

## Mémoire de Master

Présenté par :

BALIT Mania  
BENSALAHEDDINE Samia

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie*

*Spécialité : Chimie Analytique*

**Thème :**

**Essais de traitements des eaux usées par différents  
coagulants-floculants chimiques et naturels; cas de la  
Station d'épuration des eaux usées urbaine de Souk el  
Tenine**

Soutenu le : 09 07 2019

Devant le jury composé de :

Nom&Prénom	Département d'affiliation	Qualité
SAOU Abdelhamid	Hydraulique	Président
HENACHE Zahir	Chimie	Examineur
BOUKERROUI Abdelhamid	Chimie	Encadreur
FERRADJ Abla	Ingénieur de laboratoire ONA (STEP SET)	Invitée

## *Remerciements*

*Nous tenons à remercier le Bon Dieu, le Tout-Puissant pour nous avoir donné la santé physique et morale afin de réaliser ce modeste travail.*

*Notre reconnaissance va plus particulièrement à monsieur le promoteur BOUKERROUJ Abdel Hamid pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire, nous le remercions pour ses conseils, ses encouragements et sa patience.*

*Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à Mr SAOU qui nous a fait l'honneur de présider le jury.*

*Nos remerciements également à Mr HANACHE, pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous exprimons nous plus vifs remerciements et ma profonde gratitude à M<sup>lle</sup> Ferradj ABLA laborantine au sien de la STEP Souk El Tenine pour son aide et sa disponibilité toute au long de notre période de stage, particulièrement Mr ATMAMIOU directeur de l'ONA ainsi que tous le personnel de la STEP.*

*Nôtres remerciements s'adressent également à monsieur LYES laborantin au sien de laboratoire d'hygiène communale de Bejaia, pour son aide, soutien et encouragements.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont prodigué des conseils scientifiques, fourni une aide matérielle et technique, ou tout simplement humaine.*

*Samia et Mania*

## DEDICACES

*Je dédie ce travail*

*A mon père, qui a cru en moi et m'a donnée les  
moyens d'aller aussi loin que possible et à ma  
mère, qui a partagé mes peines et mes joies.*

*Mes chères sœurs : NAWEL et son mari  
SOFIANE et à leur petite fille SERINE,  
MILISSA et SOFIA.*

*Mes chers frères : AMINE et RABIA.*

*A mes tantes et mes oncles, mes cousines et  
cousins.*

*A toutes mes copines.*

*A toutes la promotion M2 Chimie analytique  
2018/2019.*

*A mabinôme Samia.*

**MANIA**

## DEDICACES

*Je dédie ce travail*

*A TOUTES MA FAMILLE QUI SONT DERIERE*

*TOUTES MES REUSSITES.*

*A toutes mes AMIS QUI M'ONT AIDER POUR*

*REALISER SE TRAVAIL.*

*A toutes la promotion M2 Chimie analytique*

*2018/2019.*

*A ma binôme MANIA.*

*SAMIA*

# Sommaire

# sommaire

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I: partie bibliographique</b>	
<b>Section 1 : Présentation de la station d'épuration des eaux usées de la Daïra de Souk El Tenine .....</b>	<b>3</b>
I.1.1. Historique de la STEP de Souk El Tenine .....	3
I.1.2. Situation géographique de la STEP de Souk El Tenine.....	3
I.1.3.Caractéristique de la STEP de Souk El Tenine.....	4
I.1.4. Les procédés de traitement des eaux usées de la STE de souk-el Tenine.....	6
<b>Section 2 : généralités sur les eaux usées.....</b>	<b>10</b>
I.2.1. Origine Des Eaux Usées .....	10
I.2.1. Les Eaux Domestiques.....	10
I.2.2. Les caractéristiques des eaux usées .....	11
I.2.3. Estimation et composition des rejets.....	11
I.2.4. Les effets Des Rejets Des Eaux Usées.....	12
I.2.5. Intérêt du traitement des eaux usées .....	12
I.2.6. Les différents types de traitement des Eaux Usées.....	12
I.2.7. L'importance de l'eau dans l'économie.....	15
<b>Chapitre II: méthodes et matériels</b>	
II.1. Définition des coagulants et du flocculant .....	19
II.2. Protocole expérimental .....	22
II.3. Méthodes d'analyses.....	28
II.4. Les analyses bactériologiques .....	33
<b>Chapitre III: discussion des resultats</b>	
III-1 Effet de la concentration de jus de cactus.....	35
III-2 Influence de la vitesse d'agitation sur la turbidité .....	35

III.3. Etude de l'influence des coagulants sur la turbidité.....	36
III.4. Etude de mélange coagulant-floculant .....	37
Conclusion générale : .....	38







## Liste des abréviations et symboles

% : pourcentage

°C : Degré Celsius

$\mu\text{S}/\text{cm}$  : Micro siemens par centimètre

CE : Conductivité

CF : coliforme fécaux

Clos cR : clostridium

CT : coliforme totaux

DBO<sub>5</sub> : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

E .Coli : escherchiaie coli

Eq: equivalent

GmbH: Gesellschaft mit beschränkter Haftung

g/mole: gramme par mole

jc : jus de cactus

Kg O<sub>2</sub>/h : kilogramme d'oxygène par heure

Km : kilomètre

m<sup>3</sup>/An: mètre cube par année

m<sup>3</sup>/jrs : mètre cube par jours

MES: matière en suspension

mg/l : Milligramme par litre

min: Minute

N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: azote ammoniacal

N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : azote nitrite

N-NO<sub>3</sub><sup>-2</sup> : azote nitrate

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

O<sub>2</sub>: Oxygène dissous

OMS: organisation mondiale de la santé

ONA: Office National de l'Assainissement

pH: potentiel d'hydrogène

$\text{PO}_4^{-3}$ : phosphate

STEP: station d'épuration des eaux usées

T : Température

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

L'eau est essentielle pour l'homme et également pour les activités agricoles, industrielles et touristiques. Cependant, elle subit de nombreuses dégradations causées précisément par le fonctionnement des sociétés humaines<sup>(1)</sup>, donc c'est une ressource abondante mais non illimitée et surtout fragile et soumise à un risque croissant de pollution<sup>(2)</sup>.

La non maîtrise des eaux usées pose souvent un sérieux problème du fait que la croissance de la population n'est pas souvent en phase avec la politique d'entretien et de développement des ouvrages d'assainissements<sup>(3)</sup>.

Surtout du fait que les systèmes d'assainissements étaient basés sur des égouts qui débouchaient sur des oueds, pour finir en mer, engendrant ainsi la pollution des eaux et du littoral.

Par ailleurs, le problème d'une gestion économique optimale des eaux usées garantissant un environnement naturel de qualité, est traité de façon critique, incluant les possibilités de réduction des pollutions à la source aussi bien que la revalorisation des liquides épurés.

A cet effet l'épuration des eaux usées, qui s'applique à la dépollution des eaux urbaines ou industrielle à l'aide d'une panoplie de processus naturels mis en œuvre de façon plus ou moins industrielle, onéreuse, efficace, robuste et économique.

C'est pourquoi l'installation de stations d'épurations performantes imitant le processus naturel d'autoépuration voire aussi de la phytoépuration, sont une réponse du jour à cette épuration des eaux usées.

Pour illustrer notre travail, nous avons choisi de valoriser un bio-floculant qui est un jus extrait des raquettes de la plante de Cactus Ficus-Indica afin d'étudier la possibilité d'utilisation de ce jus comme agent floculant dans la coagulation-floculation des eaux usées de la station d'épuration de Souk El Tenine.

Notre mémoire est subdivisé en trois chapitres:

Le premier chapitre traite la présentation de la STEP de Souk El Tenine ainsi que des généralités sur les eaux usées, dont nous avons citées les origines de ces dernières, leurs caractéristiques physicochimiques et bactériologiques ainsi que leurs différents traitements et les normes à respecter.

# Introduction générale

---

Dans le deuxième chapitre, nous avons fait des essais de traitement sur les eaux usées par la théorie de coagulation-floculation ainsi que d'autres différentes analyses.

Le troisième chapitre regroupe la discussion de nos résultats expérimentaux.

Notre travail se termine par une conclusion générale, faisant sortir les résultats d'étude.

# Chapitre I

## **Section 1 : Présentation de la station d'épuration des eaux usées de la Daïra de Souk El Tenine**

En Algérie, l'Organisation Nationale d'Assainissement (ONA) est chargé de l'exploitation des stations d'épurations et des réseaux d'évacuation sanitaires pour 1141 communes, sur une longueur s'étalant sur 52 881 Km, en plus de 153 stations d'épurations en exploitation (75 de types boue activée, 75 par lagunage naturel ou aérée, 3 filtres plantés) d'une capacité globale de 10 359 462 équivalent habitants, et 482 stations de relevage et drainage chargées de pomper 86 millions de m<sup>3</sup>/An<sup>(4)</sup>.

Nous avons effectué notre stage, au sein de la station d'épuration de Souk El Tenine Bejaia qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées domestiques, suivant le processus d'épuration à boue activée. Dans cette partie nous présentons la STEP, les données de base et le procédé de traitement.

### **I.1.1. Historique de la STEP de Souk El Tenine**

La station d'épuration des eaux usées de la daïra de Souk El Tenine a été réalisée et mise en service par les entreprises étrangères à savoir; BONA TUNISIE et VATEC WABAG (GmbH) entre 2006 et 2012, son suivi par la direction de l'hydraulique et s gestion par l'ONA de Bejaia, et ce depuis fin 2012 à nos jour.

### **I.1.2. Situation géographique de la STEP de Souk El Tenine**

La STEP de la daïra de Souk El Tenine est située à 35 km coté Est de Bejaia, implantée dans une zone plus basse de la ville, au niveau zéro d'altitude, par rapport à la mer, afin de faciliter l'acheminement des eaux usées gravitaires vers la station et leurs évacuation une fois traitées vers l'Oued Agrioun et enfin vers la mer (Figure 1).



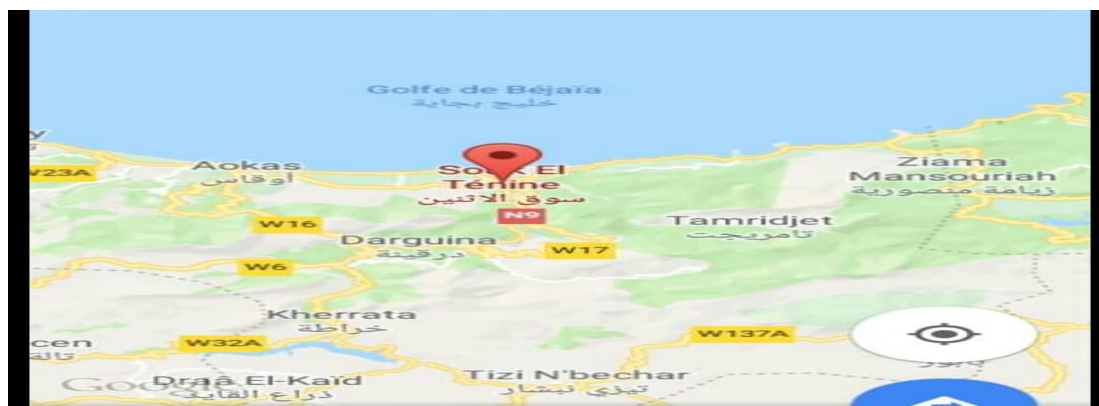


Figure N°1 : Situation géographique de STEP de Souk El Tenine. Source : Google earth, (consulté le 02/06/2019)

### I.1.3. Caractéristique de la STEP de Souk El Tenine

Pour un bon fonctionnement et une fiabilité du traitement des eaux usées de la station d'épuration, une référence de données de normes sont à suivre (tableau N°1).

Les données de base :

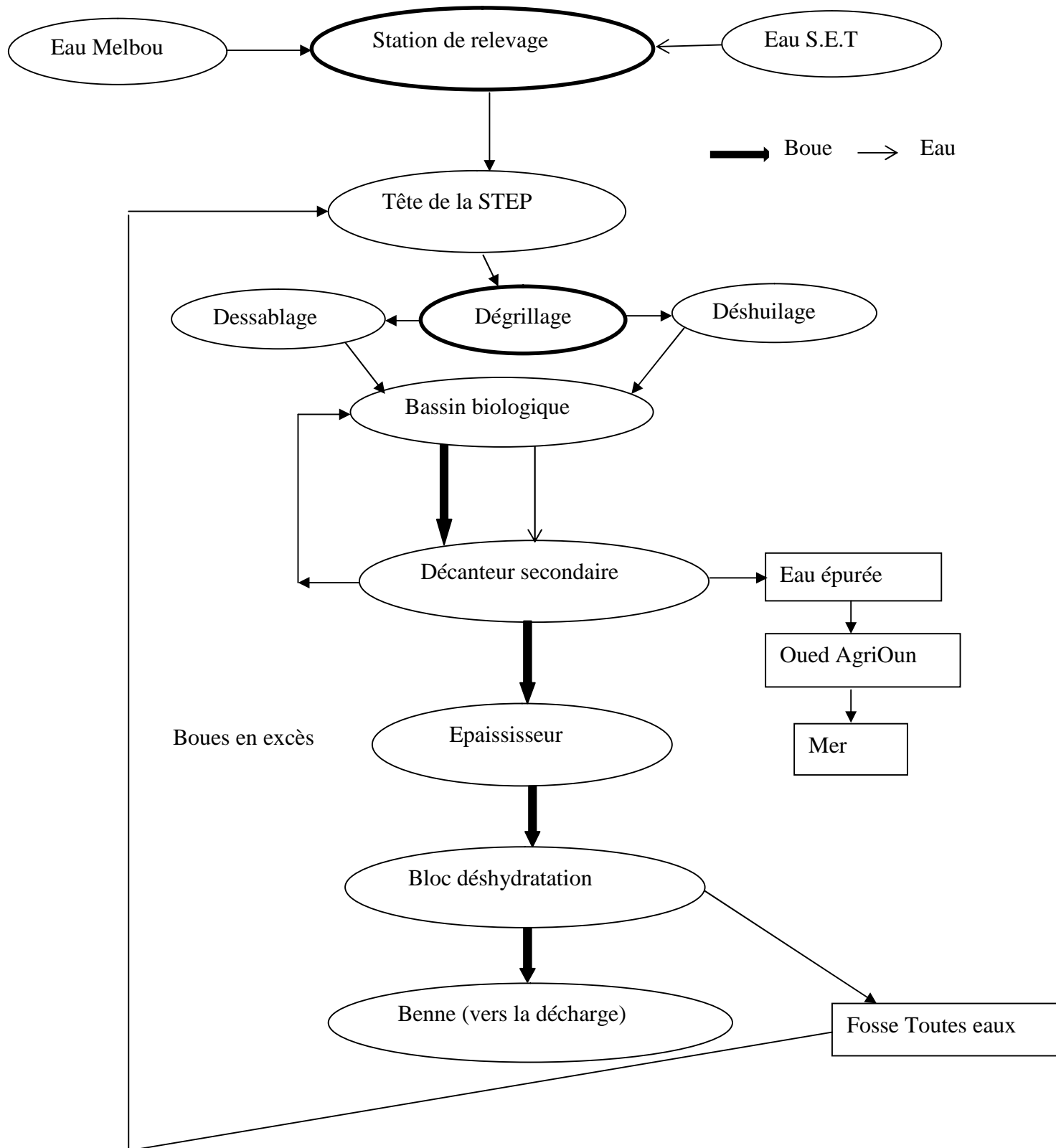
Débit journalier :  $5\,710\text{ m}^3/\text{jrs}$

Equivalent habitant :  $47\,580\text{Eq}$

Tableau N°01 : les normes de rejet de la station de Souk El Tenine

Paramètres	La valeur de rejet	Unité
DCO	120	mg /l
DBO <sub>5</sub>	20	mg/l
MES	30	mg /l
N-NO <sub>2</sub>	8-10	mg /l
N-NH <sub>4</sub>	3-5	mg/l

Source : journal officiel Algérie 2009



**Figure N° 02 :** schéma de fonctionnement de la STEP de Souk El Tenine

## I.1.4. Les procédés de traitement des eaux usées de la STE de souk-el Tenine

### I.1.4.1. Les prétraitements physiques

Après le pompage des eaux usées des stations de relevage qui contient les eaux usées de Melbou et Souk El Tenine vers la STEP, ces eaux nécessitent un prétraitement physique constitué d'une série d'opération susceptible de diminuer, dans les eaux brutes, les matières les plus grossière d'une part ou celles pouvant gêner le processus du traitement. Les étapes à suivre sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

#### I.1.4.1.1. Dégrillage

Il consiste à séparer les eaux brutes des matières volumineuses, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux composé de deux grilles :

- ❖ Grille manuelle composée de barreaux le plus souvent inclinée de 60 à 80° sur l'horizontale. Le nettoyage est effectué par les agents d'exploitations à l'aide d'un râteau, évacués vers la benne d'évacuation.
- ❖ Grille mécanique guidé par l'automate, les refus de grilles (déchets solides) tombent sur une bande transporteuse, installé perpendiculairement à la grille, et enfin évacués toujours vers la benne d'évacuation.



Figure N°3 : Grille manuelle



Figure N°4 : Grille mécanique

#### I.1.4.1.2. Le dessablage déshuilage

Le déshuilage et le dessablage font suite au dégrillage, ces deux ouvrages constitué de deux ponts mécanique, menu d'un système de raclage pour éliminer les huiles flottantes, et les particules solides qui vont être décanté, en suite récupérer au fond d'une fausse puis laver et éliminer vers une benne.



Figure N°5 : pont de déshuilage et dessablage

### I.1.4.2. Traitement secondaire (Bassin Biologique)

Dans la station d'épuration de Souk El Tenine, le traitement utilisé consiste en l'épuration par boues activées qui apporte au milieu à traiter des bactéries aérobies destinées à accélérer l'oxydation ; mais alors ces bactéries sont amenées sous forme de boues très riche en faune bactérienne. Après traitement, les boues floculées contiennent en particulier cette faune. Après la décantation une partie importante doit être recyclée en tête de bassin pour conserver une population microbienne bien adaptée à chaque instant à l'importance des installations et au débit à traiter.



Figure N°6 : Bassin biologique

Pour permettre à la faune bactérienne de jouer pleinement son rôle d'oxydation rapide, il est indispensable d'assurer une aération intense de l'eau en cours de traitement, soit par agitation superficielle soit par injection de bulles d'air du fond de bassin de traitement.

Les aérateurs sont allumés automatiquement une fois le taux d'oxygène indiqué est inférieur à la norme (81 Kg O<sub>2</sub>/h) qui représente le nutriment de la bactérie pour assurer une meilleur dégradation de la matière organique.

### I.1.4.3. Décanteur secondaire (clarificateur)

Le rôle de clarificateur c'est le dépôt des boues par la différence de masse volumique, soit dans un bassin au repos pendant un temps suffisamment long soit dans un bassin traversée par un écoulement très lent, pour à la fin assurer une meilleure séparation de la biomasse de l'eau traitée.



Figure N°7 : Décanteur secondaire

### I.1.4.4. Pompe de recirculation

Les boues décantées sont transférées vers une fosse de pompage des boues de recirculation. Elles sont retournées par une conduite au puits de répartition à l'entrée des bassins biologique. Un volume de boues envoyé à l'épaississement est mesuré avec un débitmètre électromagnétique sur les conduites de refoulement des boues en excès.



Figure N°8 : pompe de recirculation des boues

### I.1.4.5. Epaisseur

Les boues en excès qui proviennent des étapes d'épuration biologique, sont introduites par pompage et par l'intermédiaire d'une tuyauterie au centre de l'épaisseur. Les boues s'épaississent par l'action de la pesanteur et du mécanisme racleur. Les boues épaissies sont raclées vers l'installation de déshydratation mécanique.



Figure N°9: épaisseur

### I.1.4.6. Bloc de déshydratation mécanique des boues

L'objectif de cette dernière étape est de réduire le volume des boues par l'ajout d'un polymère cationique. Ce produit engendre la floculation de la boue permettant ainsi une séparation boue/eau dans les filtres afin de faciliter le transport de cette boue. Le produit fini pourra ainsi être aisément utilisable en agriculture comme excellent amendement des sols (nécessitant un traitement), ou être versé en décharge publique.



Figure N°10 : bloc de déshydratation des boues



Figure N°11: Boues déshydratées

### I.1.4.7. Principe de l'épuration biologique

Le principe de l'épuration à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bio flocons. Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée - bio flocons est appelé liqueur mixte. Cette dernière (liqueur mixte) est maintenue à l'aide d'un système d'aération (turbine). De l'oxygène dissout est ainsi introduit dans la masse de la liqueur mixte, nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies.

Afin de maintenir une quantité suffisante de micro-organismes aérobies la plus grande partie des boues décantées est recyclée à l'entrée du réacteur biologique. Une partie des boues qui se dépose sur le radier du décanteur secondaire, appelée boues en excès, sera dirigée vers le traitement des boues, épaissement puis déshydratation sur filtres à bande.

#### **I.1.4.8. Le laboratoire d'analyses de la STEP de Souk El Tenine**

Le laboratoire est le lieu le plus indispensable dans la station d'épuration. Il est équipé de plusieurs matériels (voir annexe) et produits afin d'assurer le contrôle et la surveillance en permanence des eaux brutes et épurées, tout en se référant aux normes. En vue de confirmer la fiabilité du traitement des eaux avant leur évacuation dans l'environnement.

#### **I.1.4.9. La salle de contrôle de la STEP**

Ce lieu de contrôle de la STEP, permet de piloter l'ensemble des procédés de traitement de la station d'épuration, et cela en utilisant des eaux, des boues et de l'air. L'optimisation de ces derniers ce fait par des programmes informatiques.



Figure N°12 : salle de contrôle automatique

### **Conclusion**

En conclusion, on peut dire que la station d'épuration des eaux usées de Souk El Tenine utilise les dernières technologies en matière d'innovation pour le traitement des eaux usées urbaines. Son traitement est basé sur le procédé biologique à boue activée qui a donné un bon rendement de traitement considérés comme non dangereux sur l'environnement.

## Section 2 : généralités sur les eaux usées

Les eaux usées résiduaires –ou eaux usées- sont des eaux chargées du résidu soluble ou non provenant essentiellement de l'activité humaine. Elles représentent une faible fraction de volume des ressources en eau utilisable mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leurs rejets dans le milieu naturel<sup>(5)</sup>. Et donc les techniques d'épuration, doivent tenir compte du contenu nuisible de ces eaux, tout comme des propriétés du milieu récepteur et de ses possibilités d'accepter sans nuisance une certaine pollution<sup>(6)</sup>.

### I.2.1. Origine des eaux usées

Le traitement des eaux usées est un sujet très vaste, vu leurs qualité générales issues de diverses sources d'approvisionnement, de ce fait on distingue plusieurs types d'eaux.

#### I.2.1. Les eaux domestiques

Ce sont celles qui ont été utilisées par l'homme pour ces besoins domestique (cuisines, toilette, salle de bain, etc.). Elles sont caractérisées par une pollution essentiellement organique, dont la concentration reste relativement constante dans le temps<sup>(7)</sup>. Ces eaux contiennent des détergents, des résidus organiques, des solvants, des parfums, des agents de blanchissage et des adoucissants. Elles sont constituées de milliers de produits chimiques aux formes variées (des petites molécules simples à de grosses molécules très complexes)<sup>(8)</sup>.

##### I.2.1.2. Les eaux industrielles

Ce sont celles qui ont été utilisées dans le cadre d'une production industrielle<sup>(7)</sup>. Elles sont constituées d'une grande variété de produits chimiques qui sont souvent toxiques. Les rejets industriels constituent une belle soupe de produits nocifs ; les déchets pharmaceutiques, provenant des hôpitaux et des compagnies fabriquant des médicaments ; les dérivés pétrochimiques et les hydrocarbures. Les effluents des industries sont parfois traités, mais sont aussi simplement, et malheureusement, dilués et déversés dans les égouts<sup>(8)</sup>.

##### I.2.1.3. Les eaux de ruissellements urbains

Les eaux de ruissellement comprennent les eaux de pluie, les eaux de lavage et les eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent, en provenance des trottoirs et chaussées environnante (mazout, bitume ...etc.) Elles contiennent, également des produits de combustion tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques, le carbone noir, le caoutchouc, les huiles moteur, les métaux lourds,.....etc<sup>(9)</sup>.

#### **I.2.1.4. Les eaux agricoles**

Ces eaux renferment diverses substances, d'origines agricoles ou animales. Il s'agit de résidus d'engrais lessivés par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisiers de bétail)<sup>(10)</sup>.

### **I.2.2. Les caractéristiques des eaux usées**

L'évaluation globale de la qualité des eaux usées s'appuie sur le calcul des différents paramètres voir les définitions dans l'annexe:

#### **I.2.2.1. Les paramètres organoleptiques**

Ils sont définis par la couleur qui est généralement grisâtre qui devient noirâtre avec le temps<sup>(31)</sup>. Et par l'odeur d'un œuf pourri, fade et nauséabonde.

#### **I.2.2.2. Les paramètres physiques des eaux usées**

Ils permettent de présenter de façon simple les caractéristiques d'une eau usée à l'aide de calcul de ces grandeurs mesurables (MES, pH, conductivité, oxygène dissout, turbidité, température).

#### **I.2.2.3. Les paramètres chimiques des eaux usées**

Les eaux usées sont caractérisées par des mesures de paramètres chimiques divers : demande biologique en oxygène durant 5 jours ( $DBO_5$ ), demande chimique en oxygène (DCO), azote nitriteux ( $N-NO_2^-$ ), phosphate totale ( $PO_4^{-3}$ ), Matière Minérale, matière organique(MO), l'azote (N) total, azote ammoniacal ( $N-NH_4^+$ ), azote nitrique ( $N-NO_3^{-2}$ ) ...etc.

#### **I.2.2.4. Les paramètres biologiques des eaux usées**

Les germes continus dans les eaux usées sont essentiellement ceux qui proviennent des matières fécales, germes pathogènes (Escherichia coli, Coliforme totaux, Coliforme fécaux, Streptocoques, Clostridium, Salmonelles) qui peuvent disparaître partiellement par concurrence vitale<sup>(6)</sup>.

### **1.2.3. Estimation et composition des rejets**

La pollution des eaux de diverses natures et de diverses origines se manifeste généralement sous quatre formes principales : elle peut être d'origine organique, microbiologique, toxique (minérale et organique). A chacune de ces pollutions correspond



nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu<sup>(11)</sup>.

#### **I.2.4. Les effets des rejets des eaux usées**

Le rejet des eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent être :

- ❖ nocifs à la santé humaine ; prolifération des épidémies de maladies vectorielles transmises par l'alimentation et l'eau<sup>(12)</sup>.
- ❖ Effets négatifs sur l'environnement ; la pollution et la perte de diversité biologique et des services des écosystèmes. Les risques environnementaux associés à l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation, comprennent la contamination des sols, la pollution des eaux souterraines et la dégradation des eaux de surface<sup>(12)</sup>.
- ❖ Impact sur les activités économiques : Le coût du traitement dépend du degré et du type de pollution de l'eau, ainsi que du degré de purification souhaité<sup>(13)</sup>.

#### **I.2.5. Intérêt du traitement des eaux usées**

L'épuration des eaux usées a pour but de permettre le rejet des eaux sans inconvénient sérieux pour le milieu récepteur et la protection de l'environnement. Elle diminue la pollution résiduelle engendrée par l'activité de l'assainissement et contribue à améliorer la qualité des milieux récepteurs<sup>(6)</sup>.

#### **I.2.6. Les différents types de traitement des Eaux Usées**

##### **I.2.6.1. Le traitement par lagunage**

Le lagunage est un procédé naturel d'épuration des eaux usées qui permet une séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation, et une épuration biologique due essentiellement à l'action des bactéries<sup>(14)</sup>, ce procédé fait appel à des processus épuratoires aérobies et anaérobies. Les bassins de lagunage sont généralement au nombre de trois. Ils sont destinés à recevoir de l'eau, la traiter pendant un certain temps pour la restituer ensuite au milieu récepteur<sup>(15)</sup>.

##### **I.2.6.2. Adsorption**

Elle se traduit par la fixation des molécules à la surface d'un solide adsorbant selon divers processus plus ou moins intenses. Dans le cas du traitement des eaux, le charbon actif

est largement utilisé pour l'adsorption des micropolluants. Ce matériau se présentant soit sous forme granulaire dans un filtre, soit sous forme de poudre généralement dans un contacteur/séparateur à charbon actif.

### **I.2.6.3. Dégradation biologique**

Elle fait appel à une grande variété de micro-organismes, principalement des bactéries qui constituent la biomasse épuratrice. Elles transforment les matières biodégradables par absorption des constituants solubles et en suspension contenus dans les eaux résiduaires en produits simples tels que gaz carbonique et biomasse additionnelle, ou nitrate et azote gazeux. Certaines bactéries minéralisent les micropolluants en les utilisant comme source de carbone et d'énergie. L'aération et le brassage provoquent également un phénomène de volatilisation de certaines molécules. Plus le traitement biologique est poussé et plus l'élimination des micropolluants est efficace.

### **I.2.6.4. Oxydation par voie physicochimique**

Au-delà de la désinfection, l'oxydation par voie physicochimique est aussi utilisée dans le traitement des eaux pour dégrader des composés organiques et pour transformer des polluants non biodégradables en substances assimilables par les bactéries. Le choix de l'oxydant à utiliser est dicté par sa bonne sélectivité vis-à-vis de la pollution ciblée.

### **I.2.6.5. L'ozonation**

L'ozone, possède une capacité oxydante très importante. En oxydant les substances organiques, l'ozone détruit un certain nombre de micropolluants (ou les rend plus facilement biodégradables) et les organismes pathogènes (virus et bactéries). Il parvient à dégrader un large spectre de micropolluants organiques persistants dans les effluents et agit également sur la couleur et la micropollution organique<sup>(16)</sup>.

### **I.2.6.6. Epuration par le sol**

On distingue principalement l'épuration par bassins d'infiltration et par épandage souterrain collectif. Ces procédés fonctionnent sur le principe d'une épuration biologique aérobie sur milieu granulaire fin<sup>(17)</sup>. Pour assurer une infiltration durable, l'effluent doit subir préalablement une décantation visant à réduire au maximum la charge particulaire de l'effluent. Ce prétraitement sera protégé contre toute surcharge hydraulique pouvant entraîner le relargage des matières accumulées.

### **I.2.6.7. Les boues activées**

La technique des boues activées est la méthode la plus répandue pour les agglomérations de plus de deux mille habitants. En effet, ce procédé est le plus efficace pour éliminer la pollution azotée et phosphorée. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par un mélange des microorganismes épurateurs présents dans les boues et de l'effluent à traiter. Les phases « eaux épurées » et « boues épuratrices » sont ensuite séparées par gravité dans un décanteur.

### **I.2.6.8. Les disques biologiques**

Le procédé d'épuration par disques biologiques est un procédé par culture fixée.

Les microorganismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface d'une batterie de disques de deux à trois mètres de diamètre semi-immergés où l'eau à traiter circule.

### **I.2.6.9. Le filtre planté de roseaux**

Le principe d'épuration par les filtres plantés de roseaux est basé sur le principe du développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol artificiel.

L'entretien consiste à couper les roseaux annuellement. Il n'y a pas d'évacuation de boues liquides, les boues déshydratées (assimilables à du compost) sont évacuées tous les dix ans environ. Cette filière est actuellement la plus utilisée en milieu rural du fait de sa facilité d'entretien et de son faible coût d'exploitation.

### **I.2.6.10. Les lits bactériens**

Le principe d'épuration par lit bactérien est un procédé par culture fixée. Après les traitements primaires, l'eau arrive sur un lit de matériaux poreux où les microorganismes épurateurs peuvent se fixer. L'oxygène est apporté par aération du lit bactérien. Après avoir traversé le lit bactérien, l'eau va aller dans un décanteur qui va séparer l'eau traitée et les boues.

Ce système est majoritairement utilisé pour les eaux très chargées qui peuvent provenir, par exemple, d'industrie agroalimentaire<sup>(18)</sup>.

### **I.2.6.11. Traitement par coagulation-floculation**

La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique ce procédé est caractérisé par l'injection et la disparition rapide des produits chimiques.

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabiliser. Ces particules s'agglutinent pour former un flocc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration<sup>(19)</sup>.

### **I.2.7. L'importance de l'eau dans l'économie**

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse pas de croître, à l'heure actuelle, 70 % de toute l'eau utilisée dans le monde entier est consommée dans l'agriculture. Sous la pression des besoins plus en plus élevés en eau, l'Algérie connaît de sérieuses difficultés en matière d'irrigation agricole. L'épuration des eaux usées est devenue l'une des solutions les plus utilisées pour satisfaire ces besoins. Les eaux traitées doivent répondre aux normes hygiéniques établies dans le journal officiel Algérien<sup>(20)</sup>.

#### **Réglementation:**

La réglementation exige des niveaux de qualité pour les eaux usées épurées, déterminés par les taux de concentration des divers composants présents dans ces eaux.

**I.2.7.1. Les normes de L'OMS****Tableau N°02:** les normes de paramètre de pollution

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
pH	6,5-8,5
DBO5	<30mg /l
DCO	<90mg/l
MES	<20mg/L
NH4 +	<0,5mg/l
NO2	1mg/l
P2O5	<2mg/l
Température	<30°c
La couleur	Incolore
L'odeur	inodore

Source : L'OMS<sup>(21)</sup>**I.2.7.2. Les normes Algérienne**

Vu le décret exécutif n° 08-53 du 2 Safar 1429 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du cahier des charges-type pour la gestion par concession du service public d'assainissement et du règlement de service y afférent ; après approbation du Président de la République, et suivant les décrets 1,2,4 portant successivement les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, autorisation octroyée par l'administration chargée des ressources en eau. Toute eau usée autre que domestique dont les caractéristiques ne sont pas conformes aux prescriptions du présent décret devra subir un prétraitement avant son déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration. Des normes de rejet des eaux usées sont imposées à fin de protéger l'environnement et valoir penser a un développement durable. Ces normes sont cité dans les tableaux ci dessus<sup>(22)</sup>.

**Tableau N°03 :** Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES
pH	5,5- 8,5
Température	≤30 °C
DBO <sub>5</sub>	500 mg/l
DCO	1000 mg/l
Matière en suspension	600 mg/l
Nitrites	0,1 mg/l
Phosphore total	50 mg/l
Azote totale	30 mg/l

Source : [journal officiel de la république algérienne n° 36 ,2009].

### I.2.7.3. Les normes microbiologique des eaux usées

**Tableau N°04:** Les concentrations des germes bactériologique dans les eaux résiduaires urbaines

Les micro-organismes	Concentration
Coliformes totaux	$10^7$ à $10^9$ /100 ml
Streptocoques fécaux	$10^6$ à $10^7$ /100 ml
Coliformes fécaux	$10^6$ à $10^8$ /100 ml
Escherichia coli	$10^6$ à $10^8$ /100 ml
Salmonelle	2 à $10^4$ /100 ml

Source : traitement des eaux usées urbaine<sup>(17)</sup>.

**Conclusion**

L'épuration des eaux usées a pour but de permettre le rejet des eaux sans inconvénient sérieux pour le milieu récepteur en se référant aux consignes d'épuration et par suite en respectant les techniques appliquées<sup>(6)</sup>.

# **Chapitre II**



De nos jours, l'épuration des eaux usées est devenue très importante, sur tous les côtés, essentiellement de point de vue économique, dans le but de diminuer les charges de traitement de boues activées. De ce fait, nous avons recours au procédé de coagulation et de floculation dont on a utilisé des coagulants chimiques ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), naturel comme (la bentonite) et un flocculant organique biodégradable (extrait de jus de cactus).

Pour confirmer l'efficacité de notre procédé nous avons effectué des analyses sur l'eau comme les paramètres de pollution et les paramètres bactériologiques.

## II.1. Définition des coagulants et du flocculant

### II.1.1. Sulfate d'aluminium

Formule  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  de masse molaire (342,15 g/mol), c'est un sel formé par la combinaison de deux cations aluminium ( $\text{Al}_3^+$ ) et trois anions sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nous l'utilisons dans le processus de coagulation floculation pour le traitement des eaux usées.

L'ion Aluminium réagit sur l'eau pour former l'Hydroxyde d'aluminium qui précipite sous forme d'un floc volumineux, selon la réaction suivante :

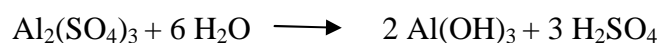


Figure N°13 : poudre de Sulfate d'Aluminium

### II.1.2. Chlorure de Fer

Le chlorure de fer (III) est un sel de fer de formule chimique  $\text{FeCl}_3$ . C'est un composé très hygroscopique, qui émet des vapeurs dans l'air humide sous l'effet de l'hydrolyse. Nous utilisons le chlorure de fer (III) comme coagulant dans le traitement des eaux usées. Avec l'ajout de petite quantité de  $\text{FeCl}_3$  de masse molaire (162,20 g/mole) dans l'eau d'entrée, l'Hydroxyde de fer (III) précipite et absorbe les solide fine et les colloïdes, selon la réaction suivante :

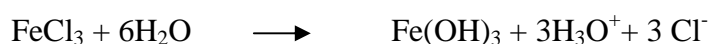


Figure N°14 : poudre de Chlorure de fer(III)

### II.1.3. La bentonite

La bentonite est une argile appelée chimiquement Silicate d'Aluminium, de formule chimique:  $\{(\text{Na}, \text{Ca})_{0,3}(\text{Al}, \text{Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}\}$ , dont la couleur beige clair<sup>(23)</sup> constituée principalement de la montmorillonite minérale (silicate d'aluminium et de

magnésium hydraté)<sup>(24)</sup>. On y trouve aussi du fer, des alcalis et des éléments alcalino-terreux. Elle possède une vaste gamme de propriétés et d'applications. Elle est considérée comme un matériau adsorbant<sup>(25)</sup>, et joue un rôle majeur dans le processus d'élimination de composés organiques et inorganiques<sup>(26)</sup>.

### II.1.3.1. Caractéristiques physico-chimiques de la bentonite naturelle :

Tableau N°05: Caractéristiques physico-chimiques de la bentonite naturelle<sup>(24)</sup>.

Caractéristiques physico-chimiques	Densité apparente	Densité réelle	Surface spécifique (m <sup>2</sup> /g)	Teneur en eau (%)	Matière sèche (%)	Matière Organique (%)	Cendre (%)	pH
Les valeurs	1,05	2,09	872	0,07	99,93	13,67	86,33	8,59

### II.1.3.2. Préparation de la bentonite

La préparation de la poudre de bentonite est effectuée au sein de laboratoire de l'université Abderrahmane Mira (bloc génie des procédés), suivant les étapes suivante :

- concasser les roches (moyenne) par un mortier.
- sécher la poudre à l'étuve à 100°C pendant une heure.
- concasser des petites pierres par un broyeur électrique.
- tamiser la poudre par un tamis de diamètre (100 µm).



Figure N°15 : les étapes de préparation de la bentonite

### II.1.4. Cactus

C'est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau<sup>(27)</sup>. Son nom scientifique *Opuntia Ficus-Indica* ou figues de barbarie appelée communément en Algérie, en fonction des régions el hendi, Akarmousse, karmoussensara. Le cactus est un arbre originaire des régions arides et semi-arides du Mexique<sup>(28)</sup>, plante intéressante en raison des conditions environnementales dans lesquelles elle se développe et

sa résistance aux conditions climatiques extrêmes<sup>(2)</sup>. Introduite en Espagne par les conquistadors espagnoles. Elle se trouve actuellement propagées dans tout le bassin méditerranéen (Espagne, Sicile et Afrique du Nord)<sup>(28)</sup>. Le cactus est utilisé comme flocculant pour le traitement des eaux usées, du faite qu'il ne modifierait pas les propriétés physico-chimique de l'eau tout en produisant une boue biodégradable<sup>(27)</sup>.

#### II.1.4.1. La Composition chimique de jus de cactus

Tableau N°06 : Principaux composants de figuier de Barbarie<sup>(30)</sup>

Composants	Matière sèche (g/100g)	Poids frais (g/100g)
Eau	-	88-95
Glucides	64-71	3-7
Cendres	19-23	1-2
Fibres	18	1-2
Protéines	4-10	0,5-1
Lipides	1-4	0,2

#### II.1.4.2. Préparation de bio- flocculant (jus de cactus)

La préparation de bio-flocculant est effectuée au sein de laboratoire de la STEP Souk El Tenine, selon les étapes suivantes :

- Récolter la cladode de figues de barbarie dans la région de Seddouk (Bejaia) nord-est de l'Algérie.
- Laver bien la cladode de cactus, l'éplucher et la broyer par un mixeur.
- Recueillir l'extrait aqueux de la plante par filtration au tamis,
- Dilution du jus dans l'eau distillé à divers concentration (5%, 10%, 15%) ;
- Homogénéiser par un jar test (vitesse d'agitation 160 tours/min pendant 15 min).



Figure n°16 : les étapes de la préparation de jus de cactus

**N.B :** Le jus de cactus obtenu est relativement stable. Il peut conserver sa capacité flocculante en dehors de tout système de conservation pendant 4 jours. Ce produit est un liquide visqueux de coloration verte, de pH = 4,53 miscible à l'eau.

## **II.2. Protocole expérimental**

Pour atteindre l'objectif que nous sommes assignés en vue de la détermination de paramètres du pH, la conductivité, la température et la turbidité, et réalisation d'une application de coagulation-floculation, nous avons effectué des prélèvements des eaux usées de la STEP de la daïra de Souk El Tenine dans des flacons en polyéthylène pendant une période s'étalant du mois de Mai au mois de juin.

-Remplir les quatre béciers avec 1L d'échantillon à traiter, et faire plonger les hélices du flocculateur dans les béciers, et introduction des doses croissantes de coagulant dans les échantillons sous vitesse d'agitation rapide de 150 tours/min à 180 tours/min pendant 3 min, puis 60 tours/min pendant 15 min et laisser décanter 20min, 40min et une heure, et à la fin de l'expérimentation, déterminer les différents paramètres permettant d'obtenir l'eau la plus limpide.

Lors de l'étape d'agitation lente, les hélices tournent entre 40 à 60 tours/min. Cette phase a une durée de 3 minutes puis une variation de vitesse entre 20 et 35 tours/min pendant des temps variés entre 15 à 25 min. Les hélices d'agitation sont ensuite retirées délicatement de l'eau et on laisse décanter les échantillons pendant 20 minutes jusqu'à 1h.

Après décantation, on prélève de chaque bécier un échantillon pour pouvoir mesurer le pH, la température, la conductivité et la turbidité.

**N.B :** La coagulation nécessite une vitesse d'agitation plutôt rapide (afin de bien mélanger l'eau et que les colloïdes se rencontrent et se neutralisent); la floculation- quant à elle, nécessite une vitesse relativement lente (afin de favoriser la rencontre entre l'agrégation des colloïdes sans détruire les floccs déjà formés).

### **II.2.1. Essais avec les coagulants**

La détermination du meilleur coagulant ainsi que sa masse, nous permet d'avoir le taux de réduction de la turbidité maximum. Pour ce fait, nous avons introduit différentes quantités successivement de  $Al_2(SO_4)_3$  et de  $FeCl_3$  (0,1g), (0,2g), (0,3g) et (0,4g) et pour la bentonite on a utilisé (2g), (3g), (4g) et (5g), puis mesurer pour chaque essai le pH, la température, l' $O_2$ , la conductivité et la turbidité pour chaque échantillon. Les résultats cités dans les tableaux suivants :

Tableau N°7 : Etude de la coagulation-floculation avec  $\text{FeCl}_3$ 

Turbidité initial d'eau = 90,9 NTU

Temps de décantation	paramètres	Masse de ( $\text{FeCl}_3$ )				Eau d'entrée
		0,1 g	0,2 g	0,3 g	0,4 g	
20 min	pH	6,5	6,22	5,97	5,28	7,19
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,07	0,09	0,11	0,11	0,03
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1525	1582	1638	1737	1653
	T ( $^\circ\text{C}$ )	20,2	19,9	19,9	19,9	19,6
	Turbidité (NTU)	6,59	10	<b>7,7</b>	22	58,2
40 min	pH	6,34	6,07	5,85	5,2	
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,06	0,08	0,11	0,12	
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1527	1586	1626	1728	
	T ( $^\circ\text{C}$ )	20,1	20	20	20	
	Turbidité (NTU)	3,61	5,19	<b>2,31</b>	7,43	56,2
60 min	pH	6,36	6,14	5,92	5,3	
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,05	0,09	0,11	0,11	
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1527	1592	1636	1734	
	T ( $^\circ\text{C}$ )	20,1	20,1	20	20,1	
	Turbidité (NTU)	3,17	2,34	<b>1,55</b>	4,31	55,3

Tableau N°8 : étude de la coagulation-floculation avec  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 

Turbidité initial d'eau = 108 NTU

Temps de décantation	paramètre	Masse de sulfate d'Aluminium				Eau d'entrée
		0,1 g	0,2 g	0,3 g	0,4 g	
20 min	pH	6,71	6,52	6,35	6,18	7
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1645	1653	1661	1668	1634
	T ( $^\circ\text{C}$ )	21,2	21,2	21,2	21,2	20,9
	Turbidité(NTU)	29,9	26,8	<b>22</b>	32,4	87,9
40 min	pH	6,72	6,52	6,31	6,14	
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1643	1659	1661	1667	
	T ( $^\circ\text{C}$ )	21,3	21,3	21,3	21,3	
	Turbidité(NTU)	29,1	25,6	<b>24,9</b>	28,3	85,6
60 min	pH	6,75	6,54	6,35	6,19	
	$\text{O}_2$ (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1644	1649	1660	1671	
	T ( $^\circ\text{C}$ )	21,5	21,5	21,5	21,5	
	Turbidité(NTU)	28	24	<b>23,9</b>	26,9	78,1

**Tableau N°9** : étude de la coagulation-floculation avec la bentonite

Turbidité initial d'eau =108 NTU

Temps de décantation	paramètres	Masse de la bentonite				Eau d'entrée
		2 g	3 g	4 g	5 g	
20 min	pH	7,09	7,16	7,18	7,19	7,16
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	CE (µS/cm)	1344	1352	1356	1361	1170
	T (°C)	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5
	Turbidité (NTU)	65,8	45,6	46,4	<b>43,7</b>	94,8
40 min	pH	7,15	7,19	7,2	7,21	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1343	1349	1354	1360	
	T (°C)	19,7	19,7	19,7	19,8	
	Turbidité (NTU)	53,1	40,4	36,3	<b>34,9</b>	88,8
60 min	pH	7	7,13	7,11	7,13	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,05	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1344	1348	1344	1359	
	T (°C)	19,9	19,9	19,9	20	
	Turbidité (NTU)	44,5	35,2	35,2	<b>27</b>	78,3

**. Détermination du taux de réduction de la turbidité (TRT):**

La quantification de l'efficacité de la détermination du taux de réduction de la turbidité (TRT) est définie par la relation suivante:

$$\text{TRT (\%)} = ((\text{Turbidité initiale} - \text{Turbidité finale}) \times 100) / \text{Turbidité initiale}$$

Turbidité initiale: Turbidité avant traitement.

Turbidité finale: Turbidité après traitement.

### II.2.2. essais avec le bio- flocculant

La première partie de l'essai du traitement de coagulation-floculation étant réalisée par l'ajout du bio- flocculant s'agit de déterminer la concentration optimale de bio- flocculant, dont nous avons trouvé que les bons résultats sont ceux de dilution de 10% en tenant compte de ce résultat nous avons poursuivi notre études avec cette dilution, tout en variant les vitesses d'agitation et les temps d'agitation, et les résultats obtenus sont dans le tableau ci-dessous.

**Tableau N°10** : étude de la floculation avec le jus de cactus dilué (10%)

Turbidité initial d'eau = 250 NTU

Temps de décantation	Les paramètres	Volume de jus de cactus				Eau d'entrée
		2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,18	7,11	7,13	7,12	7,09
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
	<b>CE (µS/cm)</b>	1520	1520	1516	1515	1510
	<b>T (°C)</b>	19,9	19,9	19,9	19,9	19,4
	<b>Turbidité (NTU)</b>	72	77,6	70,6	69,1	124
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,1	7,15	7,15	7,12	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,02	0,02	0,02	0,03	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1512	1516	1513	1513	
	<b>T (°C)</b>	20	20	20	20	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	68,4	66,6	64,6	64,8	104
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,14	7,14	7,16	7,12	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,03	0,03	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1515	1510	1510	1511	
	<b>T (°C)</b>	20,1	20,1	20,1	20,2	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	65,9	63,5	<b>62,8</b>	65,1	90,9

### II.2.3. Essais de la coagulation- floculation

Faire le jumelage de coagulant (0.3g de  $\text{FeCl}_3$ ), (0,3g de  $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ), (5g bentonite) et le floculant jus de cactus avec variation de volume, a fin de maximiser l'évolution du taux de réduction de la turbidité, les résultats dans les tableaux :

**Tableau N°11** : étude de la coagulation-floculation  $\text{FeCl}_3$  + le jus de cactus

Turbidité initial d'eau = 113 NTU

Temps de décantation	paramètres	Volume de jus de cactus				Eau d'entrée
		2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	
20 min	pH	6,11	5,72	5,63	5,69	7
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,1	0,09	0,11	0,02
	CE (µS/cm)	1525	1506	1516	1506	1331
	T (°C)	19,8	19,8	19,8	19,8	19,1
	Turbidité (NTU)	<b>10,4</b>	4,47	2,44	3,58	80,5
40 min	pH	5,71	5,68	5,6	5,7	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,11	0,1	0,11	
	CE (µS/cm)	1519	1508	1514	1505	
	T (°C)	20,1	20	20	20	
	Turbidité (NTU)	<b>2,76</b>	4,44	3,59	2,47	73,9
60 min	pH	5,56	5,72	5,64	5,68	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,09	0,09	0,11	0,11	
	CE (µS/cm)	1523	1502	1514	1494	
	T (°C)	20,2	20,2	20,2	20,2	
	Turbidité (NTU)	<b>1,43</b>	2,63	3,07	2,08	70,8



**Tableau N°12** : étude de la coagulation-floculation  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  + le jus de cactus

Turbidité initial d'eau = 162 NTU

Temps de décantation	paramètres	Volume de jus de cactus				Eau d'entrée
		2 ml	4ml	6 ml	8 ml	
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	6,05	6,04	6,02	6,03	7,06
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04
	<b>CE (µS/cm)</b>	1255	1257	1256	1260	1213
	<b>T (°C)</b>	21	20,8	20,9	20,9	20,1
	<b>Turbidité(NTU)</b>	<b>6,52</b>	10,1	8,26	9,21	137
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	6,21	6,04	6,08	6,08	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,11	0,1	0,11	0,11	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1256	1255	1257	1260	
	<b>T (°C)</b>	21,2	21,1	21,1	21,2	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	<b>7,79</b>	8,47	9,17	10,2	118
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	6,19	6,13	6,12	6,11	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,11	0,11	0,11	0,11	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1255	1257	1259	1262	
	<b>T (°C)</b>	21,3	21,3	21,3	21,3	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	<b>8,78</b>	9,49	10,1	9,68	115

**Tableau N°13** : Etude de la coagulation-floculation bentonite et le jus de cactus.

Turbidité initial d'eau = 142 NTU

Temps de décantation	paramètres	Volume de jus de cactus				Eau d'entrée
		2 ml	4ml	6 ml	8 ml	
20 Mn	pH	6,77	6,8	6,83	6,86	6,53
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	0,03
	CE(μS/cm)	807	789	800	812	785
	T (°C)	20,6	20,6	20,6	20,7	20,2
	Turbidité(NTU)	26,7	14,9	<b>15,4</b>	20,8	103
40 mn	pH	6,84	6,82	6,85	6,9	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	
	CE(μS/cm)	809	790	801	812	
	T (°C)	20,9	20,8	20,8	20,9	
	Turbidité(NTU)	20,2	12,1	<b>12,1</b>	15,1	98,6
60 mn	pH	6,9	6,87	6,88	6,88	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	
	CE(μS/cm)	809	789	799	810	
	T (°C)	21,1	21,1	21,1	21,1	
	Turbidité(NTU)	17,4	10,5	<b>10,1</b>	12,3	88,7

### II.3. Méthodes d'analyses

#### II.3.1. analyse physique

Des méthodes de mesure directes ont été employées, moyennant des instruments appropriés, parmi les paramètres physique mesurés: le pH, la température, la conductivité, le taux d'oxygène dissout, la turbidité et les MES. Les équipements de mesure utilisée sont de type portatif à savoir : pH Mètre, Conductimètre, Oxymétrie, turbidimètre.

#### ❖ Le pH, l'oxygène dissout, la conductivité :

##### Mode opératoire

- Allumer l'appareil
- Homogénéiser l'échantillon
- Rincer l'électrode de l'instrument avec de l'eau distillée
- plonger l'électrode dans l'eau à analyser
- effectuer la lecture après stabilisation.

**❖ La turbidité**

Elle permet de déterminer l'intensité lumineuse du faisceau transmis après avoir traversé l'échantillon. La mesure de la turbidité se fait par lecture directe avec un turbidimètre

**Mode opératoire**

- Verser l'échantillon dans la cuve du turbidimètre,
- mettre la cuve dans l'appareil et lire la valeur de la turbidité en NTU.

**❖ Les MES**

La méthode utilisée pour déterminer la matière en suspension est la filtration sur un filtre en fibre à l'aide d'appareil de filtration.

**Mode opératoire**

- sécher les papiers filtres dans une étuve à 105°C jusqu'à une masse constante,
- laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0,1 mg près.
- placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration.
- Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vidé.
- rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10 ml environ d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.
- laisser essorer et sécher le filtre à 105°C, puis refroidir.
- recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesées jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0,1 ou 0,5mg.

**Expression des résultats.**

V : le volume en millilitres d'échantillon mis en jeu.

m<sub>0</sub> : la masse en mg du disque filtrant avant utilisation.

m<sub>1</sub> : la masse en mg du disque filtrant après utilisation.

$$\text{Le taux de matière en suspension (mg/l)} = ((m_1 - m_0) / v) * 10^6$$

### II.3.2. Traitement chimique

#### ❖ La DBO<sub>5</sub>

La détermination de la demande en oxygène DBO<sub>5</sub> sur 5 jours se fait par une méthode instrumentale à savoir OxiTop® IS12.

#### Mode opératoire

- rincer le flacon porte échantillon avec l'échantillon à analyser.
- verser un volume de 432 ml d'eau épurée et 146 ml d'eau d'entrée dans des flacons en verre marron.
- mettre le barreau magnétique dans chaque flacon.
- mettre le godet en caoutchouc en place, et déposer deux pastilles de soude dans le godet en caoutchouc.
- Visser l'OxiTop® directement sur le flacon.
- mettre le flacon dans l'incubateur DBO réglé à une température de 20° C et laisser pendant 05 jours.
- La valeur de la DBO<sub>5</sub> en (mg/l) est la valeur lue directement sur l'écran digital de l'OxiTop®
- Enregistrer la valeur après 5 jours d'incubations suivant le tableau de facteur en annexe

#### ❖ DCO

La mesure de la DCO s'appuie sur la détermination photométrique de la diminution de concentration en chromates après une oxydation à l'aide de dichromate de potassium, de l'acide sulfurique et de sulfate d'argent.

#### Mode opératoire

La DCO 160 et la DCO 1500

- ouvrir en inclinant la cuve ronde qui contient l'acide sulfurique 80-98%, du dichromate de potassium 0,28-0,56% et du sulfate de mercure(II) 0,74-1,50%,
- ajouter lentement, sans mélanger 0,2ml de l'échantillon à analyser, prélevé préalablement avec une pipete.
- Fermer la cuve à fond.
- placer ensuite dans le bloc chauffant, et enclencher le chauffage à 148°C/2H.
- sortir la cuve du bloc chauffant, laisser refroidir à température ambiante.
- nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer l'absorbance avec un photomètre de type NANOCOLOR® et PF-10 à 620 nm.

**❖ Dosage d'Ammonium**

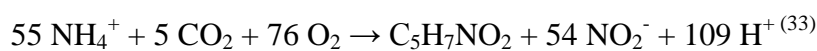
Le dosage de l'Ammonium 50 et 200 se fait par détermination photométrique en tant qu'indophénol : l'ammonium réagit à un pH d'environ 12,6 avec de l'hypochlorite et du salicylate, en présence de sodium nitroprussiate comme catalyseur, pour former du bleu d'indophénol.

**Mode opératoire**

- ouvrir une cuve ronde, et ajouter 0,2 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre 1 et 10)
- ajouter 1 NANOFIX Ammonium 50 ou 200 R2 (sodium nitroprussiate 5-33% et acide dichloroisocyanurique, sel de sodium 10-20%), (Fermer le tube de NANOFIX immédiatement après l'addition.)
- fermer et mélanger,
- nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 15 min à l'aide de photomètres NANOCOLOR® et PF-10 à 585 nm.

**❖ Nitrite (NO<sub>2</sub>)**

Réaction de nitrification, oxydation de l'ammoniaque en nitrite.



Le dosage des nitrites se fait par la détermination photométrique à l'aide de sulfanilamide et de la N-(naphtyle-1)-éthylène diamine.

**Mode opératoire****❖ Nitrite 4**

- Ouvrir la cuve ronde, et ajouter 0,2 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre 4 et 13)
- ajouter 1 NANOFIX de R2, fermer et mélanger.
- nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 15 min. La mesure se fait à l'aide d'un photomètre NANOCOLOR® et PF-12 à 540 nm.

**❖ Nitrite 2**

- ouvrir la cuve ronde, ajouter 4,0 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre 1 et 7)
- ajouter 200 µL de R2 (acide citrique 20-40%), fermer et mélanger.
- nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 10 min. La mesure se fait à l'aide d'un photomètre NANOCOLOR® et PF-12

**Phosphore totale (pt)**

Mesure des phosphates totales 5 et phosphates totales 15 se fait par la détermination photométrique en tant que bleu de molybdène après hydrolyse acide et oxydation à 100-120°C,

**Mode opératoire****Phosphore total 15**

Pour les eaux usées, nous permet de lire des dose de phosphate inferieur a 15 mg/l

- ouvrir une cuve ronde, et ajouter 0.5 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre 1 et 10)
- ajouter 1 NANOFIX phosphate R2 (peroxodisulfate de sodium 20-100%), fermer à fond et mélanger.
- placer la cuve dans le bloc chauffant et enclencher le chauffage. Apres 120°C/30 mn,
- sortir la cuve du bloc chauffant et laisser refroidir à température ambiante,
- ajouter 1 NANOFIX phosphate total R3 et 200 µl de phosphate total R4 (acide sulfurique 5-15%) et mélanger.
- nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 10 min à l'aide d'un spectromètre à 690 nm.

**Phosphate totale 5**

Pour les eaux épurée nous permet de lire des dose de phosphate inferieur a 5 mg/l

- ouvrir une cuve ronde, ajouter 1,0 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre 1 et 13)
- ajouter 1 NANOFIX phosphate R2 (peroxodisulfate de sodium 80-99%),
- fermer à fond et agiter,
- placer la cuve dans le bloc chauffant et enclencher le chauffage (120°C/30 mn).
- sortir la cuve du bloc chauffant et laisser refroidir à température ambiante,
- puis ajouter 1 NANOFIX de phosphate total R3 et 200 µl de R4 (acide sulfurique 5-15%) puis agité.
- Nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 10 min avec un spectromètre à 690 nm.

## II.4. Les analyses bactériologiques

Après avoir effectué les analyse physico-chimique de l'eau traitée, nous avons procédé par la suite à une caractérisation microbiologique pour identifier les espèces microbiologique présent dans les eaux. Ces analyses ont été réalisées au sein de laboratoire communale d'hygiène de Bejaia.

### II.4.1. les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très long temps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau, parce qu'ils peuvent être indirectement associé à une pollution d'origine fécale. Les CT sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobie facultatifs, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C sur un milieu gélosé approprié, les coliformes donnent des colonies rouges avec un reflet métallique. Les principaux genres inclus dans le groupe sont : Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia. En générale, les coliformes sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé.

### II.4.2. les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérant, sont un sous groupe des coliformes totaux, capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'eshrechia coli (E. coli) et, dans une moindre mesure, certaines espèces de genre citrobacter, enterobacter, klebseilla. La bactérie E. Coli représente toutefois a 80-90% des coliforme thermotolérant détectés, elle est la seule espèce qui soit strictement d'origine fécale, puisque elle présente naturellement en grande quantité dans la flore intestinal des humain et des animaux. La détection de cette bactérie dans les eaux indique une contamination d'origine fécale récente certaine.

### II.4.3. Les streptocoques

Les streptocoques sont des bactéries à gram(+), de 0,5 à 1  $\mu$ m de diamètre qui se présente en diplocoques (deux coques) ou en courte chaine. Elles sont immobile dépourvus de spores et rarement capsulé. Elles ont la capacité de croitre dans une température variante de 10 à 45°C ainsi qu'a un pH alcalin 9,6

Les caractéristiques microscopique peuvent légèrement varie suivant les espèces, toutes particulièrement streptococcus pneumoniae qui se présente sous forme de diplocapsulées.

**II.4.3. les Clostridium**

Les Clostridium perfringens sont des bactéries ubiquistes, anaérobies aérotolérantes, sporulant. On considère généralement que les principaux réservoirs sont le sol et le tractus intestinal des hommes (y compris sains) et des animaux (volailles, bovins, porcs, poissons)<sup>(5)</sup>.

**II.4.4. les salmonelles**

Les salmonelles sont des bactéries entériques en forme de bâtonnets, anaérobies facultatives à gram(-), mobiles pour la plupart avec des flagelles polaires. La nomenclature des salmonelles est particulièrement complexe, en effet, la notion d'espèces est peu employée pour le genre Salmonella et on se réfère plutôt au sérotypes. Ce genre contient plus de 2000 sérotypes différents, dont plusieurs sont pathogènes pour l'homme.



# **Chapitre III**

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques et biologiques d'eau traitée par le procédé de coagulation floculation. Ce travail a été effectué à la STEP de Souk El Tenine, pendant notre période de stage de mois mai à juin 2019. Les résultats de cette partie expérimentale sont interprétés par des graphes regroupés ci-dessous.

### III-1 Effet de la concentration de jus de cactus

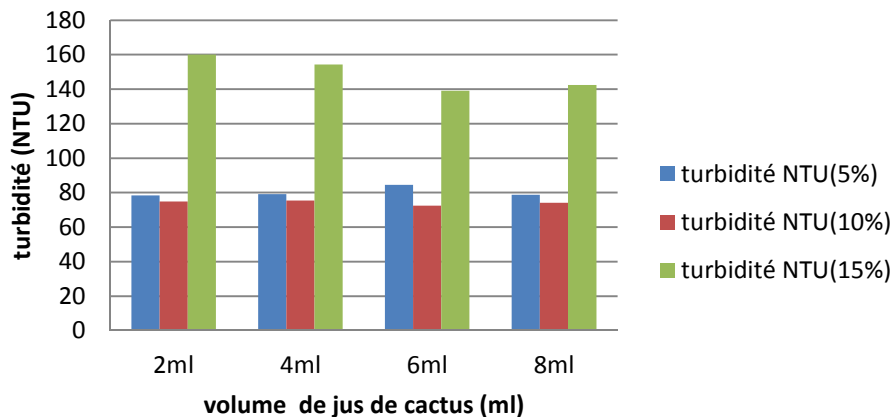


Figure N°17 : variation de la turbidité en fonction des concentrations et volume de jus de cactus.

En variant la concentration de bio-floculant, on observe que c'est la solution diluée à **10%** de cactus donne une turbidité la plus faible, de plus l'essai utilisant un volume de **6 ml** donne de meilleur résultat, dont on a enregistré un abattement de **35%**.

### III-2 Influence de la vitesse d'agitation sur la turbidité

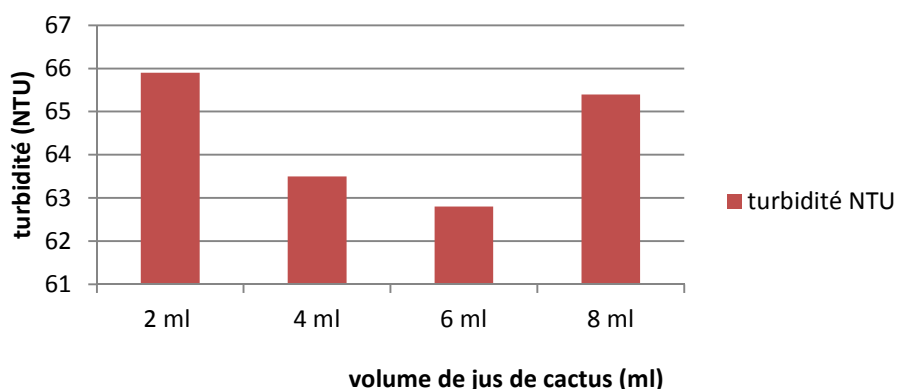


Figure N°18 : Variation de la turbidité en fonction de volume de jus de cactus.

Après différentes essais de variation du temps et de la vitesse d'agitation (rapide 40 et 60 pendant 3min, lente 35, 30, 25, 20 tours/min pendant 25, 20, 15 min) nous avons optimise la meilleure vitesse d'agitation est 60 tr/min pendant 3 min et la deuxième vitesse d'agitation

(étape 2) est 30 tr/min pendant 15 min pour un volume de 6ml. En outre, on a enregistré un abattement de 74,88 % sur la turbidité. Donc le jus de cactus peut être confédérer comme floculation avec un très bon résultat.

### III.3. Etude de l'influence des coagulants sur la turbidité

#### a- coagulant $\text{FeCl}_3$ et $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

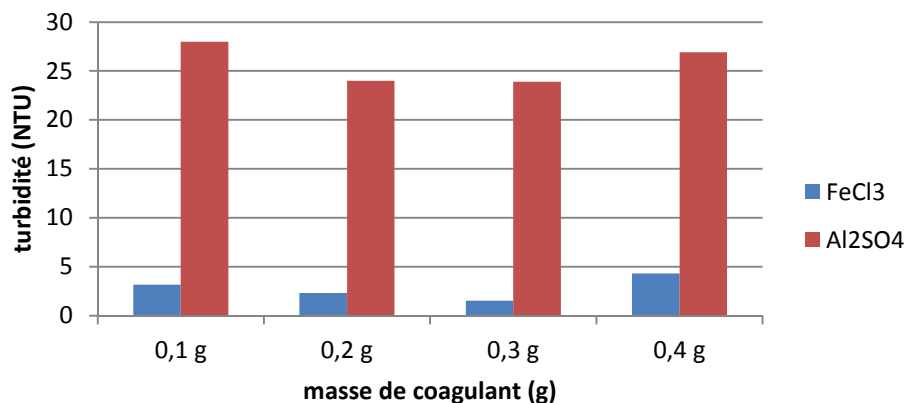


Figure N°19 : Variation de la turbidité en fonction de la masse des coagulants chimiques

La coagulation-floculation en utilisant différentes masses des produits chimiques Chlorure de Fer III et sulfate d'Aluminium qui sont (0,1g, 0,2g, 0,3g et 0,4g) dans un litre d'eau brute nous avons observé une turbidité 1,55 NTU soit une réduction de 98,29%. Et une turbidité de 23,9 NTU soit une réduction de 94,58% par rapport à la turbidité initiale par le sulfate d'Aluminium. Donc le  $\text{FeCl}_3$  est le meilleur coagulant avec une masse de 0,3 g.

#### b-Essai de coagulation-floculation utilisant la bentonite

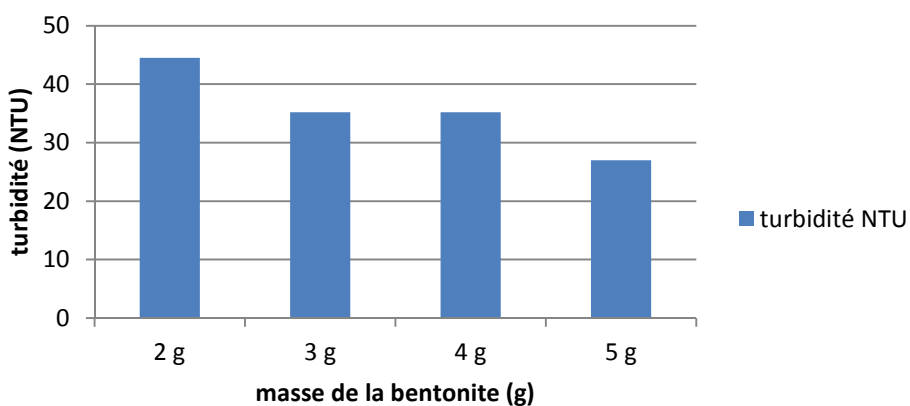
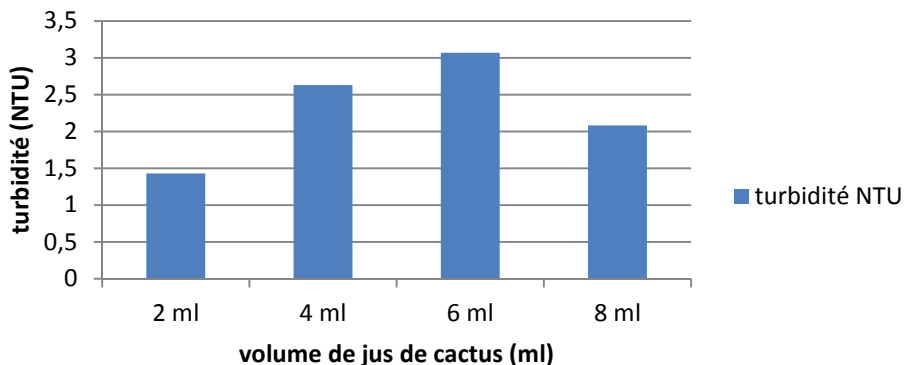


Figure N°20 : Variation de la turbidité en fonction de coagulant naturel (bentonite)

La réduction de la turbidité allant de 44,5 NTU vers 27 NTU avec des masses qui varie entre 2g à 5g de bentonite. L'abattement de la turbidité atteint une valeur de **75%** pour **5g** de bentonite.

### III.4. Etude de mélange coagulant-floculant

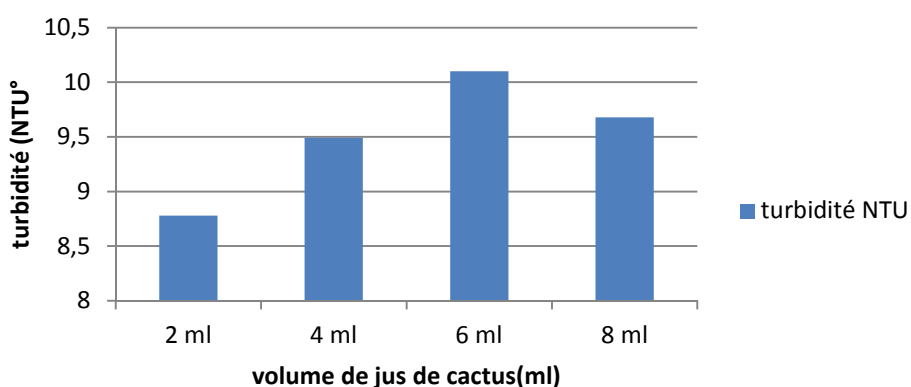
#### FeCl<sub>3</sub> et jus de cactus



**Figure N°21:** variation de la turbidité en fonction de la coagulation floculation avec FeCl<sub>3</sub> plus le jus de cactus.

D'après le graphe ci-dessus La combinaison du coagulant **FeCl<sub>3</sub>** et le jus de cactus a permis d'atteindre des résultats appréciables. En effet l'ajout de **2 ml** de bio-floculant nous a donné un abattement égal à **98,73 %** sur la valeur de la turbidité.

#### Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> et jus de cactus



**Figure N°22 :** variation de la turbidité en fonction de la coagulation floculation avec Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> plus le jus de cactus.

Le jumelage de bio-floculant avec **Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>** nous donne un abattement de **94,58%** d'une turbidité de 8,78 NTU, pour un volume de 2 ml.

## Bentonite et jus de cactus

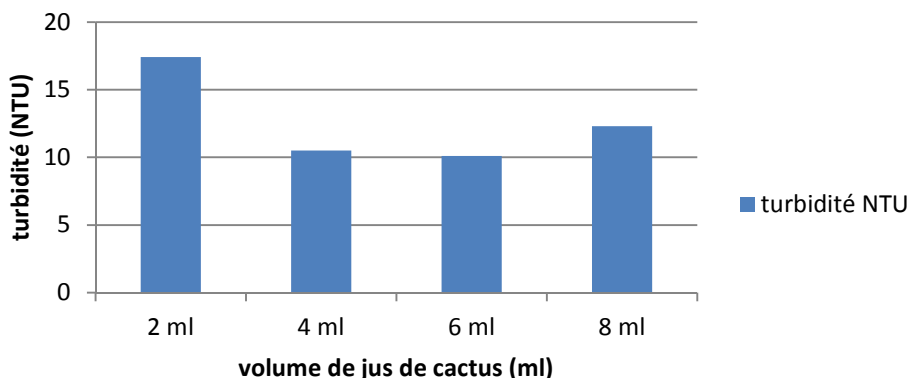


Figure N°23 : variation de la turbidité en fonction de la coagulation floculation avec la bentonite plus le jus de cactus.

Nous avons enregistré dans ce graphe un abattement de **92,82%** pour une turbidité 10,1 NTU pour un volume de 6 ml dans cet essaie le jus de cactus bio flocculant et la bentonite se qui prouve une bonne floculation de jus de cactus et bentonite.

Tableau N°14 : Résultat obtenu de différents paramètres de pollution

Les paramètres	Eau brute	Eau épurée STEP	Eau traitée par $Al_2(SO_4)_3$ + jc	Eau traitée par $FeCl_3$ +jc	Eau traitée Par bentonite + jc	Les normes algériennes
pH	6,98	7,02	6,8	6,19	7,26	6,5-8,5
O <sub>2</sub> (mg/l)	0,01	0,11	0,2	0,06	0,05	>5
CE ( $\mu$ s/cm)	1325	1297	1494	1740	1388	[700-3000]
T (°C)	22,3	22,9	24,1	23,9	23,5	<30
DCO (mg/l)	218	9	48	96	188	<90
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	200	9	21	51	44	<30
MES (mg/l)	180	5	10	18	20	<20
Turbidité(NTU)	[119-250]	1,31	10,1	20	14,4	<5

D'après les résultats obtenus on peut conclure :

**Pour le paramètre pH :** la diminution de pH des eaux brutes traités par le sulfate d'aluminium et  $FeCl_3$  est due à la formation du  $H_2SO_4$  et  $HCl$  respectivement. Tandis que pour les eaux traitées par la bentonite une légère augmentation de pH due à la caractéristique

basique de cette dernière (bentonite). Le pH 6,19 de l'échantillon traité avec chlorure de fer III est inférieur à la norme [6,5-8,5] donc ces eaux sont acide.

**Pour le paramètre DCO:** On remarque que la DCO de l'eau traitée par la bentonite est élevée 188 mg/L par rapport aux autres résultats. Ceci est dû probablement aux traces de graisse non éliminées au cours de l'essai ou bien au caractère hydrophobe de la bentonite et probablement à la composition du jc.

**Pour le paramètre DBO<sub>5</sub>:** les valeurs de la DBO<sub>5</sub> 21mg/L, 51mg/L, 44mg/L des eaux brutes traitées par différents coagulants sont remarquables par rapport aux eaux épurées de la station ; due certainement à la présence de la matière organique présente dans l'échantillon.

**Pour le paramètre MES :** nous n'avons pas observé de grandes différences de valeur de MES entre les différents échantillons traités par différents coagulants et floculants. Donc la coagulation –floculation des produits naturels est très bonne.

#### -Les résultats obtenus des analyses microbiologiques

**Tableau N°15 :** Résultats des analyses microbiologiques

	Eau traité par Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> et js	Eau traité par FeCl <sub>3</sub> et js	Eau traité par Bentonite et js	Eau Epurée de STEP
<b>CT</b>	70*10 <sup>2</sup> germes/ml	700*10 <sup>2</sup> germes/ml	1100*10 <sup>2</sup> germes/ml	1100*10 <sup>2</sup> germes/ml
<b>CF</b>	70*10 <sup>2</sup> germes/ml	130*10 <sup>2</sup> germes/ml	1100*10 <sup>2</sup> germes/ml	2 5 *10 <sup>2</sup> germes/ml
<b>Strept T</b>	5 germes/ml	25 germes/ml	7000*10 <sup>2</sup> germes/ml	20*10 <sup>2</sup> germes/ml
<b>Strept F</b>	5 germes/ml	6 germes /ml	700*10 <sup>2</sup> germes/ml	20*10 <sup>2</sup> germes/ml
<b>Clos sR</b>	absence	absence	<100 SPORE/ml	1 spore /ml
<b>salmonelle</b>	Absence /200 ml	Absence/ 200 ml	Absence/ 200 ml	Absence/ 200 ml

D'après Les résultats obtenus on peut conclure :

On remarque une diminution de germes Coliformes des eaux traitées par (FeCl<sub>3</sub> et Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) et jus de cactus (jc) comparativement aux eaux traitées par la bentonite et jc et eaux épurées de la station, cela est dû surtout à l'effet combinatoire du jus de cactus et à la diminution du pH.

Des petites valeurs de streptocoques enregistrées dans les échantillons traités par le FeCl<sub>3</sub> et l'Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> : Parce que ces bactéries ne tolèrent pas une variation de pH. Ces valeurs trouvées

dépasse les normes de l OMS sauf dans le cas de salmonelle ainsi que les clostridium dans l'essai avec le  $\text{FeCl}_3$  et le jus de cactus.

# **Conclusion générale**



# Conclusion générale

---

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de fin de cycle pour l'obtention du Diplôme de Master en chimie analytique.

Dans ce travail, nous avons utilisé un nouveau flocculant organique biodégradable extrait de jus de cactus (figuiers de barbarie) dans un procédé physico-chimique de coagulation-floculation, afin de traiter des rejets liquides tout en variant différents coagulants  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  et  $\text{FeCl}_3$  et le coagulant naturel de bentonite en vue de sa valorisation comme processus naturel.

Le processus de coagulation-floculation a fait apparaître divers mécanismes, souvent complexes et dépendant fortement de la vitesse d'agitation, le temps d'agitation et les quantités des matières ajoutées. Ce sont des facteurs importants qu'il faut prendre en compte pour le bon déroulement du procédé de coagulation-floculation. La turbidité est devenue un meilleur paramètre indicateur de l'efficacité de cette clarification.

Les résultats de notre expérimentation nous ont permis de mettre en évidence l'efficacité du bio-flocculant jus de cactus ficus-indica avec un volume de 6ml en présence d'une masse de 0.3g de sulfate d'aluminium ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) et chlorure de fer (III) et 5g de bentonite.

Nous obtenons un taux de réduction de la turbidité de 94,58%, pour une masse de 0.3g de sulfate d'aluminium et de 92% pour une masse de 0,3g de chlorure de fer (III), et une réduction de 92,82% pour une masse de 5 g de coagulant naturel de bentonite.

Les résultats microbiologiques peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le traitement biologique utilisé au niveau de la STEP favorise la croissance bactérienne pour dégrader la pollution organique et d'autre part, par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. De plus, l'eau usée est considérée comme le milieu idéal pour la prolifération microbienne optimale.

En conclusion, notre étude servira: d'une part, comme une contribution intéressante dans le domaine de la valorisation des ressources naturelles et le développement de l'économie de notre pays, d'autre part, elle permettra la possibilité d'introduire un nouveau réactif bio dégradable dans le processus de traitement physico-chimique par procédé de coagulation- floculation, pouvant remplacer, fut-ils partiellement, de certains coagulants

# Conclusion générale

---

chimiques, largement appliqués dans le domaine de traitement des eaux et ayant des inconvénients sur l'environnement et en particulier sur la santé humaine.

De ce fait on a contraint de rendre les STEP rentable pour valoriser ces eaux usées épurées en vue de leur réutilisation dans divers domaines tout en ajoutant un traitement tertiaire avec les coagulants naturels économiques et moins coûteux.

# **Bibliographie**

## Les références biographiques

[27].ABID AZIZA, ZOUHRIA , IDER.A, « utilisation d'un nouveau bio-floculant (extrait de cactus) dans le traitement physico-chimique des rejets industrielles chargés en métaux en suspension et en colorants textiles, office Marocain de la propriété industrielle et commerciale, 2008.

[30].AMALE BOUTAKIOUT, thèse doctorat, « Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de barbarie marocain (opuntia ficus-indica et opuntia-megacantha).

[8].ANDREANNE Demers, PHD et Edith Lacroix, Biol. M. Sc « les eaux usées une pollution encore et toujours à la une » comité de la recherche et de la sensibilisation, coalition québécoise pour une gestion responsable de l'eau - eau secours.

[15].ANDRIA MIRADOL et al, « memento technique de l'eau », tome 1, Degrémont, FRANCE ,2005 .

[5].ANSE, « réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries ». MARS 2012.

[24].AZZEDINE OULARBI, une approche paramétrique pour l'analyse du pouvoir d'adsorption du cadmium sur une bentonite naturelle saturée, conférence méditerranéenne côtière et maritime, édition 3, Ferrara, ITALIA, 2015.

[10].BADIA. Gondard. F « l'assainissement des eaux usées » techni.cités, 2003.

[32].BESSEDIK. MADANI « traitement et épuration de l'eau » université Tlemcen.

[6].BONNIN.J « hydraulique urbaine, appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance », Edition paris.

[9].CANLER J-P et al « aide au diagnostic des stations d'épuration par observation microscopique des boues activées » édition Camagref, PARIS, 1999.

[23].CAROLINE VIGNAUD, fiche technique fabrication d'aliments pour animaux identification, argile bentonite la Faure, date : 03.01.19du lot n°0119 au lot n°0919 inclus.

[18].CHEVALIER, Gary ,BACCHI, Michel, Conception d'une station de traitement des eaux usées dans une commune rurale ,Analyse, choix et réalisation de la méthode la plus appropriée à la commune et aux milieux aquatiques,2014-2015.

[7].CHOKAT.B, « encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement coordonnateur »1997.

[34].DERONZIER.G et al, « traitement de l'azote dans les stations d'épurations biologique des petites collectivités »document technique FNDAE N°25 ,2001 .

[16].C. AUBERT, Document « micropolluants de demain anticiper les enjeux de demain prête pour la révolution de la ressource » SUEZ.1944.

[11].GAID .A « traitement des eaux usées urbaines », techniques de l'ingénieur ,1993.

[33].GAID.A, « épuration biologique des eaux usées urbaines », tome 1, office des publications universitaires, ALGER, 1984.

[20].HADJER.S, RAYANE.S, M. BENABDELKADER, MOULDI .S, MABROUK.Y, le 5ème séminaire international sur les énergies nouvelles et renouvelables, impact des stations d'épuration des eaux usées sur l'environnement.

[12].IRINA BOKOVA, GUY RYDER « les eaux usées une ressource inexploitée », rapport mondial des nations unies sur la mise en valeur des ressources en eau publié par l'organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture ,2017.

[22].journal officiel de la république Algérienne n° 3627 joumada ethania 1430, 21 juin 2009.

[14].LIBES.Y« les eaux usées et leur épuration ».

[13].LUDWIG SASSE, DEWATS, « Systèmes Décentralisés de Traitement des Eaux Usées dans les Pays en Voie de Développement »,1998.

[25].MICHEL DUMONT, annuaire des minéraux et des métaux de ressources naturelles, CANADA, 2008.

[24].MOHAMED KHIATI, « résultat de la recherche et d'étude sur optonia »2015.

[4].ONA « office nationale d'assainissement »perspectives de valorisation agricole et énergétique des boues issues des STEP en Algérie, 2014.

[21].OMS « Directives OMS pour l'utilisation sans risque Des eaux usées, des excréta et des Eaux ménagères » volume 2, utilisation des eaux usées en agriculture, 2012.

[3].PORTUDAL Saly Siman , Sy Papa, SidyTalli « centre de thies étude de réhabilitation de la station d'épuration » . 2002-2003.

[2].RAISSI Omar « protection de la ressource en eau en Algérie ; office national de l'assainissement » 2014.

[1].REGIS Bourrier et al « guide technique d'assainissement »,5ème édition, 2017.

[28].REYNOLD. S .G, ARIAS-JIMENEZ .E, MONDRAGO N-JACOBO. C, PEREZ GONZALEZ. S. El nopal (Opuntiaspp) comoforraje, «Estudio FAO Produccion y Proteccion Vegetal », 2003.

[31].Rodier. J, Bernard Legube, Nicole Merlet Et Coll « l'analyse de l'eau »9ème édition, PARIS ,2009.

[19].RYMOND Desjardins « le traitement des eaux »2émé édition, Montréal, CANADA ,1997.

[17].SADOWSKI « traitement des eaux usées urbains » chapitre 2, Lyonnaise des eaux, mai2002

[26].SEGBAIRIN, M. KOUSSA, S. ACHOUR, « effet de l'activation chimique de la bentonite sur l'adsorption de substances humiques en eaux de minéralisation variable » laboratoire de recherche en hydraulique souterraine et de surface, 2004.

[35].SOFIA.GUENTRI, FATMA. RAHMANIA, « contribution à la connaissance de la remontée et la pollution des eaux ».édition université Européennes.

[36].TAHAR Fartas, HOUARI.Z, SADAOUI.F, BENCHEIKH. K « première séminaire international sur la ressource en eau au sahara: évaluation, économie et protection » OURGLA, le 19-20/01/2011.

[5].TOMAS.O « analyse microbiologique dans ; métrologie des eaux résiduaires », Edition Cebedoc, 1995.

# **Listes des tableaux et figures**

## Liste des tableaux

Tableau N°1	les normes de rejet de la station de Souk El Tenine.....	4
Tableau N°2	les normes de paramètre de pollution.....	16
Tableau N°3	Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées.....	17
Tableau N°4	Les concentrations des germes bactériologiques dans les eaux résiduaires urbaines..	17
Tableau N°5	Caractéristiques physico-chimiques de la bentonite naturelle.....	20
Tableau N°6	Principaux composants de figuier de Barbarie.....	21
Tableau N°7	Etude de la coagulation-floculation avec $FeCl_3$ .....	23
Tableau N°8	Etude de la coagulation-floculation avec $Al_2(SO_4)_3$ .....	23
Tableau N°9	Etude de la coagulation-floculation avec la bentonite.....	24
Tableau N°10	Etude de la floculation avec le jus de cactus dilué (10%) .....	25
Tableau N°11	Etude de la coagulation-floculation $FeCl_3$ + le jus de cactus.....	26
Tableau N°12	Etude de la coagulation-floculation $Al_2(SO_4)_3$ + le jus de cactus.....	27
Tableau N°13	Etude de la coagulation-floculation bentonite+ le jus de cactus.....	28
Tableau N°14	Résultat obtenu de défèrent paramètre de pollution .....	38
Tableau N°15	Résultats des analyses microbiologiques.....	39

## La liste des figures

Figure N°1	Situation géographique de STEP de Souk El Tenine.....	4
Figure N°2	Schéma de fonctionnement de la STEP de Souk El Tenine.....	5
Figure N°3	Grille manuelle.....	6
Figure N°4	Grille mécanique.....	6
Figure N°5	Pont de déshuilage et dessablage.....	6
Figure N°6	Bassin biologique.....	7
Figure N°7	Décanteur secondaire.....	7
Figure N°8	Pompe de recirculation des boues.....	7
Figure N°9	Epaississeur.....	8
Figure N°10	bloc de déshydratation des boues.....	8
Figure N°11	Boues déshydratées.....	8
Figure N°12	Salle de contrôle automatique.....	9
Figure N°13	Poudre de Sulfate d'Aluminium.....	19
Figure N°14	Poudre de Chlorure de fer(III).....	19
Figure N°15	Etapas de préparation de la bentonite.....	20
Figure N°16	Etapas de la préparation de jus de cactus.....	21
Figure N°17	Variation de la turbidité en fonction des concentrations de jus de cactus.....	35
Figure N°18	Variation de la turbidité en fonction de volume de jus de cactus.....	35
Figure N°19	Variation de la turbidité en fonction de la masse des coagulants chimiques.....	36
Figure N°20	Variation de la turbidité en fonction de coagulant naturel (bentonite).....	36
Figure N°21	Variation de la turbidité en fonction de la coagulation floculation avec $FeCl_3$ plus le jus de cactus.....	37
Figure N°22	Variation de la turbidité en fonction de la coagulation-floculation avec $Al_2(SO_4)_3$ plus le jus de cactus.....	37
Figure N°23	Variation de la turbidité en fonction de la coagulation-floculation avec la bentonite plus le jus de cactus.....	38



# **Annexes**

# ANNEXE

## Matériels de laboratoire

**Fiole jaugées**



**Béchers**



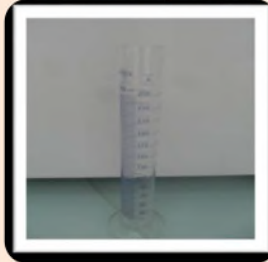
**Erlenmeyers**



**Entonnoirs**



**Eprouvette graduée**



**Incubateur DCO**



**Balance**



**Glacière**



**Dispositif filtration**



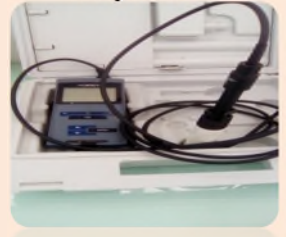
**Creuser**



**pH-mètre portatif**



**Oxymètre**



**Conductimètre**



**Turbidimètre**



**Spectrophotomètre**



**Incubateur DBO**



# ANNEXE

**Four a moufle**



**Plaque chauffante**



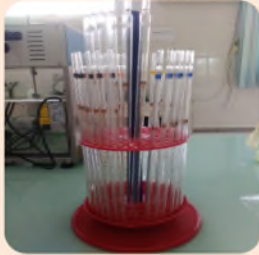
**Déminéralisateur**



**Centrifuge**



**Pipettes**



**Floculateur**



**Etuve**



**Dessiccateur**



**Micropipette**



# ANNEXE

---

## Quelques définitions

### pH

Le potentiel hydrogène ou pH d'une solution est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions hydrogènes : il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique<sup>(6)</sup>.

### Température

La température des milieux aquatiques varie selon les saisons, elle permet aussi de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température<sup>(31)</sup>.

### La conductivité

Mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes et permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau elle nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau<sup>(31)</sup>.

### L'oxygène dissout

Il représente la concentration en oxygène dissous qui est un paramètre essentiel pour le maintien de la vie. Cet élément joue un rôle principal dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse ; sa mesure exprime la quantité d'oxygène dissoute dans la solution aqueuse<sup>(31)</sup>.

### La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matière organique ...etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Son unité NTU (nephelometric turbidity unit)<sup>(31)</sup>.

### MES

Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Les matières organiques et les matières minérales. Toutes les MES ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration.

### La DBO

La demande biochimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique (végétale, animale, etc.), de même que la matière inorganique (sulfure, sels ferreux, etc. .) dans un échantillon aqueux. C'est un paramètre très utilisé dans le contrôle de la pollution organique provenant des effluents industriels et urbains<sup>(32)</sup>.

## ANNEXE

---

### La DCO

C'est la méthode standard de mesure indirecte de la quantité de pollution (qui ne peut être oxydée biologiquement) dans un échantillon d'eau. Plus la demande chimique en oxygène est élevée, plus la quantité de pollution (principalement inorganique) est élevée dans l'échantillon d'essai<sup>(12)</sup>. En fait, cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non<sup>(33)</sup>.

#### - Les matières azotées

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates ( $\text{NO}_3^{-2}$ ) et les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel<sup>(34)</sup>.

### Phosphore totale (pt)

Le phosphore total est la somme du phosphore organique et le phosphore minéral. En d'autres termes c'est l'ensemble du phosphore présent dans un échantillon sous forme de phosphates ou de composé organophosphorés.

La présence du phosphore dans les effluents industriels provient surtout des détergents, des engrais et de la décomposition de la matière organique<sup>(32)</sup>.

### Matière minérale

C'est les résidus sec après chauffage qui rouge : elles ne sont pas dangereuses.

### Matière organique

On distingue les substances ternaires, composées de carbone, oxygène, et d'hydrogène (sucres, graisses, etc...) qui sont facilement oxydables, et les substances quaternaires, qui comprennent en outre, l'azote, et éventuellement du fer, du soufre, du phosphore, etc, et sont en général plus réfractaires à l'oxydation.

### Jar-test

Le Jar-test est utilisé pour optimiser l'addition du coagulants et du floculant dans le domaine du traitement des eaux. Il consiste à remplir 4 béciers de 1l d'eau à traiter et à ajouter à chacun d'entre eux une dose croissante de coagulant et de floculant, pour atteindre les doses optimums nécessaires à l'obtention d'une eau plus claire possible. Le Jar-Test (P-selecta) que nous avons utilisé, comporte 4 hélices dont la vitesse de rotation peut varier entre 0 et 200 tours/min.

## ANNEXE

### Tableau des résultats des manipulations

-Effet de la concentration de jus de cactus le 05/05/2019

pH jus de cactus= 4,45

**Tableau** : paramètre physique d'eau brute

paramètre	Eau d'entrée	Eau de sortie
pH	7,19	7,01
T (°C)	18,1	18,5
CE (µS/cm)	1501	1122
O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,11
Turbidité (NTU)	188	1,02

**Tableau** : Effet de la concentration sur la turbidité

	concentre	Dilue 5%	Dilue 10%	Dilue 15%
	6 ml	6 ml	6 ml	6 ml
<b>20 min</b>	169 NTU	142 NTU	151 NTU	145 NTU
<b>60 min</b>	161NTU	135 NTU	137 NTU	139 NTU

**Un abattement de 28%**

**Tableau** : Effet de la concentration 5% de volume du jc sur la turbidité le 08/05/2019

Turbidité initial= 119 NTU

décantation	paramètre	2ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	pH	7,09	7,14	7,11	7,14	7,01
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
	T (°C)	19,3	19,3	19,4	19,4	18,9
	Turbidité (NTU)	93,3	93,3	92,6	90,8	97,2
<b>40 min</b>	pH	7,12	7,12	7,16	7,17	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,04	
	T (°C)	19,4	19,4	19,5	19,6	
	Turbidité (NTU)	87,6	87	86,2	86,7	95,5
<b>60 min</b>	pH	7,12	7,21	7,23	7,24	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,05	0,04	0,04	0,03	
	T (°C)	19,6	19,6	19,6	19,6	
	Turbidité (NTU)	78,4	79,1	84,5	<b>78,8</b>	86,4

**Un abattement de 33%**

## ANNEXE

**Tableau :** Effet de la concentration 10% et volume de jc (pH=4,32) le 08/05/2019

Turbidité initial = 113 NTU

décantation	paramètre	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,23	7,22	7,21	7,19	7,02
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
	<b>T (°C)</b>	19,5	19,4	19,4	19,3	18,9
	<b>Turbidité (NTU)</b>	90,2	86,9	86,9	86	89,4
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,25	7,22	7,18	7,17	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,04	0,04	0,03	
	<b>T (°C)</b>	19,6	19,5	19,6	19,6	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	83,3	84,5	83,9	84,1	85,2
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,18	7,21	7,2	7,2	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,04	0,04	0,03	0,03	
	<b>T (°C)</b>	19,8	19,8	19,7	19,8	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	74,9	75,5	<b>72,4</b>	74,1	76

**Un abattement de 35%**

**Tableau :** étude de la coagulation-floculation avec FeCl<sub>3</sub> le 08/05/2019

Turbidité initial= 90,9 NTU

décantation	paramètre	0,1g	0,2g	0,3g	0,4g	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	6,5	6,22	5,97	5,28	7,19
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,07	0,09	0,11	0,11	0,03
	<b>CE (µS/cm)</b>	1525	1582	1638	1737	1653
	<b>T (°C)</b>	20,2	19,9	19,9	19,9	19,6
	<b>Turbidité(NTU)</b>	6,59	10	7,7	22	58,2
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	6,34	6,07	5,85	5,2	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,06	0,08	0,11	0,12	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1527	1586	1626	1728	
	<b>T (°C)</b>	20,1	20	20	20	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	3,61	5,19	2,31	7,43	56,2
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	6,36	6,14	5,92	5,3	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,05	0,09	0,11	0,11	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1527	1592	1636	1734	
	<b>T (°C)</b>	20,1	20,1	20	20,1	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	3,17	2,34	<b>1,55</b>	4,31	55,3

**Un abattement de 98,29%**

**Tableau :** Etude de la coagulation-floculation avec la bentonite le 09/05/2019

## ANNEXE

Turbidité initial = 108 NTU

décantation	paramètre	2 g	3 g	4 g	5 g	Eau d'entrée
20 min	pH	7,09	7,16	7,18	7,19	7,16
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	CE (µS/cm)	1344	1352	1356	1361	1170
	T (°C)	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5
	Turbidité (NTU)	65,8	45,6	46,4	43,7	94,8
40 min	pH	7,15	7,19	7,2	7,21	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1343	1349	1354	1360	
	T (°C)	19,7	19,7	19,7	19,8	
	Turbidité(NTU)	53,1	40,4	36,3	34,9	88,8
60 min	pH	7	7,13	7,11	7,13	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,05	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1344	1348	1344	1359	
	T (°C)	19,9	19,9	19,9	20	
	Turbidité (NTU)	44,5	35,2	35,2	27	78,3

**Un abattement de 75%**

**Tableau :** Etude variation de volume de jus de cactus (pH = 4,40) et FeCl<sub>3</sub> le 09/05/2019

Turbidité initial=113 NTU

décantation	paramètre	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,11	5,72	5,63	5,69	7
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,1	0,09	0,11	0,02
	CE (µS/cm)	1525	1506	1516	1506	1331
	T (°C)	19,8	19,8	19,8	19,8	19,1
	Turbidité (NTU)	10,4	4,47	2,44	3,58	80,5
40 min	pH	5,71	5,68	5,6	5,7	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,11	0,1	0,11	
	CE (µS/cm)	1519	1508	1514	1505	
	T (°C)	20,1	20	20	20	
	Turbidité (NTU)	2,76	4,44	3,59	2,47	73,9
60 min	pH	5,56	5,72	5,64	5,68	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,09	0,09	0,11	0,11	
	CE (µS/cm)	1523	1502	1514	1494	
	T (°C)	20,2	20,2	20,2	20,2	
	Turbidité (NTU)	1,43	2,63	3,07	2,08	70,8

**Un abattement de 98,73%**

**Tableaux :** la coagulation-floculation par le jc en variant les vitesses et le temps d'agitation



## ANNEXE

**Agitation 60 Tours/min pendant 3 min 35 Tours/min pendant 25 min Le 09/05/2019**

Turbidité initial= 96,1NTU

Temps de décantation	paramètre	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,15	7,21	7,28	7,23	7,19
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,05	0,05	0,02
	<b>CE (µS/cm)</b>	1323	1325	1326	1324	1331
	<b>T (°C)</b>	19,8	19,8	19,8	19,9	19,1
	<b>Turbidité (NTU)</b>	88,3	87,8	89,6	89,2	87,6
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,15	7,21	7,25	7,27	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,05	0,05	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1321	1325	1326	1324	
	<b>T (°C)</b>	20,1	19,8	20	20	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	83,7	84,2	86,6	86,9	87,3
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,15	7,21	7,18	7,18	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,04	0,04	0,04	0,05	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1325	1325	1321	1324	
	<b>T (°C)</b>	20,2	20,1	20,1	20,2	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	<b>81,6</b>	83,1	84,2	85,9	86,8

Un abattement de 15,08%

**Agitation 60 tours/min pendant 3 min et 35 tours/min pendant 23 min le 09/05/2019**

Turbidité initial = 88,1 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,12	7,16	7,16	7,21	7,17
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02
	<b>CE (µS/cm)</b>	1320	1319	1322	1326	1323
	<b>T (°C)</b>	19,8	19,8	19,9	19,8	19,3
	<b>Turbidité(NTU)</b>	82	85,8	85,9	87	84,1
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,22	7,23	7,2	7,21	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,05	0,05	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1321	1320	1321	1325	
	<b>T (°C)</b>	19,9	20	20	20	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	80,4	82,4	82	83,7	83,7
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,2	7,19	7,21	7,2	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,04	0,05	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1322	1318	1320	1323	
	<b>T (°C)</b>	20	20,1	20,1	20,1	
	<b>Turbidité (NTU)</b>	<b>77,7</b>	79,8	81,6	79,1	78,5

Un abattement de 11,8%

**Agitation 60 Tours/min pendant 3 min et 35Tours/min pendant 15 min le 09/05/019**

## ANNEXE

Turbidité initial =111 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,22	7,24	7,26	7,25	7,31
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
	CE (µS/cm)	1378	1382	1381	1376	1378
	T (°C)	20,1	20,1	20,1	20,1	19,8
	Turbidité (NTU)	85,2	86	85,7	88,1	89,1
40 min	pH	7,3	7,28	7,26	7,27	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1381	1380	1370	1379	
	T (°C)	20,2	20,2	20,2	20,3	
	Turbidité (NTU)	75,3	78,8	80,2	78,6	83,6
60 min	pH	7,17	7,2	7,19	7,28	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,04	
	CE (µS/cm)	1380	1375	1383	1379	
	T (°C)	20,3	20,3	20,4	20,4	
	Turbidité (NTU)	<b>64,6</b>	69,3	69,1	68,8	72,3

Un abattement de 41,8%

**Agitation 60 tours/min pendant 3min et 30 tours/min pendant 25 min le 14/052019**

Turbidité initiale =230 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,14	7,16	7,17	7,16	7,12
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	CE (µS/cm)	1586	1585	1587	1584	1591
	T (°C)	19,8	19,8	19,8	19,6	19,4
	Turbidité(NTU)	97,8	98	96	96,4	146
40 min	pH	7,19	7,18	7,18	7,19	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE (µS/cm)	1587	1587	1587	1585	
	T (°C)	19,9	19,9	19,8	19,8	
	Turbidité(NTU)	93,3	92,6	91,1	93,1	132
60 min	pH	7,17	7,16	7,16	7,19	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE (µS/cm)	1582	1585	1582	1583	
	T (°C)	20	20	20	20	
	Turbidité(NTU)	89,9	89,5	<b>89,3</b>	92,7	123

Un abattement de 61,17%

**Agitation 60 tours/3min et 30 tours/min pendant 20 min le 14/05/2019**

## ANNEXE

Turbidité initial =202 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,22	7,14	7,17	7,17	7,13
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02
	CE (μS/cm)	1619	1617	1617	1610	1619
	T (°C)	19,9	19,9	19,9	19,9	19,6
	Turbidité(NTU)	113	119	117	124	158
40 min	pH	7,21	7,18	7,17	7,16	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,03	
	CE (μS/cm)	1616	1616	1610	1615	
	T (°C)	20,1	20,1	20,1	20	
	Turbidité(NTU)	107	111	107	114	142
60 min	pH	7,25	7,16	7,19	7,21	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,03	0,02	
	CE (μS/cm)	1615	1613	1614	1615	
	T (°C)	20,2	20,2	20,1	20,2	
	Turbidité(NTU)	105	109	<b>102</b>	110	130

**Un abattement de 49,5%**

**Agitation 60 tours /min pendant 3 min et 30 tour/min pendant 15 min Le 14/05/2019**

Turbidité initiale = 250 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,18	7,11	7,13	7,12	7,09
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
	CE (μS/cm)	1520	1520	1516	1515	1510
	T (°C)	19,9	19,9	19,9	19,9	19,4
	Turbidité(NTU)	72	77,6	70,6	69,1	124
40 min	pH	7,1	7,15	7,15	7,12	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,03	
	CE (μS/cm)	1512	1516	1513	1513	
	T (°C)	20	20	20	20	
	Turbidité(NTU)	68,4	66,6	64,6	64,8	104
60 min	pH	7,14	7,14	7,16	7,12	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (μS/cm)	1515	1510	1510	1511	
	T (°C)	20,1	20,1	20,1	20,2	
	Turbidité(NTU)	65,9	63,5	<b>62,8</b>	65,1	90,9

**Un abattement de 74,88%**

**Agitation 60 tours/min 3min et 20 tours/min pendant 20 min Le 14/05/2019**

## ANNEXE

Turbidité initial= 254 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,24	7,25	7,23	7,24	7,47
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
	CE (µS/cm)	1568	1570	1570	1567	1553
	T (°C)	20	20	20	19,9	20,1
	Turbidité(NTU)	102	95,9	99,7	105	191
40 min	pH	7,25	7,21	7,24	7,26	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1571	1563	1565	1571	
	T (°C)	20,1	20,6	20,1	20,1	
	Turbidité(NTU)	99,5	93,2	91,8	98	181
60 min	pH	7,22	7,21	7,22	7,2	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1568	1569	1564	1564	
	T (°C)	20,3	20,3	20,2	20,3	
	Turbidité(NTU)	97,8	<b>91,2</b>	91,4	97	170

Un abattement de 64,09%

**Agitation 60 tours/min pendant 3min et 20 tours/min pendant 15 min le 19/05/2019**

Turbidité initial= 174 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,02	7,05	7,17	7,1	7,1
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
	CE (µS/cm)	1675	1672	1674	1667	1681
	T (°C)	20,2	20,2	20,2	20,6	19,9
	Turbidité (NTU)	95,8	94,3	95,6	127	160
40 min	pH	7,12	7,13	7,12	7,23	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,03	0,03	
	CE(µS/cm)	1673	1671	1672	1671	
	T (°C)	20,2	20,3	20,2	20,3	
	Turbidité (NTU)	86,5	87,5	85,3	113	154
60 min	pH	7,1	7,17	7,16	7,23	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE(µS/cm)	1664	1668	1667	1666	
	T (°C)	20,4	20,4	20,4	20,4	
	Turbidité(NTU)	81,4	<b>80,6</b>	83,7	102	150

Un abattement de 53,68 %

**Agitation 40 tours/min pendant 3min et 30 tours/min pendant 25 min le 21/05/2019**

## ANNEXE

Turbidité initial= 96,2 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,15	7,16	7,17	7,17	7,22
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	CE (µS/cm)	1367	1363	1367	1368	1366
	T (°C)	20,4	20,3	20,3	20,3	20,2
	Turbidité (NTU)	85,8	75,4	76	72,8	85
40 min	pH	7,14	7,14	7,17	7,17	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1367	1367	1367	1366	
	T (°C)	20,4	20,4	20,4	20,4	
	Turbidité(NTU)	77,9	67,1	69,9	82,3	80,9
60 min	pH	7,2	7,2	7,18	7,19	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,02	0,03	
	CE (µS/cm)	1366	1367	1368	1368	
	T (°C)	20,5	20,4	20,4	20,6	
	Turbidité(NTU)	76,8	63,8	63,9	<b>60,3</b>	77,1

Un abattement de 37,31%

**Agitation 40 tours/min pendant 3 min et 30 tours/min pendant 20 min le 21/05/2019**

Turbidité initial= 79,2 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,14	7,16	7,16	7,16	7,17
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
	CE (µS/cm)	1368	1369	1369	1368	1367
	T (°C)	20,2	20,1	20,2	20,2	19,7
	Turbidité(NTU)	67,8	68,1	72	69,7	73,7
40 min	pH	7,17	7,16	7,17	7,19	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1368	1368	1368	1368	
	T (°C)	20,4	20,4	20,4	20,4	
	Turbidité (NTU)	66,8	64	63,5	62,6	70,6
60 min	pH	7,2	7,22	7,2	7,17	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,03	
	CE (µS/cm)	1367	1370	1369	1368	
	T (°C)	20,5	20,4	20,4	20,5	
	Turbidité(NTU)	<b>63,9</b>	58,4	56,4	56,2	65,3

Un abattement de 15,74%

**Agitation 40 tours/min pendant 3 min 30 tours/min pendant 15 min le 21/05/2019**

## ANNEXE

Turbidité initial =74,6 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,18	7,24	7,2	7,17	7,17
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,04	0,03	0,03	0,01
	CE (μS/cm)	1367	1368	1368	1368	1366
	T (°C)	20,4	20,3	20,3	20,4	19,9
	Turbidité (NTU)	57,8	59,9	59,4	60,2	68,7
40 min	pH	7,22	7,26	7,18	7,18	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (μS/cm)	1367	1367	1368	1369	
	T (°C)	20,4	20,4	20,4	20,4	
	Turbidité(NTU)	55,1	54,6	56	53,6	69,4
60 min	pH	7,23	7,21	7,21	7,18	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,03	
	CE (μS/cm)	1366	1368	1366	1368	
	T (°C)	20,6	20,6	20,6	20,6	
	Turbidité(NTU)	52,9	51,6	<b>50,5</b>	51,4	60,3

Un abattement de 32, 31%

**Agitation 40 tours/min pendant 3 min et 25 tours/min pendant 25 min le 29/05/2019**

Turbidité initial=103 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,36	7,31	7,3	7,26	7,38
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
	CE (μS/cm)	1369	1366	1367	1366	1362
	T (°C)	20,7	20,7	20,7	20,8	20,3
	Turbidité (NTU)	77,1	75,7	75,2	75	76,4
40 min	pH	7,32	7,3	7,26	7,27	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (μS/cm)	1366	1365	1365	1367	
	T (°C)	20,6	20,8	20,8	20,8	
	Turbidité (NTU)	67,1	64,7	66,5	64,3	67,1
60 min	pH	7,31	7,28	7,28	7,27	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,04	0,03	
	CE (μS/cm)	1365	1366	1365	1366	
	T (°C)	20,8	20,9	20,9	20,6	
	Turbidité (NTU)	59,6	55,3	54,2	<b>53</b>	57,2

Un abattement de 48,54%

**Agitation 40 Tours/ min pendant 3 mn et 25 Tours/mn pendant 20 min le 22/05/2019**

## ANNEXE

Turbidité initial= 180 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,96	7,01	7	7,04	6,98
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	CE (µS/cm)	1697	1699	1698	1696	1702
	T (°C)	20,7	20,7	20,7	20,8	20,3
	Turbidité(NTU)	137	119	128	125	175
40 min	pH	7,02	7,02	7,03	7,03	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,02	0,02	0,03	
	CE (µS/cm)	1695	1697	1695	1695	
	T (°C)	20,8	20,9	20,9	20,9	
	Turbidité(NTU)	118	112	113	121	169
60 min	pH	6,99	7,01	7,01	7,02	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE (µS/cm)	1689	1696	1698	1698	
	T (°C)	20,9	21	21	21	
	Turbidité(NTU)	119	113	<b>112</b>	117	156

Un abattement de 37,78%

Agitation 40 Tour/min pendant 3 min et 25 Tour/min pendant 15min le 22/05/2019

Turbidité initial=127 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,1	7,07	7,05	7,04	7,07
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	CE (µS/cm)	1527	1530	1523	1525	1536
	T (°C)	20,6	20,6	20,6	20,6	20,2
	Turbidité(NTU)	82,2	86,3	82,3	85,1	112
40 min	pH	6,99	7,04	7,02	7,04	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE(µS/cm)	1527	1526	1522	1526	
	T (°C)	20,8	20,7	20,8	20,8	
	Turbidité(NTU)	77,2	76,5	71,5	75,3	98
60 min	pH	7,1	7,06	7,06	7,06	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE (µS/cm)	1522	1525	1527	1525	
	T (°C)	20,9	20,8	20,9	20,9	
	Turbidité(NTU)	75	69,6	68,7	<b>67,5</b>	93,9

Un abattement de 46,85%

Agitation 40 Tours/min pendant 3 min et 20 Tour/min pendant 25 min Le 22/05/2019

## ANNEXE

Turbidité initial =100 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,14	7,09	7,12	7,12	7,09
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	<b>CE (µS/cm)</b>	1504	1503	1502	1500	1506
	<b>T (°C)</b>	20,7	20,7	20,8	20,8	20,4
	<b>Turbidité(NTU)</b>	70,8	70,5	67,5	72,8	86,2
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,13	7,09	7,03	7,12	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	
	<b>CE(µS/cm)</b>	1495	1500	1499	1499	
	<b>T (°C)</b>	21	20,9	21	21	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	65,5	63,1	62,5	65,6	83
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,07	7,07	7,06	7,06	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1494	1496	1502	1498	
	<b>T (°C)</b>	21,1	21,1	21,1	21,1	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	61,1	62,7	<b>59,5</b>	61	79,6

**Un abattement de 40,5%**

**Agitation 40 Tours/min pendant 3 min et 20 Tours/min pendant 20 min le 23/05/2019**

Turbidité initial =158 NTU

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
<b>20 min</b>	<b>pH</b>	7,1	7,12	7,09	7,09	6,99
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
	<b>CE (µS/cm)</b>	1645	1648	1646	1645	1654
	<b>T (°C)</b>	21,2	21	21	21	20,7
	<b>Turbidité(NTU)</b>	115	111	109	114	127
<b>40 min</b>	<b>pH</b>	7,1	7,07	7,04	7,05	---
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,03	0,03	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1647	1641	1640	1642	
	<b>T (°C)</b>	21,2	21,2	21,1	21,1	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	102	99,9	99,1	101	83
<b>60 min</b>	<b>pH</b>	7,07	7,03	7,03	7,01	
	<b>O<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,03	0,03	
	<b>CE (µS/cm)</b>	1645	1644	1643	1640	
	<b>T (°C)</b>	21,3	21,2	21,3	21,3	
	<b>Turbidité(NTU)</b>	97,6	85,2	<b>83,1</b>	83,4	109

**Un abattement de 74,9%**

**Agitation 40 Tours/min pendant 3min et 20 Tours/min pendant 15min le 23/05/2019**

Turbidité initial= 171 NTU



## ANNEXE

Temps de décantation	paramètres	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	7,06	7,09	7,09	7,07	7,08
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
	CE (µS/cm)	1656	1657	1655	1652	1658
	T (°C)	20,9	20,9	20,9	20,9	21,6
	Turbidité(NTU)	114	117	119	119	136
40 min	pH	7,01	7,03	7,01	7,02	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1649	1657	1648	1657	
	T (°C)	21,1	21,1	21,1	21,1	
	Turbidité(NTU)	106	104	106	105	128
60 min	pH	7,03	7,02	7,02	7,01	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1652	1654	1651	1649	
	T (°C)	21,2	21,2	21,2	21,3	
	Turbidité(NTU)	98,9	<b>94,2</b>	95,4	95,7	122

Un abattement de **44,91%**

### Essaie de coagulation-floculation avec Sulfate d'Aluminium

**Agitation 150Tour/min pendant 10 min et 60 Tour /min pendant 15min le 08/05/2019**

Turbidité initial=108 NTU

Temps de décantation	paramètres	0,1 g	0,2 g	0,3 g	0,4 g	Eau d'entrée
20 min	pH	6,71	6,52	6,35	6,18	7
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	CE (µS/cm)	1645	1653	1661	1668	1634
	T (°C)	21,2	21,2	21,2	21,2	20,9
	Turbidité(NTU)	29,9	26,8	22	32,4	87,9
40 min	pH	6,72	6,52	6,31	6,14	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	
	CE (µS/cm)	1643	1659	1661	1667	
	T (°C)	21,3	21,3	21,3	21,3	
	Turbidité(NTU)	29,1	25,6	24,9	28,3	85,6
60 min	pH	6,75	6,54	6,35	6,19	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	
	CE (µS/cm)	1644	1649	1660	1671	
	T (°C)	21,5	21,5	21,5	21,5	
	Turbidité(NTU)	28	24	<b>23,9</b>	26,9	78,1

Un abattement de **77,87%**

**Mélange 5g de bentonite agité 180 Tours/min pendant 3min et jus de cactus agité 60 Tours/min pendant 2min et 30 Tours/min pendant 15 min le 25/05/2019**

Turbidité initial =142 NTU

## ANNEXE

décantation	paramètre	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,77	6,8	6,83	6,86	6,53
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	0,03
	CE (µS/cm)	807	789	800	812	785
	T (°C)	20,6	20,6	20,6	20,7	20,2
	Turbidité(NTU)	26,7	14,9	15,4	20,8	103
40 min	pH	6,84	6,82	6,85	6,9	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	
	CE (µS/cm)	809	790	801	812	
	T (°C)	20,9	20,8	20,8	20,9	
	Turbidité(NTU)	20,2	12,1	12,1	15,1	98,6
60 min	pH	6,9	6,87	6,88	6,88	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,07	0,08	0,08	0,08	
	CE (µS/cm)	809	789	799	810	
	T (°C)	21,1	21,1	21,1	21,1	
	Turbidité(NTU)	17,4	10,5	<b>10,1</b>	12,3	88,7

Un abattement de 92,82%

**Jus de cactus 60Tours/min pendant 2min et bentonite 5g agité 60 Tours/min pendant 1min et 30Tours/min pendant 15 min le 25/05/2019**

Turbidité initial= 136 NTU

Temps de décantation	paramètre	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,83	6,81	6,82	6,82	6,77
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	CE (µS/cm)	791	785	786	790	779
	T (°C)	20,9	20,8	20,8	20,8	20,1
	Turbidité(NTU)	68,6	53,1	70,4	65,1	112
40 min	pH	6,8	6,79	6,81	6,81	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,06	0,06	0,06	0,04	
	CE (µS/cm)	793	786	786	791	
	T (°C)	21,2	21,1	21,1	21,1	
	Turbidité(NTU)	56,8	47,1	69,2	45,2	90,9
60 min	pH	6,8	6,8	6,81	6,84	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,06	0,06	0,06	0,06	
	CE (µS/cm)	794	787	787	793	
	T (°C)	21,4	21,3	21,3	21,3	
	Turbidité(NTU)	53	<b>42,8</b>	62,3	42,9	82,2

Un abattement de 68,53%

**Bentonite agité 180Tours/min pendant 3min et jus de cactus agité 60Tours/min pendant 15min le 25/05/2019**

Turbidité initial=114 NTU

## ANNEXE

décantation	paramètre	2 ml	4ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,96	6,9	6,86	6,84	6,83
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
	CE (µS/cm)	813	814	812	801	780
	T (°C)	21,3	21,2	21,2	21,3	20,8
	Turbidité (NTU)	37,4	36,4	34,6	43,3	77,3
40 min	pH	7	6,94	6,89	6,86	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,03	0,03	0,04	
	CE (µS/cm)	815	814	812	802	
	T (°C)	21,2	21,3	21,3	21,5	
	Turbidité (NTU)	33,8	30,6	29	34,1	70,2
60 min	pH	7,07	6,94	6,9	6,85	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,06	0,03	0,03	0,05	
	CE (µS/cm)	815	814	812	800	
	T (°C)	21,5	21,5	21,5	21,6	
	Turbidité (NTU)	30,7	30	28,7	31	64,8

Un abattement de 74,82%

**Sulfate d'Aluminium agité 150Tours/min pendant 2min et jus de cactus 60Tours/min pendant 3min et 30Tours/min pendant 15 min le 25/05/2019**

Turbidité initial=162 NTU

décantation	paramètre	2 ml	4ml	6 ml	8 ml	Eau d'entrée
20 min	pH	6,05	6,04	6,02	6,03	7,06
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04
	CE(µS/cm)	1255	1257	1256	1260	1213
	T (°C)	21	20,8	20,9	20,9	20,1
	Turbidité(NTU)	6,52	10,1	8,26	9,21	137
40 min	pH	6,21	6,04	6,08	6,08	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,1	0,11	0,11	
	CE(µS/cm)	1256	1255	1257	1260	
	T (°C)	21,2	21,1	21,1	21,2	
	Turbidité(NTU)	7,79	8,47	9,17	10,2	118
60 min	pH	6,19	6,13	6,12	6,11	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	0,11	0,11	0,11	0,11	
	CE(µS/cm)	1255	1257	1259	1262	
	T (°C)	21,3	21,3	21,3	21,3	
	Turbidité (NTU)	8,78	9,49	10,1	9,68	115

Un abattement de 94,58%

**Les essais pris pour la microbiologie**

	<b>Turbidité (NTU)</b>
--	------------------------

## ANNEXE

<b>Bentonite et jus de cactus</b>	14,4
<b>Al<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> et Jus de cactus</b>	10,1
<b>FeCl<sub>3</sub> et jus de cactus</b>	11,4
<b>Eau épurée par la station</b>	1,44

### Les résultats obtenus des analyses microbiologiques

	<b>Sulfate d'Aluminium</b>	<b>Chlorure de fer(III)</b>	<b>Bentonite</b>	<b>Eau épurée de la station</b>
<b>Col Totaux</b>	70*10 <sup>2</sup> germe/ml	700*10 <sup>2</sup> germe/ml	1100*10 <sup>2</sup> germe/ml	1100*10 <sup>2</sup> germe/ml
<b>Col fécaux</b>	70*10 <sup>2</sup> germe/ml	130*10 <sup>2</sup> germe/ml	1100*10 <sup>2</sup> germe/ml	2 5 *10 <sup>2</sup> germe/ml
<b>Strept totaux</b>	5 germe/ml	25 germe/ml	7000*10 <sup>2</sup> germe/ml	20*10 <sup>2</sup> germe/ml
<b>Strep fécaux</b>	5 germe/ml	6 germe /ml	700*10 <sup>2</sup> germe/ml	20*10 <sup>2</sup> germe/ml
<b>Clos sk</b>	absence	absence	<100 SPORE/ml	1 spore /ml
<b>salmonelle</b>	Absence /200 ml	Absence/200 ml	Absence/200 ml	Absence/200 ml

### Evaluation de paramètre de pollution pour l'essai jus de cactus et la bentonite

	<b>Eau brute</b>	<b>Eau épurée de la station</b>	<b>Bentonite et jus de cactus</b>
<b>pH</b>	6,98	7,02	7,26
<b>Oxygène dissout (mg/ml)</b>	0,01	0,11	0,05
<b>Conductivité (µS/cm)</b>	1325	1297	1388
<b>Température (°C)</b>	22, 3	22,9	23,5
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	0,1	0,044	0,1
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</b>	<30	1	<30
<b>Pt (mg/l)</b>	<2,46	1,41	2,33
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/l)</b>	7,6	2,2	6,8
<b>DCO (mg/l)</b>	218	9	188
<b>MES (mg/l)</b>	180	5	20
<b>DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b>	200	9	44

## ANNEXE

---

### Evaluation de paramètre de pollution pour l'essai jus de cactus et le Sulfate d'Aluminium

	<b>Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> et jus de cactus</b>
<b>pH</b>	6,8
<b>Conductivité (µs/cm)</b>	1494
<b>Oxygène dissout (mg/l)</b>	24,1
<b>Température (°C)</b>	0,2
<b>MES (mg/l)</b>	10
<b>DCO (mg/l)</b>	48
<b>DBO (mg/l)</b>	21

# Table des matières

Remerciement.....	i
Dédicaces .....	ii
Sommaire .....	iii
Listes des abréviations et symboles .....	iv
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I: partie bibliographique</b>	
<b>Section 1 : Présentation de la station d'épuration des eaux usées de la Daïra de Souk El Tenine</b> .....	<b>3</b>
I.1.1. Historique de la STEP de Souk El Tenine .....	3
I.1.2. Situation géographique de la STEP de Souk El Tenine.....	3
I.1.3.Caractéristique de la STEP de Souk El Tenine.....	4
I.1.4. Les procédés de traitement des eaux usées de la STE de souk-el Tenine.....	6
I.1.4.1. Les prétraitements physiques .....	6
I.1.4.1.1. Dégrillage.....	6
I.1.4.1.2. Le dessablage déshuilage.....	6
I.1.4.2. Traitement secondaire (Bassin Biologique).....	7
I.1.4.3. Décanteur secondaire (clarificateur) .....	7
I.1.4.4. Pompe de recirculation .....	7
I.1.4.5. Epaisseur.....	8
I.1.4.6. Bloc de déshydratation mécanique des boues.....	8
I.1.4.7. Principe de l'épuration biologique.....	8
I.1.4.8. Le laboratoire d'analyses de la STEP de Souk El Tenine .....	9
I.1.4.9. La salle de contrôle de la STEP .....	9
<b>Section 2 : généralités sur les eaux usées</b> .....	<b>10</b>
I.2.1. Origine Des Eaux Usées .....	10

I.2.1. Les Eaux Domestiques.....	10
I.2.1.2. Les eaux industrielles.....	10
I.2.1.3. Les eaux de ruissellements urbains.....	10
I.2.1.4. Les eaux agricoles.....	11
I.2.2. Les caractéristiques des eaux usées .....	11
I.2.2.1. Les paramètres organoleptiques.....	11
I.2.2.2. Les paramètres physiques des eaux usées.....	11
I.2.2.3. Les Paramètres Chimiques Des Eaux Usées.....	11
I.2.2.4. Les paramètres biologiques des eaux usées .....	11
1.2.3. Estimation et composition des rejets.....	11
I.2.4. Les effets Des Rejets Des Eaux Usées.....	12
I.2.5. Intérêt du traitement des eaux usées .....	12
I.2.6. Les différents types de traitement des Eaux Usées.....	12
I.2.6.1. Le Traitement Par Lagunage.....	12
I.2.6.2. Adsorption.....	12
I.2.6.3. Dégradation biologique.....	13
I.2.6.4. Oxydation par voie physicochimique .....	13
I.2.6.5. L'ozonation .....	13
I.2.6.6. Epuration par le sol .....	13
I.2.6.7. Les boues activées.....	14
I.2.6.8. Les disques biologiques .....	14
I.2.6.9. Le filtre planté de roseaux.....	14
I.2.6.10. Les lits bactériens.....	14
I.2.6.11. Traitement par Coagulation floculation.....	15
I.2.7. L'importance de l'eau dans l'économie.....	15
I.2.7.1. Les normes de L'OMS .....	16
I.2.7.2. Les normes Algérienne .....	16

I.2.7.3. Les normes microbiologique des eaux usées .....	17
--	----

## **Chapitre II: méthodes et matériels**

II.1. Définition des coagulants et du flocculant .....	19
II.1.1. Sulfate d'aluminium .....	19
II.1.2. Chlorure de Fer.....	19
II.1.3. La bentonite .....	19
II.1.3.1. Caractéristiques physico-chimiques de la bentonite naturelle :.....	20
II.1.3.2. Préparation de la bentonite .....	20
II.1.4. Cactus .....	20
II.1.4.1. La Composition chimique de jus de cactus .....	21
II.1.4.2. Préparation de bio- flocculant (jus de cactus) .....	21
II.2. Protocole expérimental .....	22
II.2.1. Essais avec les coagulants .....	22
II.2.2. essais avec le bio- flocculant .....	25
II.2.3. Essais de la coagulation- floculation .....	26
II.3. Méthodes d'analyses.....	28
II.3.1. analyse physique.....	28
II.3.2. Traitement chimique.....	30
II.4. Les analyses bactériologiques .....	33
II.4.1. les coliformes totaux.....	33
II.4.2. les coliformes fécaux :.....	33
II.4.3. Les streptocoques .....	33
II.4.3. les Clostridium .....	34
II.4.4. les salmonelles.....	34

## **Chapitre III: discussion des resultats**

III-1 Effet de la concentration de jus de cactus .....	35
III-2 Influence de la vitesse d'agitation sur la turbidité .....	35



III.3. Etude de l'influence des coagulants sur la turbidité.....	36
-essai avec les coagulant $\text{FeCl}_3$ et $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .....	36
-Essai de coagulation-floculation utilisant la bentonite .....	36
III.4. Etude de mélange coagulant-floculant .....	37
Conclusion générale : .....	40
Bibliographie.....	xl
Listes des tableaux et figures .....	xlii
Annexes.....	xliii
Table des matières	
Résumé	

## Résumé

Le cactus une plante à fort pouvoir d'épuration des eaux en générale.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés dans le cadre d'un projet de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Chimie analytique, d'étudier la performance de flocculant naturel biodégradable le jus de cactus ficus-indica, dans le même objectif, nous avons étudié aussi autres coagulants chimiques chlorure de fer et sulfate d'aluminium et coagulant naturel qui est la bentonite dans le traitement des eaux usées de la STEP de Souk El Tenine par coagulation-floculation «jar-test».

Ce bio-flocculant et ces coagulants chimiques nous ont permis de réduire la turbidité de ces rejets liquides et d'aboutir à un rendement satisfaisant.

Cette étude s'inscrit dans une optique du développement durable et de protection des milieux naturels récepteurs.

Tous les aspects de ce procédé de traitement seront étudiés dans le cadre de ce mémoire.

**Mots-clés :** Traitement, Eau usée, turbidité, bio flocculant, coagulation-floculation, STEP.

### summary

The cactus a plant to strong to can purification of waters in general.

In this context, we were interested in the setting of a project of survey end in view of the obtaining of the Diploma of Master in analytic Chemistry, to study the performance of biodegradable natural flocculant the juice of cactus ficus-indica, in the same objective, we studied as other coagulants chemical chloride of iron and sulphate of aluminum and coagulant natural that is the bentonite in the treatment of waters used of the STEP of Souk El Tenine by coagulation "jar-test flocculation".

This bio-flocculant and these chemical coagulants allowed us to reduce the turbidity of these liquid dismissals and to succeed to a satisfactory output.

This survey appeared in an optics of the lasting and protective development of the receiving natural habitat.

All aspects of this treatment process will be studied in the setting of this memory.

**Keywords:** Treatment, worn-out Water, turbidity, bio flocculant, coagulation-floculation, STEP.