérieurs et ne pas endommager les équipements cette opération passe par les étapes suivantes [8].

### I-2-2-1-1-Dégazage

Le dégazage est une opération qui consiste à mettre en contact intime l'eau et l'air. Il a pour but d'éliminer les gaz dissous y compris les traces éventuelles d'hydrocarbures légers, de façon à localiser le risque d'inflammation [9].

### I-2-2-1-2-Le Dégrillage

Le dégrillage est la première étape du prétraitement qui permet de retirer les gros déchets : les branches, les feuilles d'arbres, les objets métalliques, les plastiques..Etc. Par élimination mécanique. L'importance de cette opération est de ne pas boucher les autres installations [8]. Un râteau vient régulièrement débarrasser ceux-ci de la grille. Ses gros déchets sont ensuite collectés.

#### I-2-2-1-2-1-La grille

Est un ensemble des barreaux de section souvent rectangulaire. Son épaisseur varie entre 1 et 2 cm. L'espacement entre deux barreaux :

- grille grossière : (4-10cm).
- grille fine : (1.5-4cm) [10].

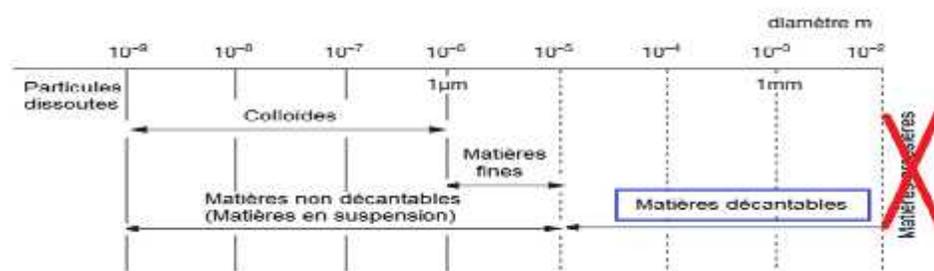


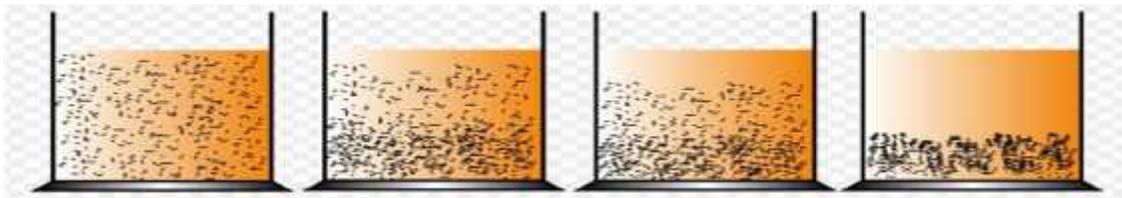
Figure. I.02 : Élimination des matières grossières [8].

### I-2-2-1-3-Le dessablage

Le dessablage permet l'élimination des particules lourdes, de tailles importantes ( $> 2\text{mm}$ ) par décantation [11]. Cette opération est indispensable pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion [8].

#### I-2-2-1-3-1- Décantation:

La décantation est séparation mécanique, sous l'action de la gravitation.



**Figure. I.03: Principe de la décantation.**

Selon la loi de Stokes, leur vitesse de décantation est très faible. La vitesse limite de sédimentation de particules sphérique, de densité 2.65, dans un fluide est donnée par le tableau (I.01)

**Tableau.I.01 : Le diamètre et différents temps de décantation [12].**

Diamètre de la particule	Nature de la particule	Temps nécessaire pour parcourir 1m
10mm	Gravier	1 seconde
1mm	Sable grossier	10 secondes
0.1mm	Sable fin	2 minutes
1 $\mu\text{m}$	Bactéries	4 jours
0.1 $\mu\text{m}$	Argile	2 ans
0.01 $\mu\text{m}$	Colloïdes	10 ans



**I-2-2-2-1-1-Matières en suspensions :**

Les matières en suspension sont des particules solides minérales (sables, argiles, hydroxydes minéraux...) ou organiques (acides humiques ou fulviques, réactifs ou sous-produits d'une activité industrielle...) ainsi que des micro-organismes (algues, bactéries...) dont la taille est supérieure à un micron environ [14].

**I-2-2-3-Traitement secondaire**

C'est la partie essentielle du traitement, car les composés organiques constituent l'essentiel des polluants d'une eau usée domestique, composés très nocifs pour l'environnement.

La dégradation de ces composés implique une consommation de l'oxygène dissous nécessaire à la survie des animaux aquatiques.

Il est pour l'objectif d'éliminer le maximum de composés organiques biodégradables. On dit aussi éliminer le maximum de DCO biodégradable.

Son principe est reproduire et accélérer le processus naturel d'autoépuration. Ce fait généralement par voie biologique. Une voie physico-chimique peut s'y ajouter. La biodégradation fait appel à une biomasse épuratrice constituée principalement de bactéries [8].

**I-2-2-3-1-Les organismes vivants et leur rôle dans le traitement des eaux usées:**

Ces multiples espèces peuvent varier en fonction des effluents traités, des conditions climatiques, de la charge organique, de la profondeur d'eau. Les principaux groupes sont les bactéries, les algues.

### I-2-2-3-1-1-Les bactéries

Ce sont des micro-organismes qui peuvent dégrader et assimiler une grande partie de la matière organique contenue dans les eaux usées. Ces bactéries rejettent dans le milieu des produits de dégradation qui sont les matières minérales solubles et les gaz dissous. En fonction de l'équilibre du milieu et en particulier des taux d'azote et de phosphore, les bactéries les mieux adaptées se développent rapidement et dominent les autres espèces.

On constate une régulation naturelle du taux bactérien en fonction de la matière organique présente dans le milieu et des autres conditions de développement (température, ensoleillement, pH, oxygène dissous...).

Quel que soit le processus biologique considéré, on trouve :

- ) **Les bactéries aérobies** qui transforment en présence d'oxygène dissous, la charge organique dissoute en matières minérales (nutriments) et gaz. Les bactéries du cycle de l'azote assurent la nitrification (formation de nitrites) et la nitrification (formation de nitrates).
- ) **Les bactéries anaérobies** qui sont essentiellement méthanogènes (formation de méthane) réalisent la transformation de la matière organique au niveau des sédiments.

### I-2-2-3-1-2-Les algues

Ce sont des plantes microscopiques planctoniques. Elles sont représentées dans les lagunes principalement par les espèces suivantes :

- ) Algues bleues (cyanophycées) proches des bactéries.
- ) Algues vertes (chlorophycées).
- ) Algues brunes (chrysophycées).
- ) Euglènes.

Dans le cas d'un bon fonctionnement, les bassins de lagunage (surtout ceux en fin de filière) ont une couleur verte plus ou moins prononcée. La chlorophylle contenue dans les micros algues leur permet d'utiliser la lumière du soleil comme source d'énergie : c'est la base du processus de la photosynthèse. Les algues se développent à la lumière en prélevant dans l'eau du gaz carbonique et des sels minéraux et en y rejetant de l'oxygène.

Les algues sont ainsi les principaux producteurs d'oxygène des lagunes. Cette production s'effectue essentiellement dans la couche d'eau superficielle (jusqu'à 40-50 cm).

Dans les bassins du lagunage les micros algues se succèdent au cours du temps. Cela constitue une pollution apparemment négligeable, car l'épaisseur des sédiments dans les derniers bassins de lagunage ne dépasse pas les 5 à 10 centimètres. L'effluent rejeté dans le milieu récepteur contient donc des micros algues en suspension représentant indirectement une pollution particulaire organique importante (leur teneur en matières en suspension pouvant atteindre 0.2 kg/m<sup>3</sup>) [15].

Les algues peuvent constituer des groupes écologiques pertinents : les macros-algues et les micros-algues.

### **I-2-2-3-1-3-Les micro-algues**

Les micro-algues sont des micro-organismes aquatiques. Dotées d'une croissance rapide, elles ont la particularité de pouvoir produire des substances industriellement intéressantes.

Déjà utilisées dans l'alimentaire, les cosmétiques et les fertilisants, les microalgues sont considérées comme une voie alternative aux carburants traditionnels et aux dérivés chimiques bio-sources. En effet, certaines espèces ont la capacité de produire des composés ayant un potentiel énergétique comme les lipides (source de biodiesel) ou l'amidon (source de bioéthanol). Les microalgues font partie des biocarburants dits de 3<sup>e</sup> génération. Ils se distinguent des agrocarburants, issus de cultures destinées traditionnellement à l'alimentation et des biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération, produite à partir de sources végétales non alimentaires telles que le bois et les déchets végétaux.

Les microalgues peuvent également intervenir dans la production de deux autres types de biocombustibles : l'hydrogène et le biogaz [16].

### **I-2-2-3-2-Élimination des micro-organismes**

Les eaux épurées contiennent plus d'un million de micro-organismes par litre dont certains sont néfastes pour l'homme. Lorsque l'eau épurée est rejetée en zone de captage pour l'alimentation en eau potable ou de baignade, la réduction des micro-organismes s'impose alors. Cette réduction s'effectue :

- Sur filtre à sable qui retient les dernières particules, donc les micro-organismes qui y sont fixés.
- Par désinfection chimique (chlore, ozone ...).
- Par lagunage lorsque aucun problème d'encombrement ne se pose [15].

### **I-2-2-4- Traitement tertiaire**

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaire, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer la caractéristique d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire de milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate.

Ces procédés ont notamment pour but :

- l'élimination de l'azote et du phosphore.
- La désinfection [10]

## **CHAPITRE II :**

L'élimination des micro-organismes par  
coagulation-floculation

## CHAPITRE II : L'élimination des micro-organismes par coagulation- Floculation.

### Introduction

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation [17].

### II-1- La coagulation-floculation

#### II-1-1-Définition:

- La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération.
- La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration [12].

#### II-1-2-Etat de surface des colloïdes

Les particules colloïdales possèdent une charge électrique de surface, le plus souvent négative. Elles acquièrent ces charges, soit par ionisation de leur groupement constitutif, soit par adsorption sélective d'ions provenant du milieu.

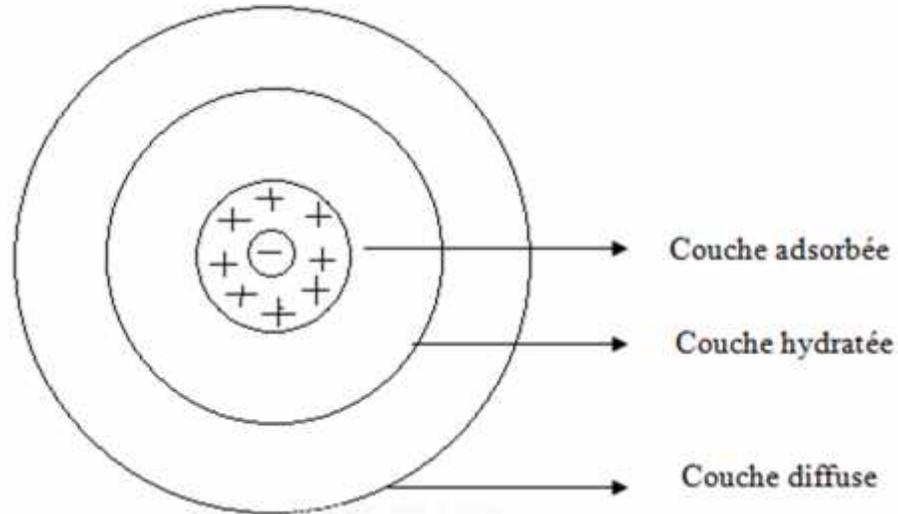
Lorsqu'une particule colloïdale est en suspension dans l'eau, elle acquiert sa charge primitive généralement négative, puis s'entoure de plusieurs couches successives (voir figure ci-dessous) :

- ) une couche d'ions de charge opposée accompagnés de leur eau de solvatation ; cette couche fixe est dite couche de Stern.
- ) entre cette couche fixe et la phase liquide, il existe une couche diffuse ou couche de Gouy, siège de transfert d'ions entre la couche fixe et la phase liquide. Dans la couche diffuse on rencontre des anions et des cations.

L'importance relative de ces deux couches dépend de :

- ) La charge centrale primitive
- ) L'agitation thermique des molécules et des ions.

L'agitation thermique tend à réduire l'importance de la couche fixe et à dilater la couche diffuse [18].



**Figure .II.05: Représentation schématique de la double couche électrique.**

La différence de potentiel entre la surface qui sépare les couches fixes et diffuse et la surface extérieure de cette couche est appelée **potentiel Zêta**

$$Z = \frac{4\pi}{D}$$

e : épaisseur de la couche diffuse

q : charge de la couche fixe par unité de surface

D : constante diélectrique du milieu

Lorsqu'une particule est soumise à un champ électrique, elle atteint une vitesse telle qu'il y ait équilibre entre les forces d'attraction électrique et les forces de frottements dus à la viscosité du

milieu. Cette vitesse électrophorétique est proportionnelle au gradient de potentiel entre les électrodes et le potentiel Zêta.

$$m = \frac{V}{P} = \frac{Z D}{4\pi\mu}$$

m : mobilité électrophorétique en  $\mu\text{S}/\text{V}\cdot\text{cm}$

v : vitesse électrophorétique

p : gradient de potentiel

D : constante de diélectrique du milieu

Z : potentiel Zêta

$\mu$  : viscosité, dynamique du milieu

En remplaçant Zêta par sa valeur, on a :

$$m = \frac{e \cdot q}{\mu}$$

Donc la mobilité électrophorétique est fonction de la charge (q) de la particule et de l'épaisseur (e) de la couche diffuse [28]

### II-1-3-Déstabilisation des colloïdes

Les particules colloïdales, habituellement rencontrées dans les eaux, comprennent de l'argile, de la silice, des oxydes de métaux et des matières organiques en suspension. Elles ont une taille inférieure à  $1 \mu\text{m}$ . ce sont donc des particules impossibles à décanter dans les conditions naturelles. Ainsi, la surface des particules, dans les conditions naturelles, est chargée négativement, ce qui leur permet de se repousser les unes des autres et les empêche de former des floes. En effet, la charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles, tendent à éloigner les particules les unes des autres et par conséquent à les stabiliser dans les solutions [18].

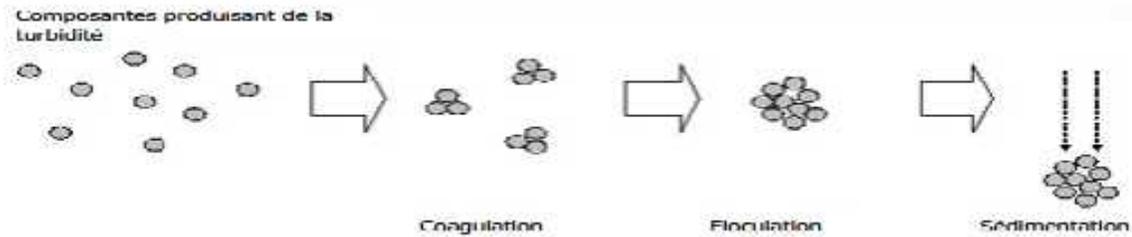


Figure. II.06: Processus de coagulation, floculation et de sédimentation [19].

## II-2- Les type de coagulation

### II-2-1- la coagulation chimique

Le processus de coagulation implique d'ajouter du fer ou de l'aluminium à l'eau comme du sulfate d'aluminium, sulfate ferrique, chlorure ferrique ou des polymères. Ces produits chimiques s'appellent des coagulants et ont une charge positive. La charge positive du coagulant neutralise la charge négative des particules dissoutes et suspendues dans l'eau. Quand cette réaction se produit, les particules s'y lient ensemble ou se coagulent (ce processus peut également s'appeler floculation). Les particules plus grosses ou plus lourdes se retrouvent rapidement au fond de l'approvisionnement en eau. Ce processus s'appelle la sédimentation. Le diagramme suivant illustre les réactions et les processus de bases qui se produisent durant la coagulation [20].

L'image ci-dessous, les coagulants ont été ajoutés à l'eau et les particules commencent à se lier ensemble pour finalement se déposer au fond.



Figure. II.07: Essai de coagulation dans une usine de traitement.

### II-2-2-L'électrocoagulation

L'électrocoagulation est une technique de séparation alternative à la coagulation floculation qui permet la formation des cations métalliques in situ par électro-dissolution d'anode métallique soluble suite au passage du courant. Il s'en suit une concentration des espèces colloïdales dans la région proche de l'anode. Les cations coagulants et les hydroxydes métalliques vont alors « interagir » avec les particules colloïdales chargées négativement et permettent la neutralisation de leur charge et leur coagulation [21].

L'application du procédé est rendue possible par l'utilisation d'anodes dont la solubilisation électrolytique entraîne la coagulation. De plus, la floculation est favorisée par la mise en mouvement des particules colloïdales sous l'action du champ électrique. L'avantage réside dans l'absence d'agitation mécanique susceptible de briser les flocs formés [22] [23].

Un schéma des mécanismes intervenant au cours du procédé d'électrocoagulation est donné, Figure 17. On peut penser que les réactions entre les espèces vont suivre un ordre imposé par simultanément l'écoulement du fluide et la diffusion des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{OH}^-$  libérés à la surface des électrodes. Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  vont rencontrer l'arsenic ou les colloïdes avant de réagir avec  $\text{OH}^-$  et ce d'autant plus que l'As (V) et les colloïdes sont chargés négativement [23].

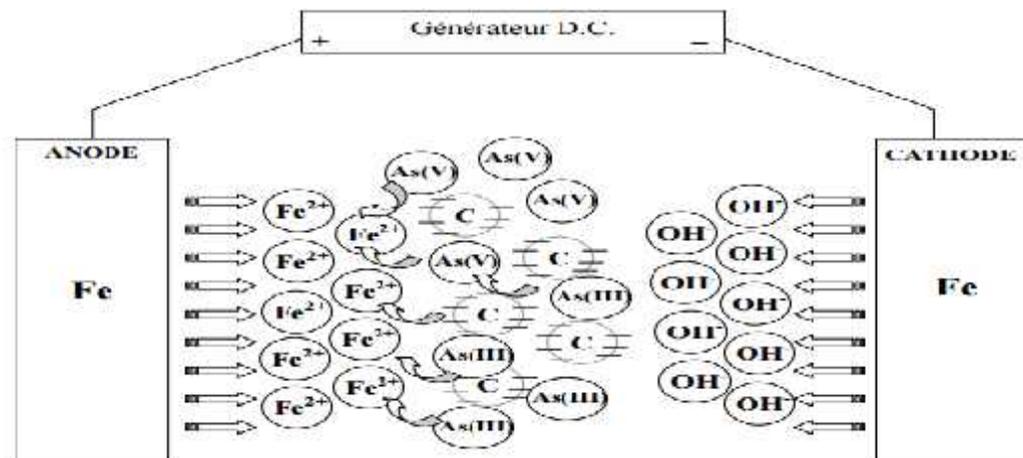


Figure. II.08: Schéma des mécanismes de l'électrocoagulation avec des électrodes en fer (C = Colloïdes) [23].

**II-2-3-La bio-coagulation:**

La bio-coagulation est une nouvelle technologie permettant de collecter des particules extrêmement fines et diffère des procédés bien connus comme la bio-sorption la bioaccumulation et la biotransformation: dans la bio-coagulation, les particules sont très petites et solides. Pour les autres procédés, les minéraux se dissolvent et les ions sont adsorbés ou accumulés [24].

**II-2-3-1- Mécanisme de bio-coagulation**

La bio-coagulation est basée sur l'interface comportement des particules, c'est-à-dire Minéraux et microbes, au sein Électrolytes. Généralement, une transition des porteurs de charge (Électrons, ions) se déroule entre la surface de la particule Et l'électrolyte. Ainsi, les porteurs de charge peuvent migrer dans la phase liquide ou au contraire, ils peuvent être adsorbés à la phase solide. En raison de l'enrichissement de Porteuses de charge, électrochimie La bicouche Couche relativement fixe (Stern Layer) et plus diffuse Couche (Gouy-Chapman-Layer). Le potentiel existant entre les deux couches s'appelle Zeta-potentiel.

Le La valeur du pH à laquelle le potentiel Zeta est égal à zéro est appelée point isoélectrique (IEP) [25].

---

**DEUXIEME PARTIE:**

**ETUDE EXPERIMENTALE**

---

# **CHAPITRE III :**

## Matériel et méthodes

## CHAPITRE III : Matériel et méthodes

### III Préparations des Bio-coagulants

#### III-1-Appareillage

Dans ce travail nous avons utilisé des appareils mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau .III.02: Tableau d'appareillage.**

Appareillage	Utilisation pour
Balance électronique	Mesurer la masse de la plante utilisée (poudre).
agitateur magnétique	Assurer l'homogénéisation de la solution
pH- mètre	Permettant la mesure du PH d'une solution
spectrophotomètre UV-vis	Pour mesurer directement l'absorbance
Microscope	permet d'obtenir une observation agrandie d'un objet proche de petites dimensions

#### III-2- Matériels et produits

Le matériel et les produits utilisés dans ce travail sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau.III.03 : tableau des matériels et produits utilisés.**

Matériels utilisés	Produits utilisés
bécher –micropipette - erlenmeyer - entonnoir éprouvette gradué - verre de montre - spatule inox mortier et pilon - barreau aimanté - papier-filtre les boites stérilisées - cuve spectro usage	-NaCl -Eau distillée

### III-3- Mode de préparation

Dans ce travail nous avons choisi des trois plantes fibreuses pour l'utilisée comme coagulant

- ) **Les épinards** nom scientifique : *Spinacia oleracea* : est une plante potagère, annuelle ou bisannuelle, de la famille des chénopodiacées. Originaire de l'Iran il est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions tempérées pour ses qualités nutritionnelles.

Un légume riche en fibre, protéine et fer bien qu'en réalité sa teneur en fer ne soit pas particulièrement élevée la composition est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau III.04: composition d'épinard .**

composé	Vitamine A	Vitamine C	Calcium	Fer	Magnésium	Fibres alimentaires	Potassium	Sodium	Protéines
Quantité	9 377 IU	28,1 mg	99 mg	2,7 mg	79 mg	2,2 g,	558 mg,	79 mg,	2,9 g



**Figure.III.09 : Les épinards.**

- ) **La laitue:** La laitue cultivée (nom scientifique: *Lactuca sativa*)-espèce végétale suivit par pelotons laitue sexe astrocytes ou véhicule (latin: Asteraceae). En particulier des vitamines, des sels, des huiles, fibre et des protéines, sa composition est donnée dans le tableau suivant [26].

**Tableau III.05: Composition de laitue**

composé	Sodium	Potassium	Glucid	Fibres alimentaires	Protéine	Vitamine A	Vitamine C	Calcium	Fer	Magnésium
Quantité	28 mg	194 mg	2,9 g	1,3 g	1,4 g	7 405 IU	9,2 mg	36 mg	0,9 mg	13 mg

**Figure.III.10 : La laitue.**

**Cactus** : Le cactus est un arbre originaire des régions arides et semi-arides du Mexique. C'est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau et ne présente aucun danger vis-à-vis de la santé humaine, cette dernière présente également des valeurs considérables dans les domaines : cosmétique, médicinale et alimentaire. Par ailleurs, la présente étude consiste à utiliser un nouveau flocculant naturel biodégradable à base de cactus dans un procédé physico-chimique (coagulation-floculation), pour traiter des rejets liquides chargés en matière en suspension, et aussi pour tester l'efficacité de cet extrait vis-à-vis des autres produits couramment utilisés dans le traitement des eaux usées [26].

**Tableau III.06: Composition de cactus.**

Composition	calories	Matières grasses	glucides	fibres	protéines	cholestérol
Quantité	41	0.51	9.57g	3.6g	0.73g	0g



**Figure.III.11 : Le cactus.**

### III-3-1-Extraction du bio-coagulant

1 -Préparation des solutions salées Na Cl:

- La solution Na Cl à différente concentration est préparée selon la méthode suivante :

$$C = \frac{m}{V} \longrightarrow C = \frac{m}{M.V} \longrightarrow m = C.M.V / M = 58.5\text{g/mol} \text{ et } V = 0.5\text{L}$$

- ✓ Pour 0.1M :  $m = 0.1 * 0.5 * 58.5$  ,  $m = 2.925\text{g}$  de Na Cl
- ✓ Pour .05M :  $m = 0.5 * 0.5 * 58.5$  ,  $m = 14.625\text{g}$  de Na Cl
- ✓ Pour 1M :  $m = 1 * 0.5 * 58.5$  ,  $m = 29.25\text{g}$  de Na Cl

Dans des bouteilles, nous avons mélangé les masses obtenir de différent concentration molaire dans 0.5L d'eau distillée.

2- L'extraction du bio-coagulant a été réalisée selon les étapes suivantes (nous avons adopté la même méthode pour l'extrait de plantes):

- ) le séchage: les plantes sont séchées loin des rayons du soleil après nettoyage.

Les plantes ont été récoltées dans la région d'Ouargla durant le mois de février bien nettoyée et séchée pour une période de 2 à 3 semaines



**Photo.III.01:** Séchage de laitue



**Photo.III.02:** Séchage d'épinard



**Photo.III.03:** Séchage de cactus

) Broyage et tamisage des plantes

Après le séchage nous avons utilisé un mortier et pilon pour broyer les plantes pour obtenir des graines de faible diamètre :



**Photo.III.04:** Broyage d'épinard.



**photo.III.05:** Broyage de Cactus.



**photo.III.06:** Broyage de Laitue.

La poudre obtenue a été tamisée en utilisant un tamiseur fin, ensuite des mélanges de poudre/ solution salée a différente concentration ont été préparé par agitation pendant 2h.



**Photo.III.07:** Agitation d'épinard.



**photo.III.08:** Agitation de Cactus.



**photo.III.09:** Agitation de Laitue.

) filtration des échantillons :

Le mélange obtenu après agitation (poudre/ solution salée) est filtré en utilisant un papier filtre normal.



**photo.III.10:** Filtration D'épinard.



**photo.III.11:** Filtration de Cactus.



**photo.III.12:** Filtration de Laitue.

Les conditions de préparation des extraits sont résumées dans le tableau (III.04) :

**Tableau.III.07 : Condition de préparation des bios coagulants.**

<b>Les plants</b>	<b>Solution sale NaCl (M)</b>	<b>La concentration (mg/l)</b>		<b>Tempe d'agitation</b>
<b>Laitue</b>	0.1	0.01	0.02	20 min
	0.5	0.01	0.02	20 min
	1	0.01	0.02	20 min
<b>Epinard</b>	0.1	0.01	0.02	20 min
	0.5	0.01	0.02	20 min
	1	0.01	0.02	20 min
<b>Cactus</b>	0.1	0.01	0.02	20 min
	0.5	0.01	0.02	20 min
	1	0.01	0.02	20 min

### III-4- Méthode de traitement

Deux erlenmeyers de 100 ml remplis d'eau usée, l'électrode de pH-mètre et plongée dans les bêches pour mesurer le pH, on a injecté dans le premier erlenmeyer le bio-coagulant, et dans la deuxième bêche on a injecté la même quantité de coagulants avec de l'eau distillée pour garder la même concentration. En mélangeant à 200 tr / min pendant 5 min puis lentement Mélange à 50 tr / min pendant 15 min.



**photo.III.13: Agitation des eaux usées après l'addition de B-COAG.**

# **CHAPITRE IV :**

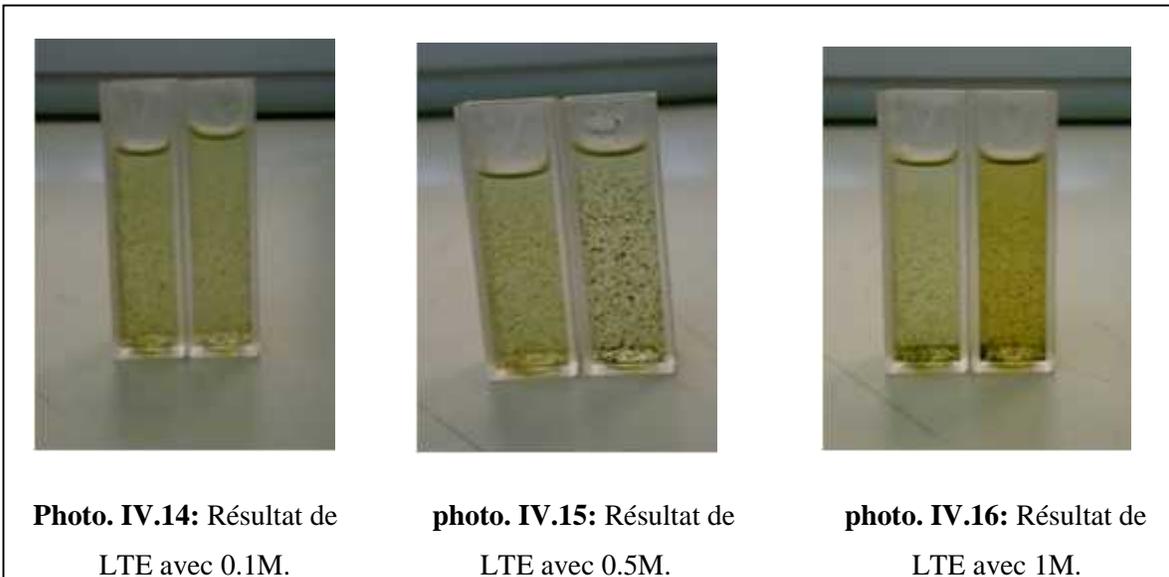
## Résultat et discussion

**CHAPITRE IV : Résultat et discussion****Introduction**

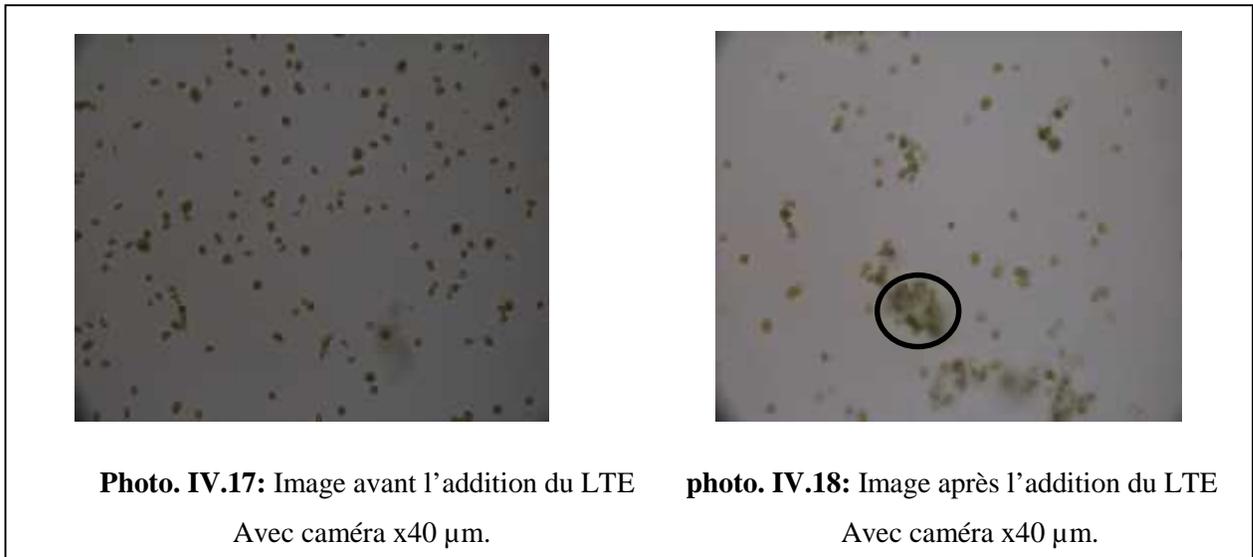
Dans ce chapitre nous avons étudié la possibilité de valoriser un produit actif d'une plante naturelle, en tant que coagulant naturel, utile dans le traitement physico-chimique 'coagulation-floculation' des effluents liquides.

**IV-1-Traitement des eaux usées par bio coagulation**

**IV-1-1-L'effet de l'extrait de laitue :** les tests ont été réalisés sous un  $\text{pH}=8.11$  et à température ambiante, les résultats de la coagulation des eaux usées avec différentes concentrations de l'extrait de laitue (LTE) et difficilement distinguables à l'œil nu comme le montre la figure 1, par contre une observation microscopique montre la formation de quelque agrégat figure IV.12

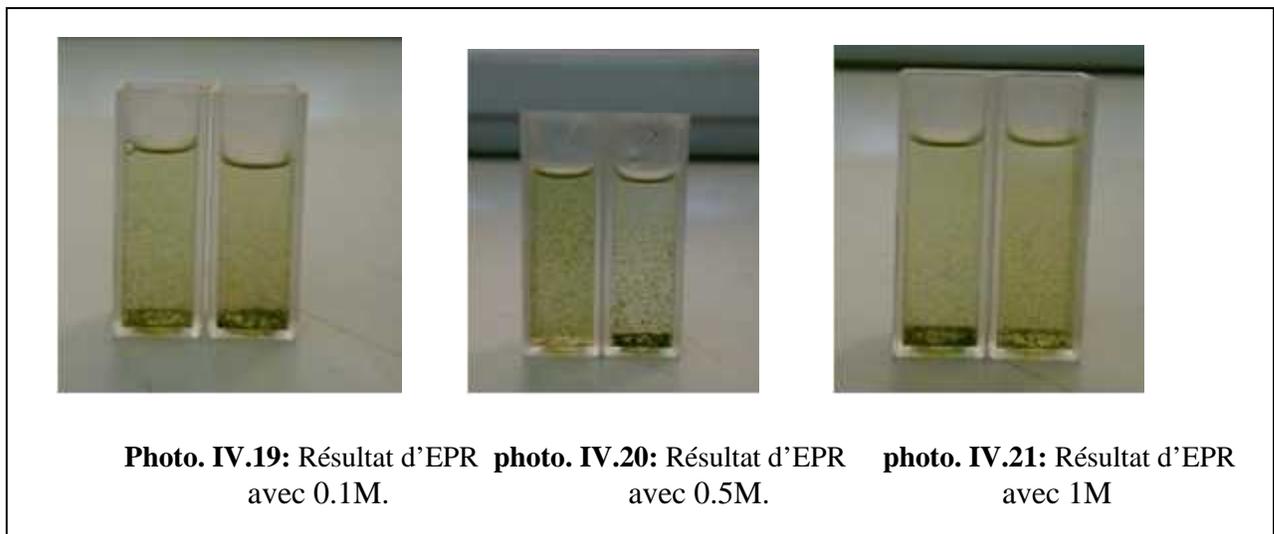


**Figure. IV.12 : Observation de l'effet de LTE à l'œil nu**

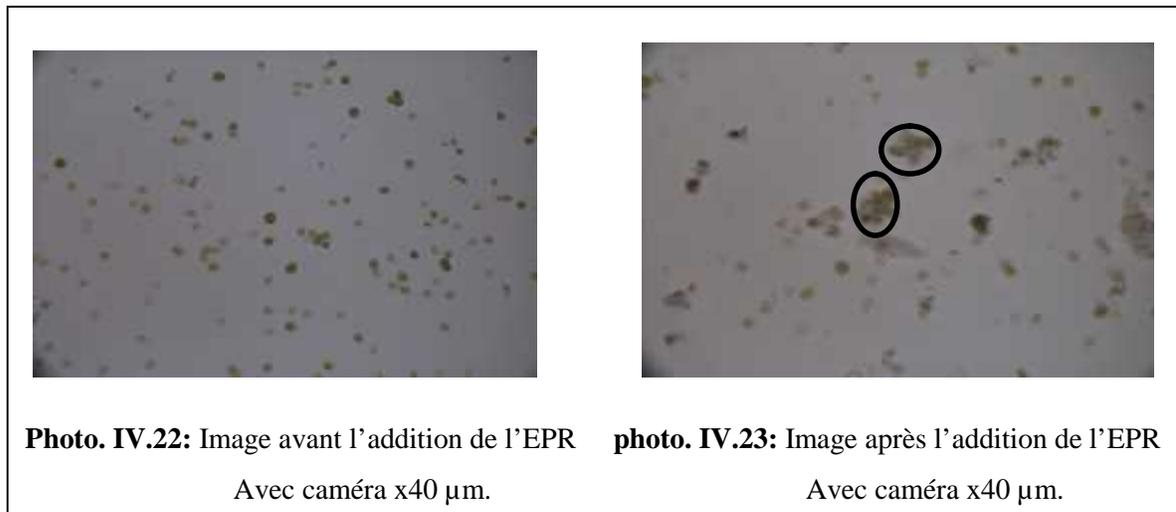


**Figure. IV.13 : Observation de l'effet de LTE sous microscopie**

**IV-1-2-L'effet de l'extrait d'épinard :** Dans les conditions normales ( $\text{pH}=8.23$  et la température ambiante) le résultat obtenu est montré sur les figures 1 et 2, on remarque un faible effet d'agrégation induit par l'extrait d'épinard, globalement identiques au résultat obtenu avec l'extrait de laitues



**Figure. IV.14 : Observation a l'œil nu de l'effet d'EPR**



**Figure. IV.15 : Observation par microscopie de l'effet d'EPR**

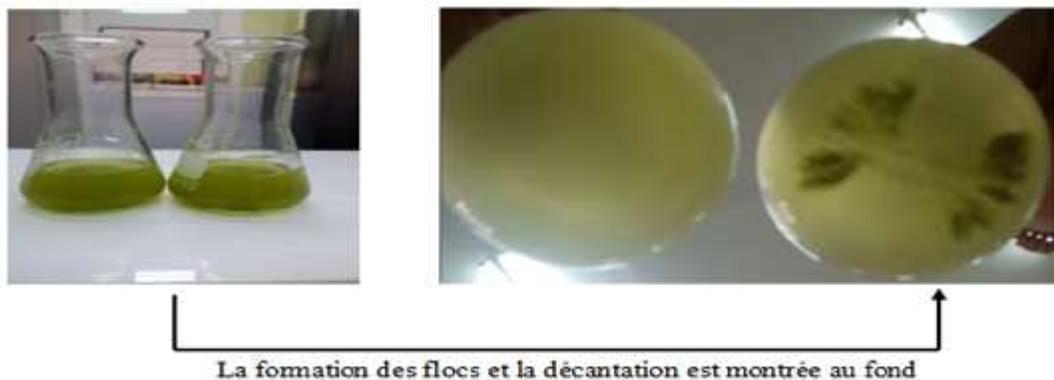
#### IV-1-3-L'effet de l'extrait de cactus

Les expériences effectuées ont montré que le bio-coagulant l'extrait de cactus (CAC) donné des résultats satisfaisants avec les trois concentrations 0.1M, 0.5M et 1M au niveau du pouvoir de coagulation, suivi par une floculation, puis une décantation.

#### A-avec 0.1M

##### IV-1-3-1-observation à l'œil nu

Après l'agitation pendant 15 min à une vitesse de 700tr/min et avec  $\text{pH}=7,7$  et 0,1M nous avons obtenu les résultats montrés dans les figures ci-dessous :



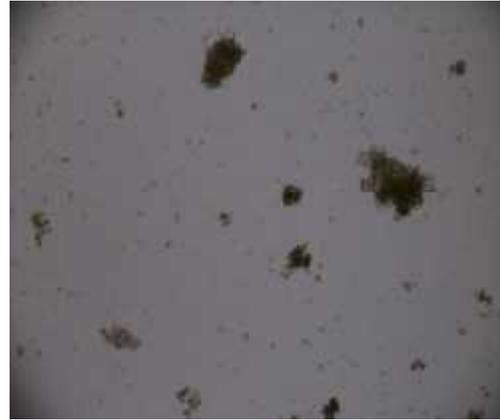
**Figure.IV.16: Résultat de décantation obtenu juste après l'agitation.**

**IV-1 3-2- Observations microscopique**

Une observation microscopique montre l'efficacité de bio coagulent les (photos. **IV.24**, **IV.25**), montre la formation des gros agrégats Just après l'ajoute de bio coagulent



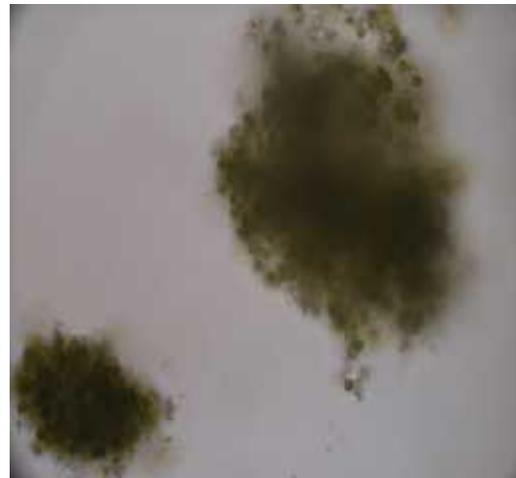
**Photo. IV.24:** Image avant l'addition de CAC  
Avec caméra x10  $\mu\text{m}$ .



**photo. IV.25:** Image après l'addition de CAC  
Avec caméra x10  $\mu\text{m}$ .



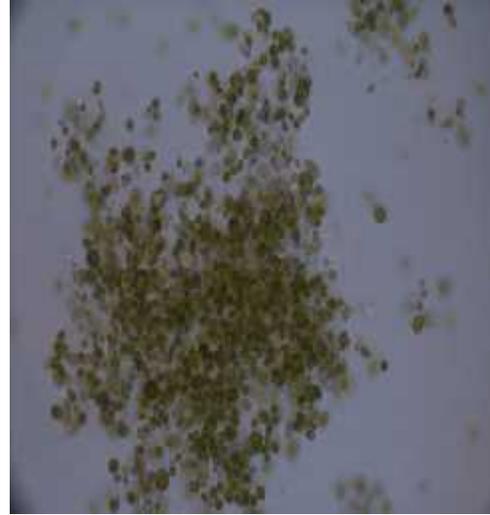
**Photo. IV.26:** Image avant l'addition de  
CAC avec caméra x40  $\mu\text{m}$ .



**photo. IV.27:** Image après l'addition de  
CAC avec caméra x40  $\mu\text{m}$ .

**B- avec 0.5M**

Les résultats obtenus avec 0.5M et pH=7,94 montré sur les images ci-dessous :



**Photo.IV.28** : Image après l'addition de CAC 0.5M et pH=7.94 avec caméra x40  $\mu\text{m}$ .



**Photo. IV.29:** Image après l'addition de CAC 0.5M pH=7.94 Avec caméra x10  $\mu\text{m}$ .



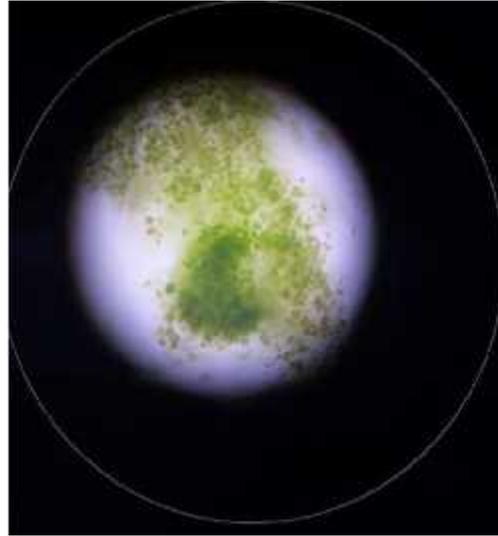
**photo. IV.30:** Image après l'addition de CAC 0.5Met pH=7.94 avec caméra x4  $\mu\text{m}$ .

**C-avec 1M**

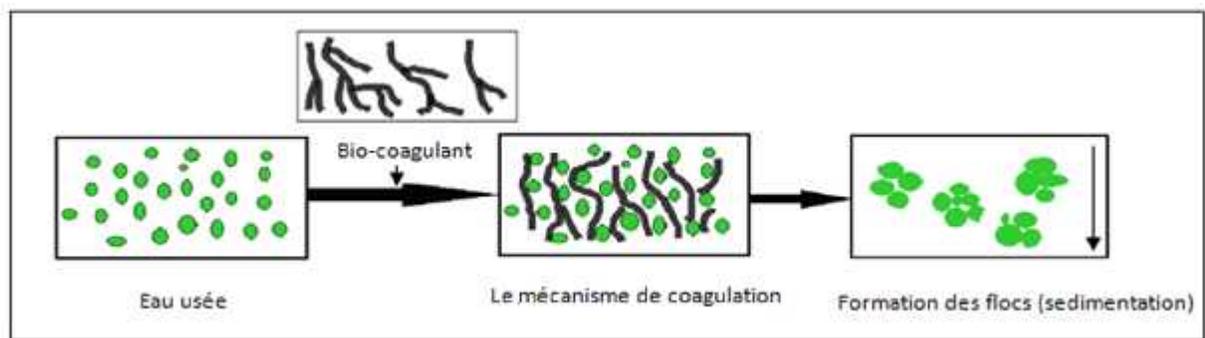
Les résultats obtenus avec 1M et pH=8,17 montré sur les images ci-dessous :



**Photo. IV.31** : Image après l'addition de CA 1M et pH=8.17 avec caméra x40  $\mu\text{m}$ .



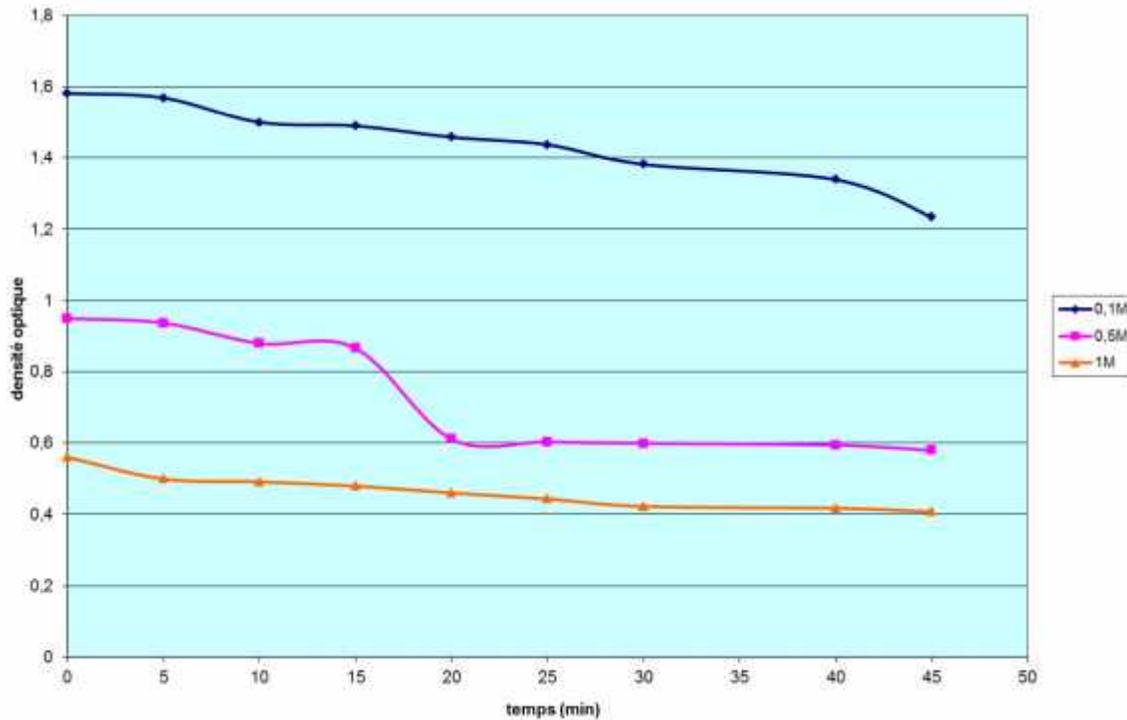
**photo. IV.32** : Image après l'addition de CAC 1M et pH=8.17 Pris de microscope.



**Figure. IV.17:** Schéma simplifié du phénomène de coagulation.

#### IV-1-4- Caractérisation par spectrophotomètre

Pour comparer l'absorption de l'effet de cactus de différente concentration dans le traitement, nous avons utilisé l'UV-spectrophotomètre pour mesurer la densité optique à 650nm, la densité optique diminue en fonction de la concentration des micros organisme dans la solution



**Figure. IV.18: Graphe qui montre la cinétique de décantation.**

À partir de graphe ; nous remarquons que la courbe correspond à la concentration 0.1M se diminue régulièrement pendant toute la durée de la mesure. L'effet de coagulant est très lent, cela s'explique par la faible concentration des molécules responsable de la bio coagulation et la formation des petits agrégats qui nécessitent un temps très long pour la sédimentation, par contre, pour une concentration de 0.5M est fortement diminuée de 15min à 20min et elle se stabilise ensuite à cause de la décantation rapide. Et pour 1M le phénomène est plus rapide, dure environ quelques minutes suivi par une très lente sédimentation, la cinétique d'agrégation est proportionnelle à la concentration en molécule active.

conclusion

## CONCLUSION

Il existe plusieurs techniques pour l'élimination des pollutions d'eaux usées, mais les procédés naturels n'ont pas des problèmes sur l'environnement parce que ces procédés utilisent la matière naturelle.

Ce travail présente une étude originale, car il permettra: D'une part, une contribution intéressante dans le domaine de la valorisation des ressources naturelles de notre pays. D'autres part, il permet la possibilité d'introduire un nouveau réactif biodégradable dans le processus de traitement physicochimique par procédé de coagulation-floculation. Nous espérons par ce travail remplacer certains coagulants chimiques largement appliqués dans le domaine de traitement des eaux et ayant des inconvénients sur l'environnement et en particulier la santé humaine. Les avantages d'un traitement avec cactus seront nombreux. De plus, ce procédé sera rentable et s'introduira dans le développement durable dans les régions où les cactus sont cultivés à grande échelle. Parmi les autres avantages, on peut éviter des modifications relatives aux propriétés physicochimiques de l'échantillon traité ainsi que la boue récupérée sera biodégradable et exempte de fer ou d'aluminium et de polymères chimiques.

Le cactus aura donc une forte possibilité d'être une alternative aux coagulants et floculant chimiques

# Références bibliographiques

---

## Bibliographie

[1] : Metahri Mohammed Saïd, (2012). Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.

[3] : BENSLIMANE R, 2001-Contribution à l'étude des eaux résiduaires de la ville de Skikda et sa périphérie. Mém. Ing. Eco et Env. Patho. Des écosystèmes. Université d'Annaba 95p.

[4] : Belahmadi mohamed Seddik Oussama, (2011) étude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn ziad, mémoire de magister, université mentouri-constantine.

[5] : Gérard Grosclaude, (1999), L'eau Usages et polluants, Tome II, paris.

[6] : Règlement du service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine adopté par délibération du 9 juillet 2012, Edition Octobre 2012.

[7] : Ali BETTACH, (2013) Traitement des eaux usées domestiques par bio-dénitrification : effet du nitrate, Université Chouaib Doukkali, Maroc.

[8] : Mr Bebba .A.Abde lhafid cours 2eme année master .génie d'environnement 2016/2017.

[9] : MERAIR Nesrine ,SALMI Asmaa, (2014) Etude de la biodégradation des eaux usées dans le réacteur à batch séquentiel et l'impact du solvant furfural dans le traitement biologique , Mémoire De Fin d'Etudes Pour l'obtention de diplôme de master, Université des sciences et de la technologie Mohamed Bodiafe d'Oran.

[10] : Ben Gattane Achouak , Ben Ali Aicha,( 2014/2015) traitement des eaux usées de la ville d'El-oued à l'aide des matériaux à base d'argile mémoire de master , Université Kasdi Merbah Ouargla.

[11] : Rahmani Abdellatif, (2015) Epuration des eaux usées de la région de N'goussa (Ouargla) par des végétaux performances épuratoire, Mémoire master académique, Université Kasdi Merbah Ouargla.

[12] :Pr. Amar Mesaitfa, traitement des eaux potable, cour première année master.

- [13] : Fatma Benhbirche, Haouaria Frouhat, (2015) déshuilage des eaux usées industrielles dans la station HBK. Mémoire master académique, Université Kasdi Merbah Ouargle.
- [14] : Hassan 1 Er, Mounir BELBAHLOUL, Abdeljalil ZOUHRI, Abdellah ANOUAR, publication 17 sept. 2015, Valorisation des cladodes de cactus comme source de bio-poly électrolyte utilisé dans le traitement des eaux, mémoire de fin d'étude, Settat Université.
- [15] : Yahiatene Sofiane et Tahirim El Tiadj, (2010) Réflexion sur la caractérisation physico-chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran, mémoire de fin d'étude, Université d'Oran.
- [17] : Mr Tarmoul Fateh, Mr Driche M, (2017) détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel « cas de la lagune de BENI-MESSOUS), mémoire de fin d'études, Institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.
- [18]: Mohaned-said OUALI, cours de procédés unitaires biologique et traitement des eaux, p57-58.
- [21] : Matteson et al, 1995 ; Parga et al, 2005 ; Ofir et al, 2007.
- [22]: Persin & Rumeau, 1989 ; Mollah et al, 2004.
- [23] : Geneviève Feuillade et Jean-Claude Bollinger, (2008) Elimination de l'Arsenic par Coagulation Flocculation et Electrocoagulation d'Eaux Faiblement Minéralisées, thèse Pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Limoges.
- [25]: H. Z. Kuyumcu, J. Pinka, T. Bielig, (2008) A novel process for sorting fine-sized sulphide minerals by bio-coagulation, Department of Mechanical Process Engineering and Solids Processing, Technical University of Berlin, Sekr. BH 11, Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany.
- [27] : Histoires de légumes, des origines à l'orée du XXI<sup>e</sup> siècle, Michel Pitrat et Claude Foury, Coord. P216.
- [28] : A. Abid\*, A. Zouhri, A. Ider et S. Kholtei, (mai 2009) Valorisation d'un nouveau bio flocculant (extrait de cactus) dans le traitement physico-chimique des rejets liquides chargés en cuivre, en zinc et en matière en suspension, pages (321-330).

## Sitographie

[2] : [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com), généralité sur les eaux usées. Consulté le 15/02/2017 à 13 :00h.

[16] : <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/microalgues> visité le 28/04/2017 à 22 :00 h.

[19] : [http://www.apec-vc.or.jp/e/modules/tinyd00/index.php?id=57&kh\\_open\\_cid\\_00=43](http://www.apec-vc.or.jp/e/modules/tinyd00/index.php?id=57&kh_open_cid_00=43) visité le 20/04/ 2017 à 13 :20h

[20] : Traitement des eaux conventionnel : coagulation et filtration, fondation de l'eau potable sure, <http://www.safewater.org/> visité le 15/04/2017 à 18 :30h.

[26] : <https://lespaniersmarseillais.org/Epinard> visité le 20/05/2017 à 21 :40h.

## Résumé

Les techniques de traitement des eaux, sont souvent coûteuses, nécessitent des produits qui peuvent être néfastes pour la santé et l'environnement. Dans ce présent travail, nous avons évalué le pouvoir épuratoire d'un nouveau bio-coagulant et étudié leur l'efficacité dans le traitement des eaux usées. Le bio-coagulant choisi est extrait des plantes fibreuse. Laitue, épinard, et cactus. Les résultats obtenus montrent l'efficacité des différentes solutions de cactus, préparées au sein de notre laboratoire D.R.I.S. L'étude a été réalisée sur des échantillons chargés par des algues et en Matières En Suspension (MES). Le traitement se base sur une coagulation suivi d'une floculation avec notre nouveau produit. Le cactus a montré un effet très significatif sur la décantation des algues et de la MES.

**Mots clés :** eaux usée, traitement, bio-coagulant, algue, coagulation, floculation, décantation.

## Abstract

Water treatment techniques, often costly, require products that can be detrimental to health and the environment. In this work, we evaluated the purifying power of a new bio-coagulant and studied their effectiveness in water treatment. The selected bio-coagulant is extracted from the fibrous plants. Lettuce, spinach, and cactus. The results obtained show the efficacy of different cactus solutions, prepared in our laboratory D.R.I.S. The study was carried out on samples loaded with algae and Suspended solids (SS). The treatment is based on a coagulation followed by flocculation with our new product. The cactus showed a very significant effect on the decantation of algae and SS.

**Keywords:** Wastewater, treatment, bio-coagulant, algae, coagulation, flocculation, decantation.

:

تقنيات معالجة المياه غالبا ما تكون مكلفة، تتطلب المواد التي يمكن أن تكون ضارة بالصحة والبيئة. في هذا العمل، قمنا بتقييم قوة تنقية المخثر الحيوي ودرس فعاليته في معالجة المياه. تم استخراج المخثر الحيوي من النباتات اللبيفية. الخس، التي تم الحصول عليها تبين فعالية مختلف المحاليل المحضرة من الصبار، الـ. اجريت الدراسة على عينات محملة بالطحالب ومواد معلقة ... يستند العلاج على التخثر ويليها التلبد مع منتجنا الحيوي. حيث اظهر الصبار تأثيرا كبيرا على ترسيب الطحالب و الموا .

**الكلمات المفتاحية:** المياه المستعملة، المعالجة، المخثر الحيوي، الطحالب، التخثر، التلبد، الترسيب