REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie des matériaux

Thème

ELIMINATION DES POLLUANT PAR DES BIOMATERAUX

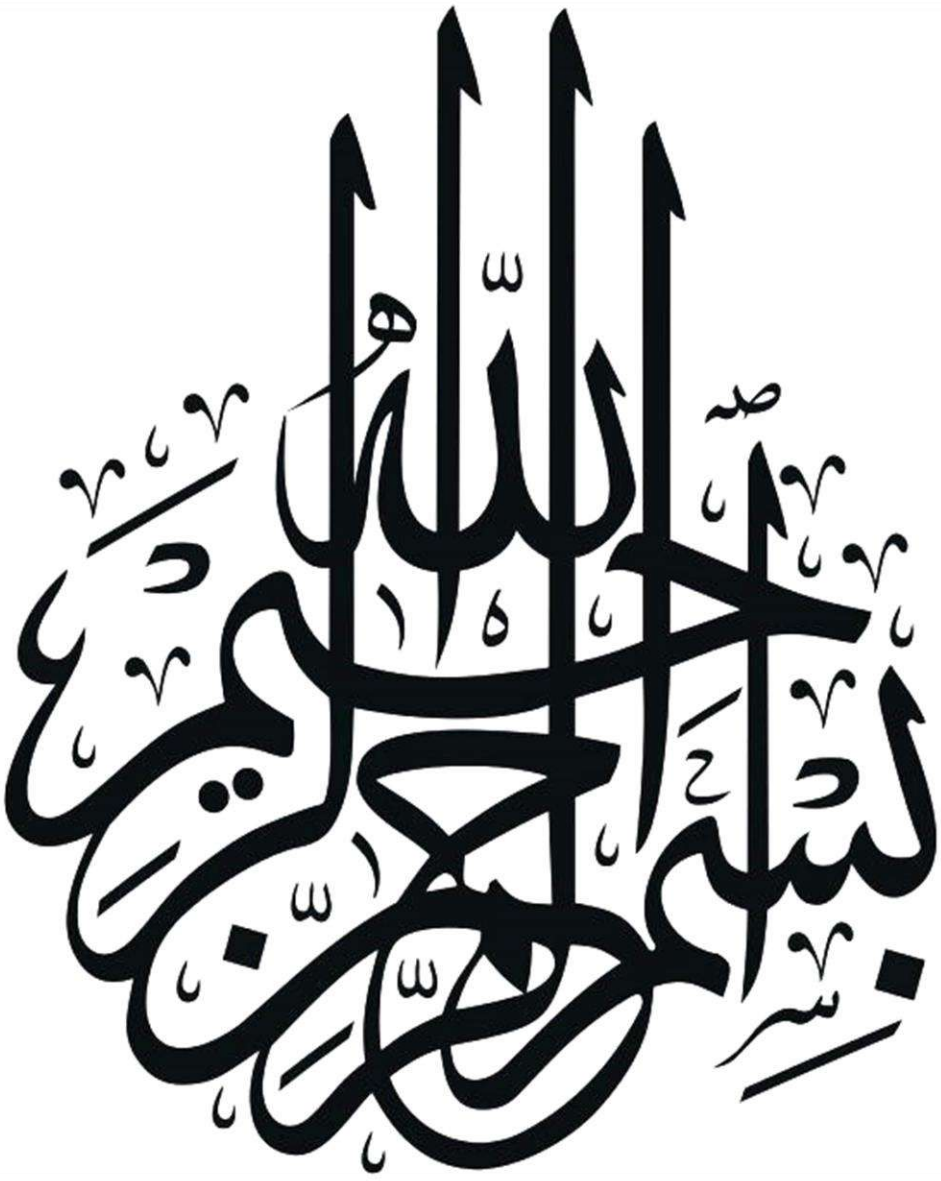
Présenté par :

- HADJIRI Roumaissa
- GUELLAMAT Malek

Proposé et Dirigé par :

- Dr. FERHAT Samira

Promotion juillet 2021


بسم الله الرحمن الرحيم

REMERCIEMENT

Tout d'abord nous tiendrons à remercier ***Allah*** *le tout puissant, pour nous avoir donné la force, la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

Nous voudrions dans un premier temps remercier, notre promotrice de mémoire ***Dr Ferhat Samira*** *pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.*

Nos remerciements vont particulièrement au président et membres de jury qui nous font l'honneur de juger ce travail.

Nous tenons à témoigner toute mos reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire et pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci :

Le directeur et les ingénieurs de laboratoire du hall technologie de L'université YAHIA Fares – Médéa.

Madame ***Mihoubi*** *qui nous a beaucoup aidés en tant qu'élément de l'****ONA (Office National De L'Assainissement Médéa****), elle a partagé ses connaissances et ses expériences.*

*Ainsi tous les travailleurs de l'****ADE (L'algérienne des eaux)*** *Médéa, qui nos ont accueillies au sein de leur laboratoire, où ce travail a été effectué, nous ont avoir facilité nos travaux et mettre à notre disposition les moyens nécessaires.*

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'université YAHIA Fares – Médéa et tous les enseignants de la faculté de technologie et surtout les enseignants du département de Génie des Procédés et Environnement.

En fin, nous tiens à remercier notre parent pour leur soutien constant et leurs encouragements, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- *A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour*

Dont ils ne cessent de me combler.

*Que **Dieu** leur procure bonne santé et longue vie.*

*A la mémoire de ma cher grande mère **Maameri Baya***

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet et ces dernières années

*Mon fiancé **Masso.S** la joie de ma vie et bien sûr A mes très chères sœurs : **Nadia, Sirine, Ikram** et Mon seul frère : **Islam**.*

Sans oublié ma deuxième famille que j'aime.

Mader et pedar jan, Lisa, Ela, Sana, Mustafa, Melad, Faisal.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui

m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude.

Sarah, Roumaissa, Aicha, Zahra, Ahlem, Yasmine et Roufaida

Roumaissa

Dédicace

Je remercie tout d'abord mon dieu le tout puissant qui m'a donné la volonté, la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

- *Je dédié ce modeste travail pour ma raison de vivre et c'est bien Ma famille*
- *Je commence par mon grand-père* ***AHMED*** *l'amour de ma vie et je le remercie pour son sacrifices, son soutien et pour son amour qu'il m'a donné* ***الله يرحمه***
- *A ma grande mère, L'oxygène de ma vie* ***ALIA*** *que Dieu lui accorde longue vie*
- *À ma chère maman, my queen* ***fatima***

Pour son patience, son amour, son soutien et ses encouragements.

- *Et bien sur mon beau père* ***BOUZID***
- *À mon cher frère et mon bras :* ***Mounir*** *pour ses encouragements incessants et son soutien moral aux moments difficiles qui furent pour moi les meilleurs gages de réussite*
- *et ma belle-sœur :la plus belle* ***Ahlem*** *et à son fils et le rois* ***Ahmed***
- *À ma chère sœur la rose de ma vie :* ***Fatima Elzahra*** *pour son amour et son soutien pour moi toujours*
- *Et à son mari la joie de sa vie* ***Jeremi*** *et à leur fille la reine* ***Dina***
- *Je dédié encore une fois pour mes diamants mon plus beaux cadeaux dans ma vie c'est mon frère :* ***HAROUN*** *et Mes sœusr* ***Nour elhouda,Allaa,Salsabil***
- *Ainsi mon binôme* ***Roumaissa***
- *Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

malak

Résumé :

Le cactus, une plante abondante et xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau et ne présente aucun danger à la santé humaine et offre diverses options pour le traitement de l'eau usée (coagulant/floculant). La présente étude consiste à utiliser un nouveau floculant naturel biodégradable à base de jus de cactus dans un procédé physico-chimique (coagulation-floculation). Pour tester l'efficacité de ce bio-Floculant ,des essais ont été réalisés sur des échantillons des eaux usées d'unité ONA Médéa en les mélangeant avec le jus de deux différent types de cactus l'optunia ficus indica et le Saugoro. Des analyses physico –chimique ont été effectué pour les eaux usée (brute) et (traitée). Les résultats ont montré efficacité d'élimination des polluants très élevée et prometteuse. En général, le cactus a réduit considérablement de nombreux paramètres de l'eau utilisée OFI (DCO 62%, DBO5 90%, turbidtè 86%) et SG (DCO 42%, DBO5 70%, turbidtè 83%) le cactus peut être un matériau utile pour le traitement de l'eau usée, ce qui le rend approprié pour les régions du monde, où le cactus est disponible.

Les mots clés : Cactus, L'eau usée, Traitement des eaux, Coagulant, Floculant, Sagauro,

Opuntia ficus indica.

Abstract:

The cactus, an abundant and xenrophytic succulent plant capable of storing a large quantity of water and presents no danger to human health and offers various options for the treatment of wastewater (coagulant/flocculant). the present study involves the use of a new biodegradable natural agent based on cactus juice in a physico-chemical process (coagulation-flocculation). To test the effectiveness of this bio-flocculant, tests were carried out on samples of wastewater from the ONA Médéa unit by mixing them with the juice of two different types of cactus, optunia ficus indica and Sagauro. Physico-chemical analyses were performed for wastewater (raw) and (treated). The results showed very high and promising pollutant removal efficiency. In general, the cactus has significantly reduced many parameters of water used OFI (DCO 62%, DBO5 90%, turbidtè 83%) and SG (DCO 42%, DBO5 70%, turbidtè 80%) the cactus can be a useful material for the treatment of waste water, making it suitable for regions of the world, where the cactus is available.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières:

Remerciement

Dédicace

Résumé

Listes Des Tableaux

Listes Des Figures

Liste des symboles et des abréviations

INTRODUCTION GÉNÉRALE…….. 01

CHAPITRE I: LES DIFFERENTS TYPES D'EAUX USEES

I.1. Les différents types d'eaux usées……... 04

I.1.1. Les eaux usées domestiques…… 04

I.1.2. Les eaux usées industrielles……..... 04

I.1.3. Les eaux pluviales……... 04

I.2. Caractéristiques des eaux usées……. 05

I. 2.1. Paramètres Physiques……. 05

I. 2.2. Paramètres chimiques……. 05

I. 3. Les impuretés dans l'eau……... 07

I. 3.1. Les matières en suspensions ou MES…… 07

I. 3.2. Les colloïdes…… 08

I. 4. Description d'une station d'épuration des eaux usées…… 08

I. 4.1. Définition d'une station d'épuration des eaux usées…… 09

I. 4.2. Objectifs principaux d'une station d'épuration……... 09

TABLE DES MATIÈRES

I. 5. Traitement des eaux usées…….. 09

I. 5.1 Prétraitement…… 09

I.5.1.1. Dégrillage et tamisage…… **10**

I.5.1.2. Dessablage…….. **10**

I.5.1.3 Dégraissage…….. **11**

I.5.2. Traitement primaire……. 11

I.5.2.1. Décantation naturelle…… **11**

I.5.2.2. Décantation physico-chimique…… ***11***

I.5.3. Traitement secondaire……. 12

I.5.4. Traitement tertiaire……. 12

I.6. Clarification par coagulation floculation……... 12

I. 7. Utilisation de cactus dans le traitement des eaux…… 15

I.8.Cactées…….. 17

I.9. Origine et diffusion…….. 18

I.10. Classification…….. 20

I.10.1. Les variétés de cactus classées par formes……..... 20

I.10.1.1. Les cactus cierge et candélabre……..... **20**

I.10.1.2. Le cactus sphérique……... **20**

I.10.1.3. Le cactus raquette…….. **20**

I.10.1.4. Le cactus plat…… **20**

I.10.1.5. Le cactus grimpant…… **20**

I.10.1.6. Les cactus buissonnants…… **20**

I.10.2. Les variétés de cactus classées par familles……..... 20

I.10.2.1. Les Opuntioïdées……..…… **20**

TABLE DES MATIÈRES

I.10.2.2. Les Péreskioïdées…….. 21

I.10.2.3. Les Cactoïdées……. 21

I.11. Carnegiea gigantea (Saguaro)…….. 21

I.11.1. Habitat et culture…… 21

I.11.2. Description morphologique…… 21

I.12. Opuntia ficus indica……... 24

I.12.1. Description morphologique……... 24

I.12.2. Habitat et culture…… 25

I.12.3. Exigences écologiques…… 26

I.12.4. l'importance d'Opuntia ficus indica……..... 26

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES

II. Matériels et méthodes……... 29

Introduction…….. 29

II.1. Matériel et Produits utilizes…….. 29

II. 2. Matériel végétal : Cactus…….. 31

II.3. Le prélèvement d'eau……. 33

II.4 Préparation des échantillons…….. 33

II.5. Détermination des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées…… 34

II.5.1. Mesure de PH et Température…….. 34

II.5.2. Détermination de la turbidité…… 35

II.5.3. La DCO…… 36

II.5.4. La DBO 5……. 38

II.6. Suivi physico-chimique des eaux usées……. 41

TABLE DES MATIÈRES

II.6.1. Résultats d'analyses de l'eau brut……. 41

II.6.2. Résultats d'analyses de l'eau traitée (l'eau brut + bioflucant)…… 42

II.6.2.1.DCO…… 42

II.6.2.2. DBO5……. 43

Conclusion……... 50

CONCLUSION GÉNÉRAL…….. 52

Référence……... 54

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Listes Des Tableaux :

Tableau I.1	classes de turbidité usuelles (NTU)……	05
Tableau I.2	classification des eaux d'après leur pH …….	06
Tableau I.3	Echelle de valeurs de DBO5 ……..	07
Tableau I.4	Les utilisations du figuier de Barbarie ……...	27
Tableau II.5	Matériel utilizes……...	30
Tableau II.6	les produits utilizes……..	30
Tableau II.7	Propriétés physico-chimiques de cactus…….	32
Tableau II.8	Valeur DBO, Volume, Facteur ……..	39
Tableau II.9	Caractérisation de l'échantillon de l'eau brut …….	41
Tableau II.10	influence de cactus sur la DCO……..	43
Tableau II.11	influence de cactus sur la DBO5……	43
Tableau II.12	Les valeurs de DBO5……..	44
Tableau II.13	les résultats avant et après traitement…….	45

LISTE DES FIGURES

Listes Des Figures:

(Figure I.1)	Le fonctionnement de station d'éruption……..	08
(Figure I.2)	Les étapes du pré-traitement……	10
(Figure I.3)	Dégrilleur en entrée de station d'épuration……...	10
(Figure I.4)	Déshuilage par écumage des graisses……...	11
(Figure I.5)	Différents types de Cactus……	18
(Figure I.6)	Le cactus Saguaro……	22
(Figure I.7)	Cactus Saguaro en fleurs……...	23
(Figure I.8)	Coupe transversale du fruit Saguaro…….	23
(Figure I.9)	Opuntia ficus indica …….	25
(Figure II.10)	Agitation de jus de cactus ……	32
(Figure II.11)	Filtration de jus de cactus……..	32
(Figure II.12)	L'eau brut et Bioflucant……	33
(Figure II.13)	agitation de mélange…….	34
(Figure II.14)	photo originale du PH-mètre…….	35
(Figure II.15)	Schématisation du principe d'un turbidimètre……...	35
(Figure II.16)	Le turbidtèmère ……	36
(Figure II.17)	Photo originale DBO mètre ……..	40
(Figure II.18)	Variations de la DCO de l'eau brute et traitée (OFI)…	45
(Figure II.19)	Variations de la DCO de l'eau brute et traitée (SG)….	46
(Figure II.20)	variations de la DBO5 de l'eau brute et traitée (OFI)...	46
(Figure II.21)	variations de la DBO5 de l'eau brute et traitée (SG)…	47

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

Liste des symboles et des abréviations

Symboles	désignation	Unité
DBO5	Demande biologique en oxygéne à 5 jours	mg.L-1
DCO	Demande chimiqu en oxygéne	
MES	Matière en suspension	g.L-1
MO	Matière organique	g.L-1
NTU	Unité néphélométriques	
OFI	Optunia ficus indica	
ONA	Office national d'assainissement	
PH	Potentiel d'Hydrogène	
SG	Sagauro	
STEP	Station d'épuration	
T	Température	C°
V	Volume	ml

Introduction générale

Différentes méthodes sont utilisées pour traiter les eaux usées de diverses origines. Chaque méthode est choisie en fonction des caractéristiques des eaux usées et des objectifs de traitement.

Selon leur origine, les eaux usées contiennent un mélange complexe de polluants organiques et inorganiques. Rejetées dans l'environnement sans traitement, les eaux usées entraînent la dégradation de l'écosystème et la création de risques potentiels pour la santé. Une séquence complète de traitement des eaux usées peut consister en la combinaison de plusieurs éléments physiques (technologies membranaires, adsorption, échange d'ions, etc.), chimiques (Coagulation, oxydation chimique, traitements électrochimiques, etc.) et biologiques (biofiltre, réacteur, séquentiel, séquentiel… etc.).

Malgré leur disponibilité pour éliminer divers polluants des eaux usées, ces méthodes présentent certains inconvénients. Par exemple, bien que les avantages offerts par le processus de coagulation-floculation (faible sensibilité aux charges toxiques et à des quantités plus élevées de matières organiques, l'opération facile, les économies d'énergie, etc.), les produits chimiques utilisés (sels d'aluminium, les acrylamides) restent dans l'eau traitée et peuvent entraîner des problèmes de santé (neurotoxicité et cancer, génotoxicité) (Mallevialle, 1984 ; dearfield, 1988).

De plus, les produits chimiques ajoutés pour le traitement des eaux usées peuvent réagir ensemble et produire de nouveaux produits ayant des effets inconnus sur la santé (Özacar, 2003). En général, selon le procédé utilisé et les eaux usées traitées, la technologie peut s'avéreer économiquement impossible et non écologique en raison de l'impact négatif de ses effluents secondaires sur l'environnement. Dans ce contexte, une approche renouvelable impliquant l'application de biomatériaux dans l'élimination des polluants des eaux usées peut offrir une solution prometteuse. Divers matériaux naturels d'origine biologique (haricots, moringa, maïs, etc.) ont été étudiés pour leur utilisation potentielle dans le traitement des eaux usées (Zhang J, 2006). Fait intéressant, le cactus est un produit naturel abondant, rentable, sécuritaire pour la santé humaine et biodégradable. offrant diverses options (coagulant/floculant) pour le traitement des eaux usées. Cela répond aux objectifs

environnementaux et économiques de nombreuses régions du monde qui tendent non seulement à améliorer le processus de traitement des eaux usées, mais aussi à minimiser les impacts négatifs de l'élimination des eaux usées traitées sur la santé humaine.

La présente étude est subdivisée en deux chapitres engendrée par une introduction et une conclusion générale :

- **Chapitre 1 : Partie bibliographique (deux parties)**

1. Débutant par une généralité sur les eaux usées et ces paramètres suivie par ces différents traitements dans l'STEP, clarification de "coagulation/floculation".
2. Général informations sur le cactus et ces types, parmi les différents types on a choisi l'optunia ficus indica et le Saugoro suivi par ces utilisations dans le traitement des eaux usées.

- **Chapitre 2 : Partie expérimentale (deux parties)**

1. Une présentation détaillée du matériel et des méthodes expérimentales utilisés dans ce travail.
2. Une présentation des résultats obtenus ainsi que leurs interprétations et discussion.

Chapitre -I-

LES DIFFERENTS TYPES D'EAUX USEES

Partie 1 :

I.1. Les différents types d'eaux usées :

I.1.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques proviennent des différents usages ménagers de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères et en eaux de vannes**.** Les eaux ménagères ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants et de débris organiques, tandis que les eaux de vanne s'agissent des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

I.1.2. Les eaux usées industrielles :

Les caractéristiques des eaux industrielles varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, etc. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. (belahmadi, 2011).

I.1.3. Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales peuvent engendrer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air pollué puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes. En outre, lorsque le système d'assainissement est dit unitaire, les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce mélange très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. (Règlement du service d'assainissement,2012)

I.2. Caractéristiques des eaux usées

I. 2.1. Paramètres Physiques

a) Température : Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans les réactions chimiques. La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

b) Matière En Suspension (MES) : La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille non dissoutes, supérieure à 10µm, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES).

c) Turbidité : La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques…). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organisme de se fixer sur des particules.

Tableau I.1 : *classes de turbidité usuelles (NTU, néphélométrie turbidité unit)*

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface

d) Couleur : La couleur foncée indique généralement que l'eau est impure à l'inverse, plus on a une couleur claire plus l'eau n'est pas polluée.

I. 2.2. Paramètres chimiques

a) Potentiel d'Hydrogène (PH) : Le PH est un paramètre chimique qui indique l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution. Le pH mesure la concentration en ions H+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs

multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre.

Tableau I.2 : *classification des eaux d'après leur pH*

PH < 5	Acidité forte ,les eaux naturelles
PH = 7	Neutre
7 < PH < 8	Neutralité, majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
PH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

b) Conductivité électrique : La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique.

c) L'Oxygène Dissous : L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

d) L'azote : L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total.

e) Le Phosphore : L'origine du phosphore provient essentiellement des détergents pour lave-vaisselle et des produits industriels.

f) La Demande Chimique en Oxygène (DCO): La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont pas oxydés dans ces conditions).La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible. Le résultat s'exprime en mg/l d'O_2. Généralement, la DCO vaut de 1,5 à 2 fois la DBO5 pour les eaux usées domestiques.

La relation empirique suivante lie la DBO5, la DCO et la matière organique de l'échantillon (MO) MO = (2 DBO5 + DCO) / 3.

g) La Demande Biochimique en Oxygène (DBO_5) : Demande biochimique en oxygène en 5 jours. Elle indique la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes pour réduire la fraction biodégradable en cinq jours à 20°C. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg de O2 consommé (cf. tableau ci-dessous).

Tableau I.3 : *Echelle de valeurs de DBO5*

Situation	DBO5 (mg/l d'O2)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Égout	100 < c < 400
JrRejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

I. 3. Les impuretés dans l'eau :

Les impuretés d'une eau ou d'une eau usée se présentent à l'état solide, liquide ou gazeux, et sont dispersées sous trois états dont les particules sont de plus en plus fines par la suspension, les colloïdes et par la solution.

Les impuretés dissoutes dans les eaux naturelles sont les constituants dispersés dans l'eau sous forme de molécules et d'ions. L'état de subdivision est d'une importance primordiale puisqu'il détermine les méthodes nécessaires à l'élimination de l'impureté.

Les constituants des eaux naturelles douces sont généralement présents en concentrations si petites de l'ordre du mg/l et même moins que la densité et la viscosité sont, en somme, les mêmes que pour l'eau pure. (JÖNS JAKOB,1829).

I. 3.1. Les matières en suspensions ou MES :

Les matières en suspension sont des particules solides minérales ou organiques ainsi que des microorganismes dont la taille est supérieure à un micron environ. Les solides minéraux

sont les sables, argiles, hydroxydes minéraux ; les particules organiques sont des acides humiques, réactifs ou sous-produits d'une activité industrielle quand les micro-organismes sont les bactéries et les algues. (ANNE-MARIE CAZABAT,1984).

I. 3.2. Les colloïdes :

Les colloïdes sont des macromolécules organiques ou minérales qui, placées dans l'eau, ne forment pas une solution. Elles sont inférieures à 100 millimicrons, mais forment une suspension colloïdale. leur taille est comprise entre environ un micron et un nanomètre. Elles ne sédimentent pas. Les particules colloïdales dans l'eau peuvent être classées en deux catégories selon qu'elles soient hydrophobes ou hydrophiles. Les colloïdes hydrop hobes manifestent très peu d'affinité pour le milieu de dispersion et sont séparées de la solution par une limite solide.

Celles qui engendrent la coloration et la turbidité appartiennent à cette catégorie. Pourtant, les colloïdes hydrophiles manifestent une grande affinité pour le milieu de dispersion et sont liées à la solution par des liaisons relativement fortes, les protéines colloïdales, le savon, en sont des exemples. (ANNE-MARIE CAZABAT,1984), (FRANCE. COMITE D'ACTION CONCERTEE,1985).

I. 4. Description d'une station d'épuration des eaux usées :

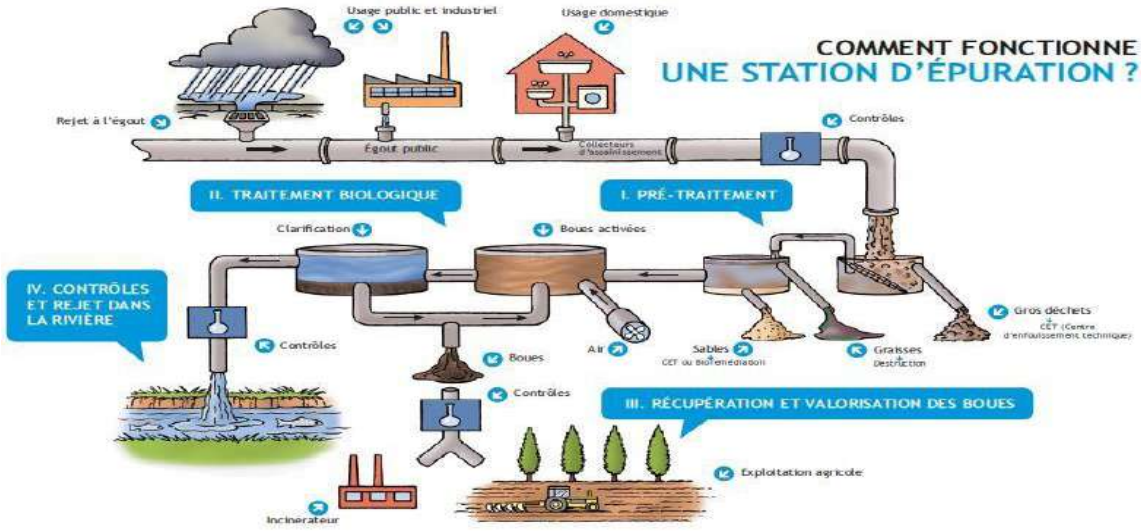


Figure I.1 : *Le fonctionnement de station d'éruption*

I. 4.1. Définition d'une station d'épuration des eaux usées :

La station d'épuration est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux usées.

La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter.

I. 4.2. Objectifs principaux d'une station d'épuration

- Protection de la nappe phréatique contre la pollution.
- Eviter aux agriculteurs l'irrigation des terres agricoles avec les eaux usées.
- Minimiser le risque des maladies à transmission hydrique.
- Réutilisation des eaux épurées dans le domaine de l'irrigation.
- Économie importante de l'eau.
- Eviter la surexploitation des nappes souterraines.

I. 5. Traitement des eaux usées

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques. A part les méthodes classiques de traitement, de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel ont apparu comme le lagunage ou la phytoépuration. (DEGREMONT SA,2005) (JÖNS JAKOB,1829). La filière classique de traitement des eaux usées comprend généralement :

I. 5.1 Prétraitement :

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage.

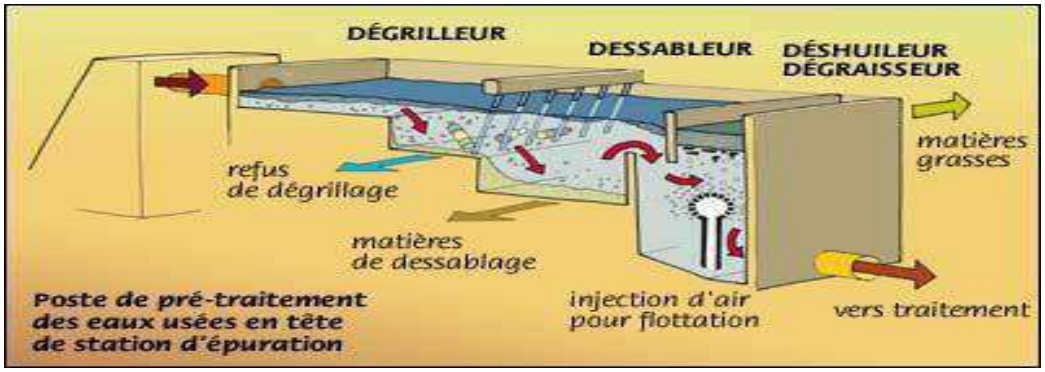


Figure I.2 : *Les étapes du prétraitement*.

I.5.1.1. Dégrillage et tamisage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage



Figure I.3 : *Dégrilleur en entrée de station d'épuration*

I.5.1.2 Dessablage

Le dessablage permet, par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations. Ce matériau, s'il n'était pas enlevé, se déposerait plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes.

I.5.1.3 Dégraissage

C'est généralement le principe de la « flottation par air dissous » qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface. Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations.



Figure I.4 : *Déshuilage par écumage des graisses*

I.5.2. Traitement primaire

I.5.2.1 Décantation naturelle :

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation-floculation les matières en suspension se déposent au fond du bassin et sont épaissies mécaniquement dans une fosse positionnée sous les lamelles. Les matières issues de la décantation primaire constituent les boues primaires. Elles sont extraites par pompage vers la filière de traitement des boues.

I.5.2.2. Décantation physico-chimique :

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

a) Coagulation : La coagulation a pour but principal 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 dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium).

b) Floculation : La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'assemblent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par le procédé de décantation

I.5.3. Traitement secondaire :

Ce traitement s'attaque à la pollution organique biodégradable ou non. Il permet d'éliminer les colloïdes et les matières dissoutes. L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries. Ces traitements sont basés sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale (NH_3…) et les matières constitutives de la DCO et de la DBO d'une part (aérobiose), et à réduire d'autre part les molécules comportant de l'oxygène : NO_3 (anoxie), SO_4 et CO_2 (anaérobie). Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble biodégradable et une partie de MES, (JÖNS JAKOB,1829).

I.5.4. Traitement tertiaire :

Il permet d'améliorer les paramètres classiques (MES, DBO, DCO) grâce à différentes techniques comme le micro tamisage, la filtration sur sable, l'adsorption sur charbon actif. Mais ce traitement vise principalement l'élimination du phosphore (la dé-phosphatation) et les germes pathogène (la désinfection). (DOCTOR QUESNEVILLE,1910).

I.6.Clarification par coagulation floculation :

En traitement des eaux, la coagulation et la floculation sont des traitements qui visent à optimiser l'élimination des particules en suspension et colloïdales. Ces traitements favorisent l'agrégation des particules colloïdales en larges et denses agrégats. Ils se déroulent en deux étapes principales : à savoir la déstabilisation des particules et la collision des particules déstabilisées pour former des agrégats volumineux. La déstabilisation et l'agrégation sont des

phénomènes physicochimiques. Contrairement à la séparation par décantation et filtration mettant en jeu des phénomènes essentiellement physiques.

La déstabilisation est le procédé par lequel les particules stables en suspension sont modifiées de façon à leur conférer la possibilité de s'accoler entre elles. La stabilité des particules en suspension peut être rompue par l'ajout de réactifs chimiques appropriés qui réduisent ou éliminent les forces de répulsion, le système est alors dit déstabilisé. Par la suite, les particules déstabilisées sont mises en contact par une agitation mécanique extérieure, les collisions favorables à la formation de flocs et d'agrégats.

La déstabilisation et l'agrégation font donc appel à une agitation externe pour favoriser le mélange des phases et promouvoir les collisions. La pratique consiste à mettre en œuvre deux séquences d'agitation : une agitation rapide qui favorise le mélange des réactifs et la déstabilisation des particules, une phase d'agitation lente pour favoriser les collisions entre les particules déstabilisées et ainsi entrainer leur agrégation. En chimie des colloïdes, coagulation et floculation font directement référence à un mode de déstabilisation donné (LaMer, V : Healy, T, 1963).

Ainsi, la floculation est le processus par lequel les tous premiers flocs apparaissent dans un système déstabilisé. Ces flocs sont peu denses et en général ne sédimentent pas. Si ces flocs se consolident en s'agrégeant et en devenant plus denses, on parle alors d'agrégats et leur mode d'obtention est appelé coagulation. La floculation fait donc référence à la formation de petits agrégats à partir de particules primaires et la coagulation, la croissance et la restructuration de ces flocs en agrégats denses, susceptibles de se séparer par sédimentation ou crémage. Une autre distinction voudrait aussi que la floculation soit un processus réversible au contraire de la coagulation. En traitement des eaux par contre, la terminologie en usage associe la coagulation à la déstabilisation du système en présence d'agitation rapide et la floculation à l'agrégation des particules déstabilisées sous agitation lente (Fiessinger, F,1978).

a) Les inconvénients des coagulants chimiques

Malgré la supériorité du point de vue technico-économique des coagulants chimiques dans le traitement des eaux, ils ont un très grand inconvénient celui du non-respect aux principes de la

chimie verte, en 1960, une étude a été publiée sur les effets des coagulants chimiques au détriment de la santé humaine (Simate, Iyuke,2012).

Les débats ont été focalisés sur la relation entre le développement des maladies graves comme l'Alzheimer et l'Aluminium résiduel dans les eaux traitées par le sulfate d'alumine (McLachlan,1995) et la maladie de sénile dementia (Rondeau, Commenges,2000)

Les résultats d'un grand nombre d'études épidémiologiques et des observations cliniques ont suggérés qu'au moins 70% de corrélation entre la présence de l'Aluminium dans les eaux potables et l'Alzheimer (Doll, S.R.,1993). Autre inconvénient de l'Aluminium résiduel dans les eaux, c'est la réduction de l'efficacité de la désinfection (DRISCOLL, CT : LETTERMAN, RD,1995).

b) Les avantages des biofloculants :

Contrairement aux coagulants chimiques, les bio-coagulants ou bio-floculants sont sans danger, écologiques et généralement sans toxicité. Ces bio produits génèrent un volume de boues moins important allant jusqu'a 5 fois moins que les coagulants chimiques (Diaz Diaz, Rincon, 1999) et par conséquent un traitement moins couteux et plus durable. Les bio floculants peuvent être fabriqués avec des produits locaux et une main d'œuvre locale.

S 'émergence des biofloculants :

Vue le coût, la disponibilité, la non- biodégradabilité et la toxicité de MES et les floculants organiques de synthèse, la nécessité de trouver une alternative à ces produits demeure de plus en plus importante. ce qui a d'ailleurs interpelé de nombreux chercheurs à travers le monde dans le seul et unique objectif est d'utiliser un bio floculant qui soit concurrentiel du point de vue technico-économique et surtout qui ne représente aucun danger en parlant de toxicité et écotoxicité.

- Les floculants d'exsudats végétaux, telles que, la gomme arabique et la gomme adragante.
- Les floculants des graines végétales, exemple les graines de Morinaga Olefira qui donnent un bon résultat pour traitement des eaux brutes (Jacques et al. 2007)

- Les floculants d'extraits végétaux : la sève extraite de l'Opuntia, utilisée pour le traitement des eaux dont les marges de turbidité sont limitées (Jahn, 1989). Cette sève est le meilleur coagulant naturel d'Amérique latine.
- Dans cette étude, nous allons utiliser deux types de bio floculant à base de jus de cactus, L'Opuntia ficus-indica (Cactaceae) et le Saugoro (Cactaceae), Dans le traitement physico-chimiques de l'eau usée récupérer au niveau de STEP de mèdea.

I. 7. Utilisation de cactus dans le traitement des eaux :

(Diaz A, 1999) a étudié la capacité du cactus d'agir comme un coagulant naturel, en utilisant une eau synthétique d'une turbidité de 100 NTU. Le traitement a permis d'obtenir une eau potable pour la ville de Marakaibo, une eau dont la turbidité finale est proche de 5 NTU.

(Jindong Zhang, 2006) a étudié l'effet coagulant du cactus dans le traitement des eaux prélevés d'une station de traitement d'eau usée situé à wuhan (Chine), les résultats montrent une efficacité d'élimination de la turbidité de 98 %, il a été testé aussi pour traiter une eau usée, les résultats montrent que le cactus a pu diminuer la turbidité de 70 à 10.5 NTU.

(Abid, 2009) a étudié l'utilisation de l'extrait de jus de cactus, dans un procédé physicochimique (coagulation-floculation) afin de traiter des rejets liquides chargés en chrome. Ce bio-floculant a permis de réduire la turbidité de l'effluent industriel de 100 NTU à des valeurs au-dessous de 2 NTU.

(Chan-Yang Yin, 2010), a utilisé des coagulants à base de plantes pour le traitement de l'eau et des eaux usées, le cactus est l'un de ces coagulants. Les processus, l'efficacité et les mécanismes de coagulation pour le traitement de l'eau et des eaux usées ont été présentés, l'utilisation de ces coagulants représente un progrès important dans la technologie de l'environnement durable car ils sont des ressources renouvelables et leur application est directement liée à l'alimentation de la qualité de vie des communautés sous-développées.

(Hadj-Kouider,2011) a réalisé un conditionnement chimique de la boue provenant de la station d'épuration des eaux usées de Baraki (wilaya d'Alger). Le cactus a été utilisé, afin d'augmenter la siccité des boues déshydratées. Les résultats obtenus par le jus de cactus sont

encourageants, puisqu'il diminue la turbidité de 96 % pour une eau filtrée de la boue de Baraki, et permet d'obtenir une siccité de 31 %, obtenue par centrifugation.

(Braka N. et coll, 2013) a utilisé la poudre de cladode de l'opuntia ficus indica sans prétraitement comme un biofloculant à faible coût pour l'élimination du Bleu de Méthyléne, le Noir d'ériochrome T et l'Alizarine des solutions aqueuses.

(Kazi T, coll,2013) ont utilisé la poudre de l'OFI dans le traitement des eaux usées de tanneries. Les résultats obtenus ont montré une diminution de la turbidité de 75.54 % et la DCO de 80.65 %.

(Belbahloul, coll,2014) ont étudié le pouvoir épuratoire de l'extrait de cactus (OFI), dans le traitement des eaux usées préparées au sein de leur laboratoire. L'étude a été réalisée sur des échantillons chargés en Zinc et en (MES). Le traitement a été basé sur une coagulation avec la chaux, suivi d'une floculation avec l'extrait de cactus. Ce dernier a montré un effet très significatif sur l'élimination du Zinc et de la MES avec un rendement avoisinant respectivement 96% et 99%.

(Sakr F,2014) a étudié l'adsorption du Bleu de Méthylène sur un biomatériau qui est la poudre de cactus. Les résultats expérimentaux ont montré que l'adsorption du colorant Bleu de Méthylène sur le Cactus atteint 61% à pH initial et à température ambiante.

Partie 2 :

I.8.Cactées :

La famille des cactées appartient aux plantes grasses. Elles ont la capacité de survivre sur leurs réserves durant une période de sécheresse temporaire grâce à un système de stockage de l'eau. Dans une situation similaire, la plupart des autres plantes dépériraient et mourraient par manque d'eau (Mace, 2003).

Leur aspect souvent étrange est lié aux mutations qu'elles ont mises au point pour stocker l'eau dans leurs tiges, leurs feuilles ou leurs racines qui sont très charnues.

D'autres évolutions plus importantes ont permis d'augmenter les réserves d'eau en réduisant l'évaporation. Elles présentent souvent un épiderme soit charnu, soit couvert de poils ou d'une couche cireuse qui réduit l'évaporation. Le revêtement dense en épines joue un rôle décisif et limite les effets de la chaleur solaire intense en fournissant une ombre partielle à la plante. Les cellules de ces plantes supportent de grandes variations de leur teneur en eau que les autres plantes « normales » (Mace, 2003).

Il existe des mythes très anciens concernant les cactées. Le cactus était un symbole important à la fois chez les Aztèques au Mexique et chez les Incas au Pérou, et l'on retrouve des illustrations de ses vertus curatives et divinatoires sur de nombreux bâtiments, poteries et autres objets usuels
(Mace, 2003).



Figure I.5 : *Différents Cactus*

I.9. Origine et diffusion

Les cactus sont presque tous originaires du Nouveau Monde, certaines espèces allant jusqu'au Nord de l'Alberta au Canada, d'autres poussant une pointe au Sud jusqu'en

Patagonie. Les seules exceptions sont quelques espèces présentes en Afrique orientale et à Madagascar ou il se peut qu'elles aient été apportées par des oiseaux migrateurs et qu'elles y aient continué leur évolution (Mace, 2003).

La culture du cactus est originaire des plateaux du Mexique qui sont caractérisés par un climat chaud et sec. L'utilisation alimentaire de l'espèce date de l'époque préhistorique grâce à la découverte de graines fossiles datant du septième millénaire av. J.-C. (Mullas et al. 2004). Ces régions semi-arides du Mexique présentent une grande diversité génétique de variétés cultivées et variétés sauvages du cactus.

Plusieurs espèces ont été introduites dans d'autres régions du monde ayant un climat semi-aride, telles que l'Australie, l'Afrique du Sud, le Madagascar ou la région méditerranéenne. Le cactus a été introduit en Europe méditerranéenne vers la fin du 15ème et le début du 16ème siècle pour l'alimentation des populations indigènes. Il a été aussi introduit, au 16ème siècle, au Nord et au Sud de l'Afrique et tout au long du bassin méditerranéen. Actuellement, il est cultivé dans les régions arides et semi-arides de plusieurs pays.

Le cactus, comme culture, était inconnu en Europe avant les voyages de Christophe Colomb. Il fut décrit de façon précise pour la première fois en 1535 par l'espagnol Gonzalo Fernandez de Oviedo y Valdés dans son histoire des Indes occidentales. Sa morphologie insolite marqua les esprits des premiers conquistadors. Outre les fruits, c'est l'élevage de la cochenille qui attira surtout leur attention ; mais l'élevage de cette dernière aux îles Canaries ne fut réussi qu'au 19ème siècle. (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc, 2010).

I.10.Classification

I.10.1. Les variétés de cactus classées par formes : Voici les différentes variétés de cactus classées en sept catégories selon leur forme.

I.10.1.1. Les cactus cierge et candélabre : Les cactus cierge et candélabre ont une forme en colonne, et sont aussi appelés cactus colonnaires. Le premier a une forme simple, en une seule colonne, tandis que le second comporte plusieurs colonnes. Ce type de cactus est typique des westerns tournés dans le désert mexicain. Certains d'entre eux, très spectaculaires, dépassent plusieurs mètres de hauteur.

I.10.1.2. Le cactus sphérique : Dit aussi « cactus globulaire » ou « cactus boule », le cactus sphérique a une forme arrondie et de jolis piquants. Le cactus sphérique peut être isolé (comme le Ferocactus ou le Mammillaria) ou bien entouré de sujets plus petits autour de son pied (comme l'Echinopsis).

I.10.1.3 Le cactus raquette : Les palettes du cactus raquette sont plates et ovales ou cylindriques. Le Figuier de Barbarie est l'un des plus connus.

I.10.1.4 Le cactus plat : Les tiges du cactus plat ressemblent à des feuilles. Le Schlumbergera, appelé aussi « cactus deNoël » possède des fleurs parmi les plus belles du monde.

I.10.1.5 Le cactus grimpant : Il est typique des forêts équatoriales humides et ses tiges entourent les arbres. L'Hylocereus Undatus est bien connu pour son fruit appelé « pitaya » ou « fruit du dragon ».

I.10.1.6Les cactus buissonnants : Leurs tiges constituent des buissons chargés d'épines, comme le Cylindropuntia imbricata qui fait de très jolies fleurs roses.

I.10.2. Les variétés de cactus classées par familles : On peut diviser les cactus en trois grandes familles qui comprennent elles-mêmes de nombreuses variantes.

I.10.2.1 Les Opuntioïdées : Cette famille comprend les variétés Opuntia, Pterocactus, Pereskiopsis, Quiabentia et Tacinga.

I.10.2.2 Les Péreskioïdées : Une famille qui compte notamment les cactus Pereskia, qui eux-mêmes regroupent près de 20 sous-espèces ! Ils ne ressemblent pas à des cactus, mais à des arbustes à feuilles (c'est la présence d'aréoles et la forme des fleurs qui en font des cactus).

I.10.2.3 Les Cactoïdées : C'est de loin la famille qui comprend le plus de sous-espèces.Les Cérées, réparties de la manière suivante :

- **Les Céréinées** : parmi lesquels le Cereus (dit aussi « cactus cierge ») ou le Myrtillocactus (des cactus arborescents, cylindriques, aux jolies fleurs blanches).
- **Les Échinopsidinées** : comme l'Espostoa qui pousse aux Andes ou en Équateur, un cactus colonnaire avec des côtes très épineuses.
- **Et les Hylocérinées** : comme par exemple les Rhipsalis aux tiges minces et retombantes sans épines.

I.11.Carnegiea gigantea (Saguaro) :

I.11.1 Habitat et culture :

Cette espèce est originaire du désert de Sonora, la plus grande zone désertique de l'Amérique du Nord, situé à cheval sur le Sud-Ouest des États-Unis (Arizona) et le Nord du Mexique (Sonora et Basse-Californie).

I.11.2 Description morphologique :

Le cactus Saguaro (Carnegiea gigantea) est l'icône de l'Ouest américain. Les images de ces cactus sont vues tout au long de nos vies comme un symbole du désert américain. Un voyage dans le désert de Sonoran n'est pas complet sans un examen de l'une de ces célèbres plantes du désert. Ces énormes cactus columnar verts ont fasciné presque chaque personne qui en a vu un. Pour le peuple local de Tohono O'Odham, le cactus saguaro est encore plus important. Ces cactus géants ne sont pas des plantes, mais un type d'humanité différent, et sont considérés comme des membres respectés de la tribu Tohono O'Odham. Le cactus Saguaro se développera du niveau de la mer à environ 4000 pieds d'altitude. Plus vous vous dirigez vers le nord et plus haut en altitude, plus le saguaro limitera sa croissance aux pentes plus chaudes et exposées au sud.



Figure I.6 : *Le cactus Saguaro peut atteindre une hauteur de 45 pieds*

Le cactus saguaro est le plus grand cactus des États-Unis et atteindra normalement une hauteur de 40 pieds. Le plus grand cactus saguaro jamais mesuré s'est hissé dans les airs sur 78 pieds. Le cactus saguaro se développe comme une colonne à un rythme très lent, avec toute la croissance se produisant à l'extrémité, ou au sommet du cactus. Il peut prendre 10 ans pour un cactus saguaro pour atteindre 1 pouce de hauteur.

À l'âge de 70 ans, un cactus saguaro peut atteindre 6 pieds et demi de haut et commencer enfin à produire ses premières fleurs. À l'âge de 95-100 ans, un cactus saguaro peut atteindre une hauteur de 15-16 pieds, et pourrait commencer à produire son premier bras.

À 200 ans, le cactus saguaro a atteint sa pleine hauteur, atteignant plus de 45 pieds de haut. (Mariella Pizzetti.,1980)

Le cactus saguaro est un maître de la survie dans le désert. Chaque aspect de cette plante est spécialement conçu pour prospérer dans le désert de Sonoran parfois rude. La peau du cactus saguaro est recouverte d'un épais revêtement cireux qui imperméabilise la plante et réduit la perte d'eau dans l'air par transpiration. La peau du cactus est recouverte d'épines dures et de poils souples comme méthode de défense de l'eau emmagasinée à l'intérieur.





Figure I.7: *Cactus Saguaro en fleurs.* ***Figure I.8 :*** *Coupe transversale du fruit* ***Saguaro***

Le système racinaire d'un cactus saguaro est tout aussi impressionnant. Le cactus enverra une grande racine pivotante unique directement dans le sol à une profondeur d'environ 5 pieds. Cette racine pivotante donne au cactus accès à l'eau qui est stockée profondément sous terre. Les racines principales du cactus saguaro sont très différentes.

Le cactus envoie un énorme labyrinthe de racines très près de la surface.

En moyenne, ces racines se trouvent à moins de 3 pouces de la surface, ce qui permet au cactus de recueillir facilement toute pluie qui pourrait tomber. Très peu d'eau est instantanément utilisée. Au lieu de cela, la majeure partie de l'eau recueillie finit par être stockée dans le cactus à utiliser pendant les périodes de sécheresse.

L'intérieur du cactus est rempli d'un tissu semblable à une éponge, qui sert à retenir l'eau. Comme de plus en plus d'eau est stockée, la peau du cactus commence à se développer, ce qui fait de la place pour plus de stockage. En conséquence, le cactus saguaro peut devenir assez lourd à mesure que de plus en plus d'eau est stockée.

À pleine capacité, un pied de cactus saguaro peut peser jusqu'à 90 livres, et un saguaro pleine hauteur peut peser plus d'une tonne.Le cactus Saguaro produit des fleurs entre la fin du printemps et le début de l'été. En moyenne, la floraison a lieu entre avril et juin. Les fleurs sont d'un blanc laiteux, et émettent un doux nectar qui attire de multiples espèces de chauves-souris (Organ Pipe Cactus National Monument,2016).

Ces chauves-souris se régalent du nectar des fleurs, et agissent en tant que pollinisateurs pour le cactus saguaro. Comme le cactus produit des fruits, les chauves-souris vont commencer à manger les fruits, et à leur tour aider à répandre les graines de saguaro à travers le désert.

I.12.Opuntia ficus indica

I.12.1. Description morphologique :

Le figuier de Barbarie est une plante arborescente robuste de 3 à 5 m de haut, possède un tronc épais et ligneux et une organisation en articles aplatis, de forme elliptique ou ovoïdale de couleur vert-mat, ayant une longueur de 30 à 50 cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3 cm appelés cladodes ou raquettes

Les cladodes assurent la fonction chlorophyllienne et sont recouvertes d'une cuticule cireuse (la cutine) qui limite la transpiration et les protège contre les prédateurs. Les feuilles sont de forme conique et ont quelques millimètres de long, éphémères, apparaissant sur les cladodes jeunes. A leur base, se trouvent les aréoles (environ 150 par cladodes) qui sont des bourgeons axillaires modifiés, typiques des Cactacées. Leurs méristèmes produisent des épines, des glochides, des racines adventives, de nouvelles cladodes ou des fleurs. Les épines sont blanchâtres, sclérifiées, solidement implantées et longues de 1 à 2 cm.

Il y a deux variétés, la variété inerme et l'épineuse. Les glochides sont de fines épines de quelques millimètres de couleur brunâtre, se décrochent facilement, munies de minuscules écailles en forme d'hameçons s'implantant solidement dans la peau. Ils sont présents même chez la variété inerme.

Les fleurs marginales sur le sommet des cladodes âgées d'un an, et le plus souvent sur les aréoles situées au sommet des cladodes ou sur la face la plus exposée au soleil, sont hermaphrodites, de couleur jaunâtre et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante. En principe, un cladode peut porter jusqu'à trentaine de fleurs. Ses fruits sont des baies charnues ovoïdes ou piriformes, uniloculaires et polyspermiques (Reyes-Aguiro, 2006 ; Neffar, 2012).

La famille des Cactacées renferme environ 1600 espèces avec le centre de la diversité maximale au Mexique qui abrite 669 espèces (Guzman et al., 2003). La tribu des Opuntieae comprend le genre Opuntia, subdivisé à son tour en quatre sous-genres : Platyopuntia, Cylindropuntia, Tephrocactus et Brasiliopuntia. Le sous genre Platyopuntia comprend 150 à 300 espèces, parmi lesquelles figure Opuntia ficus indica. Cette espèce est la cactée qui a la plus grande importance agronomique, tant pour les fruits comestibles que pour les raquettes qui peuvent être utilisées comme fourrage ou comme légumes (Dubeux et al., 2006).



Figure I. 9 : *Opuntia ficus indica*

I.12.2 Habitat et culture :

Le genre Opuntia est originaire du Mexique (Orwa et al., 2009). Sa distribution géographique est très large : Mexique, Sicile, Chili, Brésil, Turquie, Corée, Argentine et Afrique du Nord (Barbera et al., 1992 ; Nerd et Mizrahi, 1994). Il a été introduit d'abord en Espagne et plus tard au 16ème siècle au Nord et au Sud de l'Afrique. Il s'est diffusé rapidement dans le bassin méditerranéen et s'y est naturalisé au point de devenir un élément caractéristique du paysage (Le Houerou, 1996). Il est par essence développé sur la partie Ouest de la Méditerranée : Sud de l'Espagne, le Portugal, et l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie et Maroc) (Bensalem et al., 2002 ; Arba, 2009). Dans certains pays tels que l'Italie, l'Espagne, le Mexique, la culture du cactus est pratiquée de façon intensive et moderne avec des programmes de recherche et développement pour la production du fruit ou de fourrage et même pour des usages industriels (Mulas et Mulas, 2004).

I.12.3. Exigences écologiques :

Le genre Opuntia est xérophyte (Gibson et Nobel, 1986). Il croit principalement dans les zones arides et semi-arides. Sa remarquable variabilité génétique lui procure une forte adaptabilité écologique, ce qui lui permet de vivre sous différentes conditions climatiques (Stintzing et Carle, 2004). Il croit dans les plaines, les régions côtières et les plateaux (Lahsasni et al., 2004). Il craint les fortes gelées et peut supporter des températures minimales jusqu'à -10°C pour quelques heures. Cette tolérance dépend de la turgidité du tissu chlorenchymateux des cladodes (Saenz et al., 2004). Les températures maximales supportées excèdent les 50 à 58°C. Bien que cette espèce ait une large faculté d'adaptation pour différents sols (acides, calcaires ou pauvres en matière organique), elle a une préférence pour les sols très perméables, sableux ou caillouteux (Nerd et al., 1991).

I.12.4. L'importance d'Opuntia ficus indica :

"Les cactus au secours de la planète". -ONU

L'Organisation des Nations Unies (ONU) confirme que le cactus fait bel et bien partie de ces aliments sous-estimés qui pourraient bien venir à notre rescousse. Vert, épineux, croisé dans le désert ou dans un petit pot déco, le cactus pourrait contribuer à nous faire évoluer vers une consommation plus responsable. L'Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a publié un rapport sur les bienfaits du cactus aussi bien d'un point de vue alimentaire qu'environnemental.

"Figuier de barbarie, le mal-nommé". FAO

Il ne s'agit pas de n'importe quel cactus puisque la plupart sont incomestibles. L'espèce de Cactaceae dont la FAO vante les mérites est l'Opunita ficus-indica, autrement dit le Figuier de Barbarie. Cette plante peut mesurer entre trois et cinq mètres de haut, et est particulièrement appréciée pour sa production des figues de Barbarie, des baies charnues allant de 150 à 400 grammes. De plus, ses cicladodes, ses branches en forme de raquette, regorgent d'eau. La FAO qualifie même ces plantes de « puits botaniques » puisqu'un hectare de figuier de Barbarie peut fournir jusqu'à 180 tonnes d'eau.

Le Figuier de barbarie a déjà démontré ses bienfaits lors de la sécheresse qui a frappé l'Île de Madagascar en 2015. Cette plante avait alors été une ressource en eau et en nourriture

inestimable pour les populations ainsi que pour la biodiversité puisqu'elle a également permis aux animaux de s'alimenter et de s'hydrater et aux sols de se préserver.

"La ressource de demain". -ONU

Au Mexique, la figue de Barbarie est un aliment incontournable avec une consommation d'environ 6,4 kg par an et par habitant.

La culture du cactus s'est exportée, notamment au Brésil avec plus de 500 000 hectares cultivés, principalement pour le fourrage du bétail. Sur le continent africain, c'est principalement au Maghreb et en Ethiopie que ces plantes sont très cultivées car elles favorisent la conservation des sols, la purification des eaux et sont des sources d'eau. Tous ces éléments permettent à des pays qui connaissent des sécheresses récurrentes de pouvoir notamment développer des plantations d'orge malgré le climat. Bien d'autres pays tels que l'Inde, l'Australie, la Turquie ont aussi développé leur culture de ce cactus si particulier.

Les caractéristiques positives du Figuier de Barbarie ne s'arrêtent pas là. Il a aussi uneffet positif sur l'environnement : consommé par les ruminants, il réduit significativement la méthanogénèse et réduit in fine leur production de gaz à effet de serre. Pour l'Homme, au-delà d'une ressource alimentaire, le figuier de Barbarie présente également plusieurs bienfaits thérapeutiques comme la forte réduction du cholestérol, l'apport en vitamine C et des propriétés anti-diarrhéique. Son huile et sa crème aurait également de grandes vertus cicatrisantes et anti-oxydantes, bien supérieures à l'huile d'argan.

Si le figuier de Barbarie est d'ores et déjà considéré par l'ONU comme « un aliment d'avenir ».

Tableau I.4: *Les utilisations du figuier de Barbarie.*

Aires commerciales	Usages spécifiques
Production alimentaire	Fruit, Nopalitos, jus de fruit, extraction d'huiles des graines.
Production d'énergie	Alcool, biomasse fraiche
Aliment de bétail	Fourrage, déchets de fruits.
Usage médical	Fleurs pour diurétiques, cladodes pour diabètes, mucilages.
Usage agronomique	Fixation du sol, source d'eau complémentaire, brise-vent.
Colorants	Betalaines dans les fruits, acide carminique.

Chapitre -II-

MATERIELS ET METHODES

Partie 1 :

II. Matériels et méthodes :

- **Introduction**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les matériels et méthodes utilisées dans l'étude expérimentale.

- **Objectifs de l'étude expérimentale**

1. Se propose d'une part à améliorer la technique de la 'coagulation-floculation' en réduisant le nombre des étapes suivies, d'autre part à substituer les produits chimiques par le jus de cactus comme boi-floculant naturel et biodégradable utile pour traiter des eaux usées.

2. Une étude comparative entre l'extrait de cactus OFI et l'extrait de cactus SG a été effectuée dans le cas des eaux usées chargées en (MES, MO) afin de mettre au point le jus de cactus Le plus efficace en tant que boi-floculant concurrent.

II.1. Matériel et Produits utilisés

Le matériel et les produits utilisés lors de cette étude expérimentale sont rassemblés dans les tableaux II.5 et II.6 respectivement.

Tableau II.5: *Matériels utilisés*

Matériels	Fournisseurs	Modèle	Payé
Agitateur	Stuart®	SSM1	France
Turbidimètre	HACH	TL2300 EPA	France
PH et Hutempérature	OHAUS	St 3100-F	Switzerland
DCO	BEHROTEST®	Behr-DCO	Allemagne
DBO5	OxiTop IS 12	WTW	France

Tableau II. 6 : *les produits utilisés*

Nom	Formule Générale	Propriétés
Dichromate de potassium	K2Cr2O7	Masse molaire 294,185 g/mol Masse volumique 2,7 g·cm-3 T° fusion 398 °C T° ébullition 500 °C
sulfate d'argent	Ag2SO4	Masse molaire 311,799 g/mol Masse volumique 5,45 g/cm³ Solubilité : 8 g·L-1 eau à 25 °C
Sulfate de fer et d'ammonium	$NH_4\ Fe(SO_4\ )_2$	Masse molaire 266,01 g/mol Masse volumique 1,71 g/cm³ Solubilité 1 240 g·L-1 dans l'eau à 25 °C
Acide sulfurique	H2SO4	Masse molaire 98,079 g/mol Masse volumique 1,83 g/cm³ Point d'ébullition 337 °C
Ferrione (indicateur)	$[Fe_3\ ]SO_4$,	Masse molaire 596,27 g/mol
L'hydroxyde de sodium	NaOH	Masse molaire 39,997 g/mol Masse volumique 2,13 g/cm³ Point de fusion 318 °C

II. 2. Matériel végétal: Cactus

Nous avons utilisé l'extrait d'Opuntia *ficus indica* et l'extrait de Saugoro pour notre étude expérimentale.

- L'opuntia est une plante arborescente, robuste, possède un tronc épais et ligneux. Les tiges ont une forme de segments plats qu'on appelle les raquettes de couleur vert-mat, d'une longueur de 30 à 50 cm, d'une largeur 15 à 30 cm et d'une épaisseur de 1,5 à 3 cm. (Nefer, 2009).
- Le saguaro est un cactus colonnaire endémique au désert de Sonora, pousse à 15 m de haut, peut peser plus de plusieurs tonnes dont 85 à 95% de la masse est de l'eau, et vivre pendant 200 ans ou plus. (Ramirez et al. 2001).
- **Préparation de jus de cactus**

Le floculant organique (bio-floculant) est un extrait du cactus qui pousse dans le centre de l'Algérie et dans le Mexique. Le produit à l'état naturel est un liquide visqueux de coloration verte, miscible à l'eau.

Dans ce travail, l'extraction du floculant organique a été réalisé selon les étapes suivantes :

1. Broyage du cactus après nettoyage.
2. Extraction du jus de cactus par filtration au tamisage.
3. Dilution de jus dans de l'eau à 10%.
4. Homogénéisation par agitation pendant 15 à 20 minutes.

Le mélange obtenu est relativement stable, il peut conserver sa capacité de floculation pendant plusieurs jours, en dehors de tout système de conservation.



Figure II.10: *Filtration de jus*

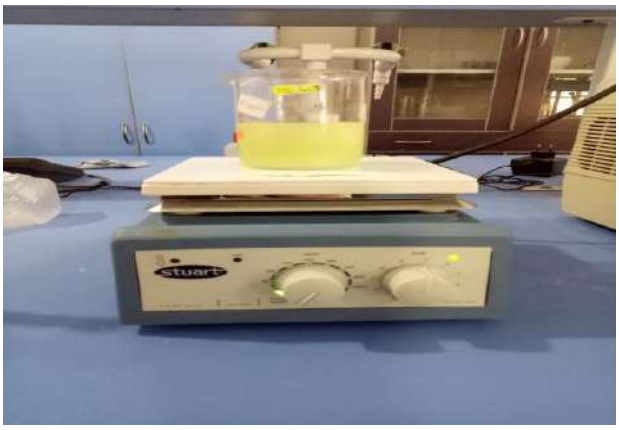


Figure II.11: *Agitation de jus*

Tableau II.7: *Propriétés physico-chimiques du jus de cactus*

Boifloculant	Optunia	Sagauro
T°C	22	21
PH	4	5.36

Le pH du gel est égale à 4 et 5.36. Ces valeurs peut être expliquée par la présence de groupements fonctionnels responsables de l'acidité du milieu, tels que les fonctions carboxyles (le COOH) présentes dans la pectine.

II.3. Le prélèvement d'eau

- Le prélèvement d'un échantillon d'eau est un processus sensible auquel il faut accorder la plus grande attention ; il identifie les résultats analytiques et l'explication à donner. Au cours de notre étude, au STEP de Mèdea l'échantillon a été prélevé à l'entrée de l'eau brute dans un flacon stérile. Il est immergé dans une position verticale de 30 cm de profondeur en maintenant le fond du flacon dirigé dans la direction opposée du courant.
- Les échantillons doivent être maintenus à une température comprise entre 1 et 4°C dès leur prélèvement, dans des emballages isothermes (glacières) pour empêcher la prolifération des germes.

II.4 Préparation des échantillons

1. - On Mélange 500 ml d'eau brute avec100 ml d'extrait de cactus OFI,
2. - Agitation pendant 15-20 min
3. - décantation minimum 2h.
4. - Refaire le même protocole avec le Cactus SG

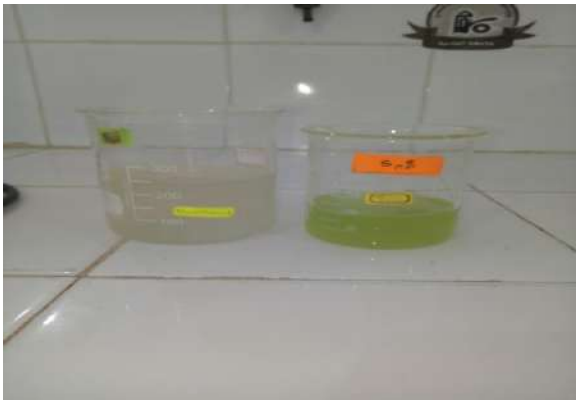


Figure II.12: *l'eau brut et Bioflucant*



Figure II.13 : *agitation de mélange*

- **Analyses physico-chimiques**

- Afin d'évaluer les performances des deux types de boifloculants en matière d'abattement de la pollution de l'eau dans un traitement de coagulation/floculation, une série d'analyses sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement (eaux brutes) et (eaux traitées).
- Nous avons suivi les paramètres suivant : T°, pH, turbidité, DBO_5 , DCO.
- Ces séries d'analyses peuvent être résumées en :

- Analyses physique : Température, PH et turbidité.

- Analyses chimique: DBO5, DCO.

II.5. Détermination des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées

II.5.1. Mesure de PH et Température :

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

Mode opératoire :

-Attendre la stabilisation de la mesure pour faire la lecture.



Figure II.14 : *photo originale du PH-mètre*

II.5.2. Détermination de la turbidité :

La turbidité se mesure par la technique optique : absorption ou de diffusion des rayons lumineux par les particules en suspension. Le turbidimètre TL2300 mesure la lumière diffusée des échantillons d'eau pour déterminer leur valeur de turbidité. Lorsque le mode Rapport est désactivé, l'instrument utilise un détecteur sur un angle de 90 degrés par rapport à la source de lumière.

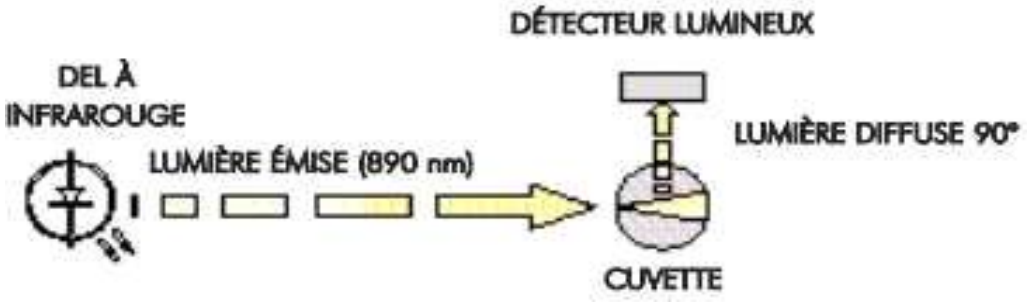


Figure II.15: *Schématisation du principe d'un turbidimètre.*

Mode opératoire:

1. On prélève 10 ml d'échantillon à analyser et on le met dans des flacons spéciaux.
2. On allume le colorimètre.
3. On choisit le numéro du programme approprié.
4. On étalonne avec 10 ml d'eau distillée (le blanc).
5. On place les échantillons l'un après l'autre et on fait la lecture.



Figure II.16: *Le turbidimètre*

II.5.3. La DCO :

Dans des conditions définies, Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de Mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par sulfate de fer et d'ammonium.

Mode opératoire

- **Essai a blanc:**

Il a pour but d'évaluer la consommation de dichromate par les réducteurs qui pourraient se trouver dans le mélange et qui ont pour origine un manque de pureté des réactifs et l'utilisation d'une verrerie douteuse. Effectuer cet essai parallèlement à la détermination de la DCO, mais en remplaçant la prise d'essai par 10 ml d'eau distillée. On appellera VB le volume de solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilisé pour obtenir le changement de coloration.

- **On prépare:**

1. Un échantillon témoin avec 10ml de solution d'hydrogénophtalate de potassium (étalon).
2. Mettre 10ml d'eau distillée dans un tube à DCO mètre (2 essaie à blanc)
3. 10ml d'eau usée (l'eau brut).
4. 10ml d'eau traitée (OFI).
5. 10 mld'eau traitée(SG).
6. On ajoute à chaque flacon 5 ml de dichromate de potassium et quelques billes en verre,15 ml d'acide sulfurique sulfate d'argent.
7. On ajoute ensuite deux régulateurs d'ébullition dans chaque tube.
8. On met ces derniers dans le réacteur à DCO pendant 2heures à 150°C.
9. Apres refroidissement on ajoute pour chaque flacon 75 ml d'eau distillée.
10. Mettre 1 à 2 gouttes de l'indicateur ferroine, Puis on titre le tout avec le sulfate de fer et d'ammonium jusqu'à ce que la coloration bleu vert passe au brun rouge.

11. Puis on procède au calcule on utilisant la formule suivante :

La DCO = 8000.C(VB − VE)/V0

Ou :

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V0 : est le volume, en millimètres, de la prise d'essai avant dilution.

VB : est le volume, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc.

VE : est le volume, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilisé pour l'échantillon.

8000: est la masse molaire, en milligrammes par litre, de ½ d'O2

II.5.4. La DBO 5

La demande biologique en oxygène après 5 jeurs (DBO5) d'un échantillon est définit comme étant la quantité d'oxygène consomè par les micro-organismes aérobies dans des conditions Bien définit tell que la température 20C, l'obscurité, l'agitation après une durée de 5 jours.

- On peut estimer la valeur de la DBO à partir de la valeur de la DCO.
- DBO5 estimée (mg/l) =80%.DCO
- D'après la valeur de la DBO estimée en mg/l on peut se refaire à un tableau de gamme, qui nous indique le volume à prendre de notre échantillon Ainsi que la valeur de facteur.

Tableau II.8: *Valeur DBO, Volume, Facteur*

DBO5 estimée mg/l	Prise d'essaie ml	Facteur	DBO5 estimée mg/l	Prise d'assaie	Facteur
0-40	432	1	0-400	164	10
0-80	365	2	0-800	97	20
0-200	250	5	0-2000	43.5	50

Mode opératoire

1. Mettre en marche le DBO mètre tout en réglant le thermostat à 20 °C ± 1°C.
2. Réchauffer ou refroidir un volume d'échantillon à 20°C ± 2°C.
3. Préparer les flacons DBO, (rincer avec l'eau distillée puis avec l'eau à analyser). Le tableau II. 8 indique les volumes et les échelles utilisés pour la détermination
4. Dès que le volume de la prise d'essai est connue On remplit les bouteilles de :
    a. Volume de prise d'essai de l'eau brut.
    b. 250 ml de l'eau traitée (OFI).
    c. 164 ml de l'eau traitée (SG).
5. Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
6. Placer la capsule qui va contenir 2 postilles de NaOH(pour capter le DCO).
7. Placer les oxytop sur les flacons en les serrant bien et régler à 0.
8. Les échantillons sont ainsi laissés dans le DBO mètre à température constante (20°C) et dans l'obscurité pendant 5 jours.
9. Après 5 jours, on procède à la lecture.
10. dbo5 mg/l = lecture au bout de 5 jours*Facture.



Figure II.17: *Photo originale DBO mètre*

Partie 2 :

Introduction :

Dans cette partie du travail, nous avons analysé les paramètres physico-chimiques des eaux usées (brut) et (traitée).

Et nous avons discuté les résultats obtenus par l'ajout de deux différent types de cactus comme un biofloculant.

II.6. Suivi physico-chimique des eaux usées

Le suivi de la qualité physico-chimique consiste à la détermination des paramètres de pollution. Il s'agit de faire un bilan de la pollution, par la mesure de la Température, du pH, turbidité, de la pollution chimique (DCO, DBO5).

II.6.1. Résultats d'analyses de l'eau brut

Tableau II.9: *Caractérisation physico-chimique de l'échantillon de l'eau brut*

Paramètres	T c	PH	Turbidtè NTU	DCO	DBO5 mg/l
Valeurs	13.8	8.5	176	499.2	200

Résultats et discussion : D'après le tableau II.9, on remarque que :

- La valeur de pH = 8,5 l'eau est trop basique, et il faut donc baisser son ph à 7<ph<8.
- La turbidtè égal à 176 NTU indique que l'eau est trouble et contient des particules en suspension.
- L'eau brut contient des matières polluantes biodégradables d'origine d'eau usée domestique DBO5 égale à 200 mg/l (0< 200 <400).

- Le rapport DCO/DBO5 = 2.5 Ce qui correspond à une biodégradation facile, il peut atteindre à 3.
- D'après les résultats physico-chimiques de l'échantillon, Nous concluons que l'eau brute est contaminée et qu'elle doit être traitée avant d'être rejetée dans la nature.

II.6.2. Résultats d'analyses de l'eau traitée (l'eau brut + bioflucant)

Afin de déterminer l'efficacité de notre bio-floculant à clarifier les eaux usées, nous vons procédés à une série de tests, en faisant mesurée plusieurs paramètres (pH, turbidité, DCO, DBO5). Dans le but de définir le bio-floculant qui a donné des bons résultats, Les résultats du jus de cactus optunia ficus indica seront comparés au jus de cactus de Sagauro.

II.6.2.1.DCO :

La DCO = 8000.C(VB − VE) /V0 où :

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V0 : est le volume, en millimètres de la prise d'essai avant dilution.

VB : est le volume, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilize pour l'essai à blanc.

VE : est le volume, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium utilise pour l'échantillon.

8000 : est la masse molaire, en milligrammesparlitre, de½d'O2

Calcul et résultats:

1. Pour (l'eau brut +OFI) : VB = 9 ml, VE= 7 ml, V0= 10 ml.

DCO= 8000.0,12(9-7)/10

DCO= 192 mg d'O2/l

2. - pour (l'eau brut +SG) : VB= 9 ml, VE= 6 ml, V0 = 10 ml.

DCO= 8000.0,12 (9-6)/10

DCO= 288 mg d'O2/l

Tableau II.10: *influence de cactus sur la DCO*

Échantillon	Eau brut	(Eau brut +OFI)	(Eau brut + SG)
DCO	499.2	192	288

- Noton par P1 le pourcentage de réduction de DCO par le cactus optunia ficus indica et par P2 avec cactus sagauro.
- P1 =(499.2 - 192)/ 499.2 p1= 62%
- P2 =(499.2 - 288)/ 499.2 p2= 42%

II.6.2.2. DBO5:

- On peut estimer la valeur de la DBO à partir de la valeur de la DCO.
- DBO5 estimée (mg/l) =80%.DCO

Calcul et résultats:

1. Pour(l'eaubrut+OFI) : DCO=192 mg d'O2/l

DBO5= 0,8.192 = 153,6 mg/l

2. -pour (l'eau brut +SG): DCO= 288 mg d'O2/l

DBO5= 0,8.288= 230,4 mg/l

Tableau II.11: influence de cactus sur la DBO5

L'eau traitée	OFI	SG
La gamme	0 < 153,6 < 200	0 < 230,4 < 400
Facteur	5	10

Tableau II.12: *Les valeurs de DBO5*

jours	1	2	3	4	5
OFI	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
SG	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6

- dbo5 mg/l = lecture au bout de 5 jours*Facture.

1. Pour (l'eaubrut+OFI): DBO5 = 0,4 . 5

DBO5 = 20 mg/l

2. Pour (l'eau brut +SG): DBO5 = 0,6 . 10

DBO5 = 60 mg/l

- Noton par P1 le pourcentage de réduction de DBO5 par le cactus optunia ficus indica et par P2 avec cactus sagauro.

- P1 = (200 - 20)/ 200 p1= 90%
- P2 = (200 - 60)/ 200 p2= 70%

Tableau II.13: *les résultats avant et après traitement*

Les échantillons	Température	pH	Turbidtè NTU	DCO mg d'O2/l	DBO5 Mg/l
L'eau brut Avant traitement	13.8	8.5	176	499.2	200
L'eau traitée OFI	20.6	6.55	25	192	20
L'eau traitée SG	21.7	6.88	30	288	60

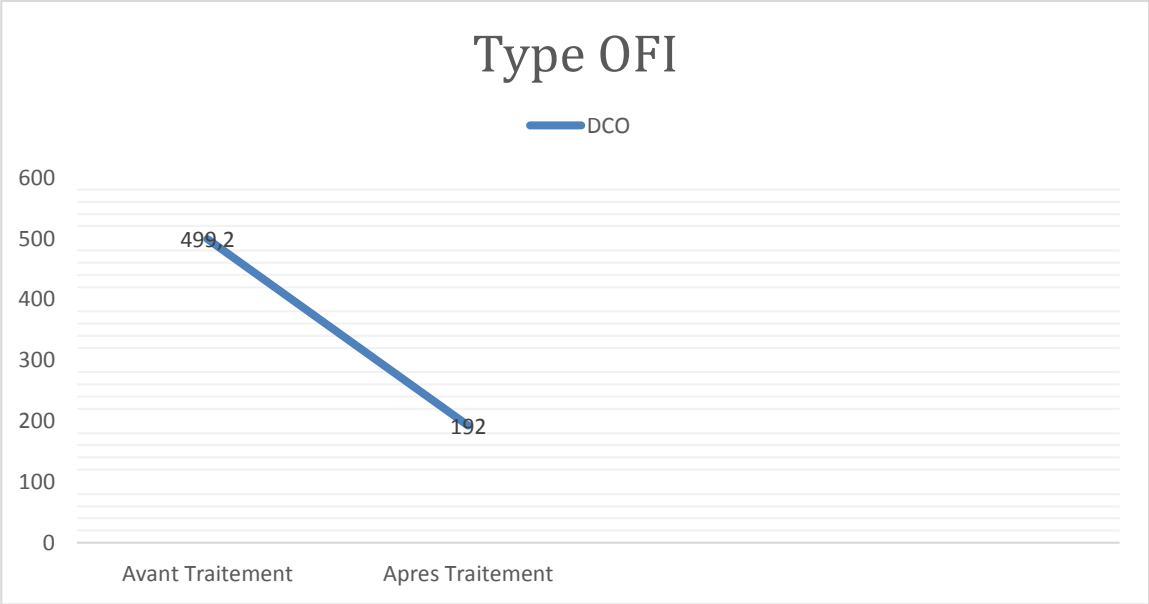


Figure II.18: *variations de la DCO de l'eau brute et traitée (OFI)*

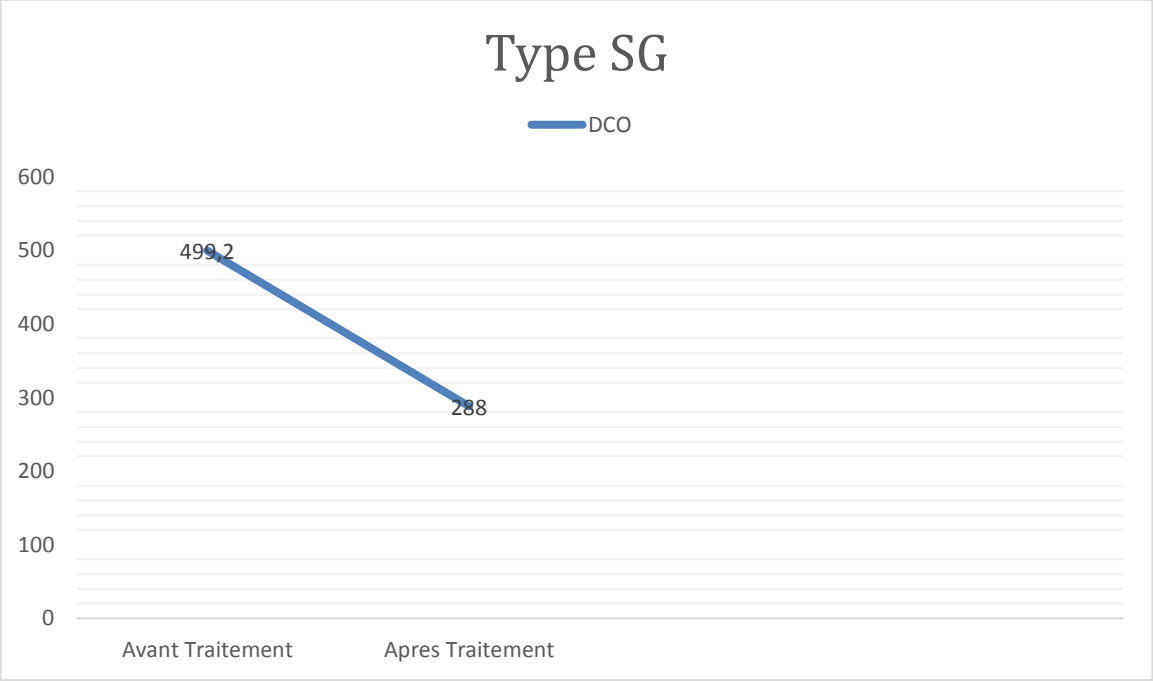


Figure II.19 : *variations de la DCO de l'eau brute et traitée (SG)*

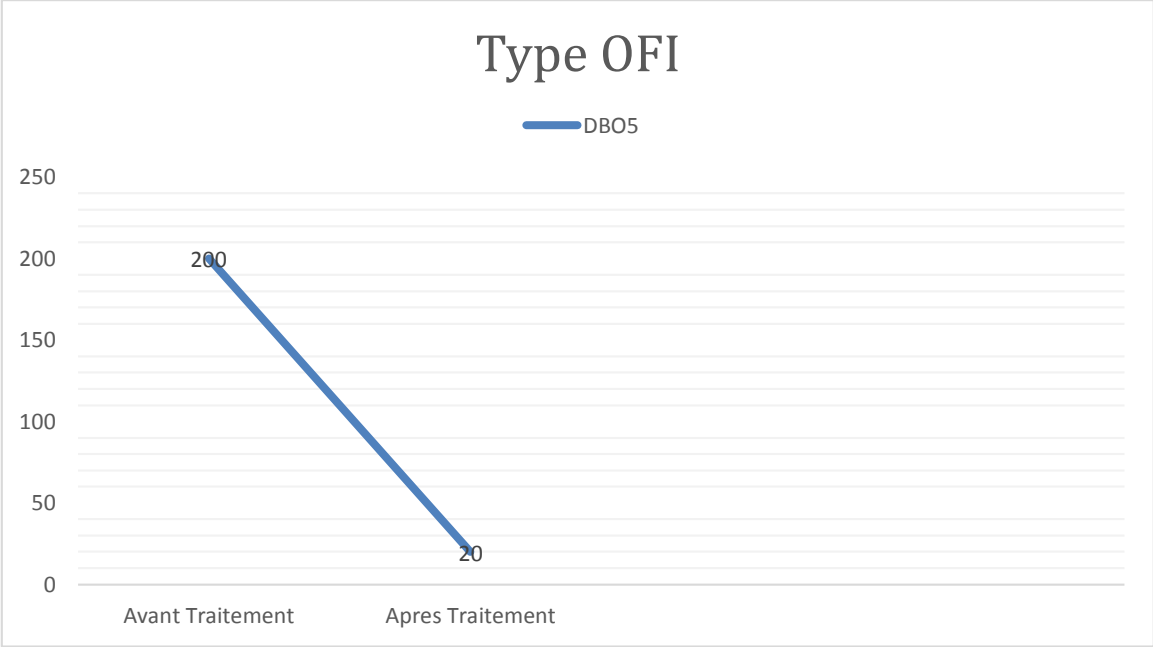


Figure II.20 : *variations de la DBO5 de l'eau brute et traitée (OFI)*

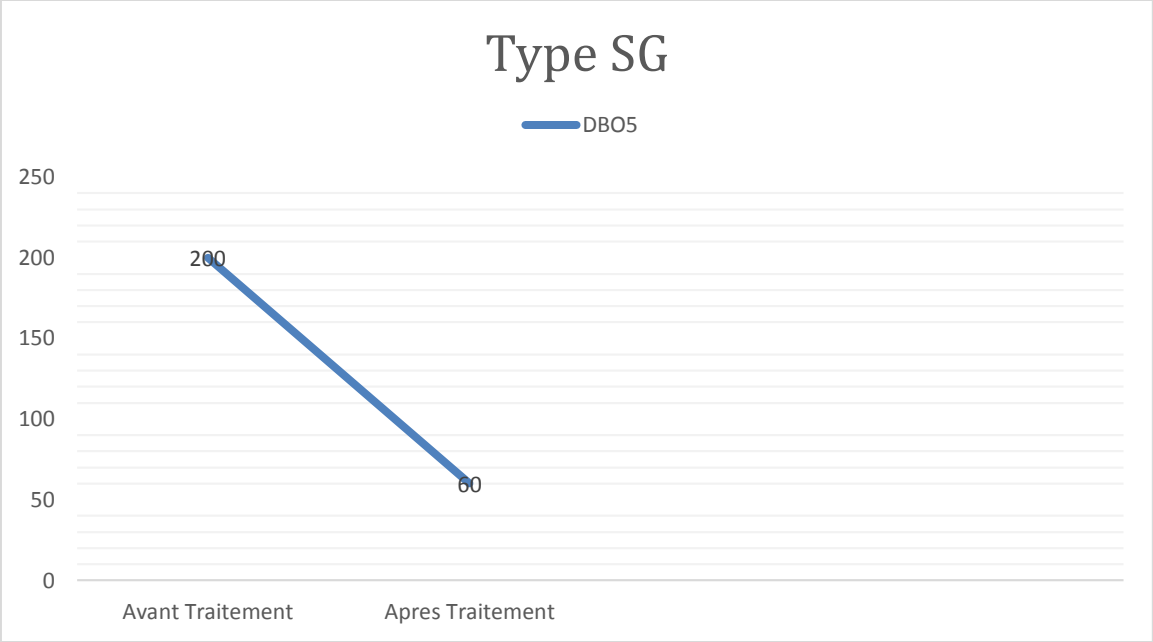


Figure II.21: *variations de la DBO5 de l'eau brute et traitée (SG)*

Résultats obtenues :

- D'après les allures des graphes obtenues et Selon les figures II.18 et II.19 et les tableaux II.10 et II.13 :

La DCO avant traitement (l'eau brut) était 499.2 mg d'O2/l, mais après traitement avec le bioflucant optunia ficus indica égal à 192 mg d'O2/l, et le traitement avec le bioflucant sagauro égal à 288 mg d'O2/l.

- D'après les allures des graphes obtenues et selon les figures II.20 et II.21et le tableau II.13 :

La DBO5 de l'eau brut avant traitement était 200 Mg/l, mais après traitement avec le bioflucant optunia ficus indica égal à 20 mg/l, et le traitement avec le bioflucant sagauro égal à 60 mg/l.

- D'après le tableau II.13 des résultats avant et après traitement :

La turbidtè de l'eau brut avant traitement était 176 NTU, mais après traitement avec le bioflucant optunia ficus indica égal à 25 NTU et traitement avec le bioflucant sagauro égal à 30 NTU.

Le PH de l'eau brut avant traitement était égal à 8.5, mais après traitement avec le bioflucant optunia ficus indica Ph = 6.55 et traitement avec le boifloculant sagauro pH = 6.88.

Discussion des résultats :

Dans le but de tester l'efficacité du gel de cactus dans la "coagulation/floculation", on a procédé à une série d'analyses pour l'eau brut et l'eau traitée avec OFI et SG :

- La demande biochimique en oxygène (DBO) est exprimée par mg d'oxygène parlitre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau.

La concentration de la DBO5 de l'eau brute aboutit à 200 mg d'O2 /l qui arrive jusqu'à 20 mg d'O2 /l OFI et 60 mg d'O2 /l SG après traitement, ce qui signifie que le traitement effectué sur l'eau par l'extrait de OFI est très acceptable surtout par rapport à la norme de rejet de l'ordre de 30 mg d'O2/l et que l'eau à l'entrée de STEP de centre du mèdea est chargée en matières organiques biodégradables.

- La valeur de la DCO enregistrée de l'eau usée, à l'entrée de la STEP et traitée au laboratoire est indiquée sur le tableau II. 13 qui est de l'ordre de 499.2mg d'O2 et 192 mg d'O2 OFI, 288mg d'O2 SG cette dernière est inférieure à celle de l'eau brute.

Ce qui signifie que le traitement effectué par extrait de OFI sur l'eau brute est très acceptable par rapport à l'extrait de SG.

- La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble (Rejsek., 2005).

Les résultats obtenus 176 NTU pour l'eau brute et diminuent dans l'effluent traité pour atteindre des valeurs qui varient entre 25 NTU OFI et 30 NTU SG. En résumé la turbidité de l'effluant traité par OFI et SG est conforme à la norme recommandée par l'OMS et qui est de 20-30 NTU, Selon l'étude réalise par (Meneceur, 2013).

- Selon le tableau II.13 la valeur de pH de l'eau brute 8.5 et on remarque une diminution significative après traitement (6.55-6.88) due à la minéralisation de la matière organique. Ces valeurs se situent dans les normes de rejet comprises entre 6.5 et 8 (OMS, 2004).

Ceci implique que le pH des échantillons analysés est propice pour l'activité des microorganismes (Boubkki, 2016).

On a procédé également à des essais de comparaison de deux différents types de cactus avec l'optunia ficus indica, et le Sagauro.

Les résultats sont les suivants :

- Le gel de cactus optunia ficus indica a une efficacité similaire au gel de cactus sagauro dans les eaux à forte turbidité. Le gel de l'optunia ficus indica est légèrement plus efficace par rapport à gel de sagauro.
- Les deux types de cactus ont provoqué une baisse significative du pH, qui est probablement due à ses caractéristiques d'échange ionique.
- L'efficacité de notre gel dépend de sa viscosité, c'est à dire, il faut qu'il soit utilisé concentré sans dilution.
- Le cactus en général à donné des résultats assez appréciables. mais elle ne peut pas être utilisée dans les eaux potables. parce qu'elle laisse une couleur verte dans les eaux traitées, d'ou la turbidité finale plus au moins élevé.

Conclusion :

L'effet de l'extrait de cactus comme un boi-floculant naturel dans le procédé de "coagulation/floculation" est considérable pour le traitement des eaux usées, L'association des deux étapes de "coagulation/floculation » en utilisant comme agent floculant le produit extrait des cactus, suivie d'une étape de décantation pendant quelques heures, a montré un effet très significatif sur l'élimination des des polluants très élevée et prometteuse pour des eaux usées chargée en (MO, MES, métaux.).

Les expériences effectuées ont montré que le bio-floculant extrait de cactus a donné des résultats satisfaisants avec les deux différents types de cactus, Optunia ficus indica et cactus Sagauro.

Une légère différence dans le pourcentage de réduction des paramètres physico-chimiques (DCO, DBO5, turbidtè) entre le cactus optunia ficus indica et le cactus sagauro.

D'après les résultats obtenus : OFI (DCO 62%, DBO5 90%, turbidtè 86%) et SG (DCO 42%, DBO5 70%, turbidtè 83%), On conclu que cette étude comparative, a montré une très bonne compétitivité avec un fort pouvoir de floculation pour le bio-Floculant à base de l'extrait de cactus optunia ficus indica.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion général :

Au terme de cette étude, nous pouvons avancer les conclusions suivantes :

Ce travail présente une étude originaire, car il permettra d'une contribution intéressante dans le domaine de la valorisation des ressources naturelles de notre pays. D'autres part, il permet la possibilité d'introduire un nouveau réactif biodégradable dans le processus de traitement physicochimique par procédé de "coagulation/floculation".

Nous espérons par ce travail remplacer certains coagulant et Floculant inorganiques largement appliqués dans le domaine de traitement des eaux usées et ayant des inconvénients sur l'environnement et en particulier la santé humaine.

Pour de nombreux critères d'accessibilité, les biomatériaux à base de cactus sont très attrayants pour le traitement des eaux usées. Les cactus sont renouvelables, abondants, respectueux de l'environnement, adaptables et biodégradables. La capacité de diverses préparations de cactus à éliminer les polluants a également été observée.

Pour les prochaines études, il est recommandé de procéder à d'autres expériences concernant certaines modifications des différentes procédures de traitement des eaux usées.

Plusieurs recherches ont montré l'efficacité du cactus comme coagulant/floculant dans le traitement des eaux usées et indique que les cactus sont une alternative possible aux produits chimiques. Il faut approfondir dans ce domaine et amélioré ce procédé naturel qui est disponible et ne représente aucun risque et aucune toxicité.

REFERENCE

REFERENCE

Référence :

Abid A., Zouhri A., Ider A. et Kholtei S. (2009). Valorisation d'un nouveau bio floculant (extrait de cactus) dans le traitement physico-chimique des rejets liquides chargés en cuivre,en zinc et en matière en suspension. Revue des Energies Renouvelables, Vol. 12 N°2, p 321 –330

ANNE-MARIE CAZABAT, Colloïdes et interfaces, Les éditions de physique, 1984

Arba M., 2009. Le cactus opuntia, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc Rabat. Maroc. Pp14-16.

Barbera G., Carimi F., Inglese P., 1992. Past and role of the Indian-fig prickly pear (Opuntia ficus-indica (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. Economic Botany. Pp 10-20.

Belbahloul M., Zouhri A. et Anouar A. (2014). Cactus Opuntia Ficus Indica : une solution contre la pollution métallique et les Matières En Suspension, J. Mater. Environ. Sci., 5 (S2), p 2381-2384.

Belahmadi mohamed Seddik Oussama, (2011) étude de la biodégradation du 2.4 dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn ziad, mémoire de magister, université mentouri-constantine.

Ben Salem H., Nefzaoui A., Ben Salem L., 2002. Supplementing spineless cactus (Opuntia ficus-indica f. inermis) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (Atriplex nummularia L.). Effects on intake, digestion and sheep growth. J. Agric. Sci. Camb. Pp85-92.

Boubki T et Boudjema H, (2016). Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Baraki Alger, Mémoire Master, Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou

REFERENCE

Braka N., Ouzaouit K., Abdenouri M. et Makhfouk M. E. (2013). Dried prickly pear cactus (Opuntia ficus indica) cladodes as a low-cost and eco-friendly biosorbent for dyes removal from aqueous solutions.journal of Taiwan institute of chemical Engineers, 44, p 52- 60.

Chan-Yang Yin (2010). Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. Elsevier, Process Biochemistry, Volume 45, Issue 9, p 1437–1444

DEGREMONT SA, Mémento technique de l'eau, volume 2, Degrémont, 2005

Dubeux J.R., Ferreira dos Santos M.V., de Andrade Lira M., Cordeiro dos Santos D., Farias I., Lima L.E., Ferreira R.L.C., 2006. Productivity of Opuntia ficus indica under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. Journal of Arid Environment. Pp357-372.

Diaz Diaz, A., Rincon, N., Escorihuela, A., Fernandez, N., Chacin, E., Forster, C., 1999. A preliminary evaluation of turbidity removal by natural coagulants indigenous to Venezuela. Process Biochem. 35 (3–4), 391–395.

Doll, S.R., 1993. Review: Alzheimer's disease and environmental aluminium. Age Ageing 22 (2), 138–153.

DOCTOR QUESNEVILLE, Le moniteur scientifique du Doctor Quesneville, volume 73, Université de Californie 1910

DRISCOLL CT and LETTERMAN RD (1995) Factors regulating residual Al concentrations in treated waters. Environmetrics 6 287-309.

REFERENCE

Fiessinger, F. coagulation and flocculation Part I: Coagulation. Congress of International Water Supply Association [Kyoto, Japan,Special subject N° 3]. 1978. Kyoto, Japan.

FRANCE. COMITE D'ACTION CONCERTEE « RECUPERATION ASSISTEE DU PETROLE » France. MINISTERE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE, Interaction solide-liquide dans les milieux poreux : colloque-bilan, Nancy 6-10 février 1984, TECHNIP, 1985

Gibson A.C., Nobel P., 1986. The Cactus primer. Harvard University Press Cambridge. USA. P286.

Guzman U., Arias S., Dávila P., 2003. In: Reyes-Aguero J.A., Aguirre J.R., Valiente-Banuet A., 2006. Reproductive biology of Opuntia: A review. Journal of Arid Environments. Pp549-589.

Hadj-Kouider S. (2011). Caractérisation et traitement des boues d'épuration de la région d'Alger. Thèse de magistère, université Saad Dahlab Blida, Département de chimie industrielle, Algérie.

Jaque K, Gérard J, Valenti W, Bruno C, 2007 : Paramètres physico-chimique de l'eau, traitement des gommes de Moringua Oliféra. Université de Marseille.

Jindong Z., Fangue Z., Youhong L. et Hong Y. (2006). A preliminary study on cactus as coagulant in water treatment, vol 41.

J Mater. Environ. Sci.,6 (2). L'adsorption du Bleu de Méthylène sur un biomatériau à base de Cactus (Adsorption study of Methylene Blue on biomaterial using cactus), p 397-406.

REFERENCE

JÖNS JAKOB BERZELINS, Traité de chimie, Firmin, Didot frère 1829.

Kazi T. et Virupakshi A. (2013). Treatment of tannery wastewater using natural coagulants. Int j Innov Res. Sci. Eng. Technol., 2, p 4061-8.

La Mer, V. K. and Healy, T. W. (1963). The role of filtration in investigating flocculation and redispersion of colloidal dispersions. Journal of Physical Chemistry, 67, 2417-2420. La Mer, V. K. (1964). - Coagulation symposium - Introduction. Journal of Colloid Science, 19, 291.

Lahsasni S., Kouhila M., Mahrouz M., Jaouhari J.T., 2004. Drying kinetics of prickly pear fruit (Opuntia ficus indica). Journal of Food Engineering. Pp 173-179.

Le Houerou H.N., 1996. The role of cacti (Opuntia spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. Journal of Arid Environments. Pp135-159.

MACE TONY, MACE SUZANNE. Cactées et succulentes. Hachette livre, 2003, p.1220.

Mallevialle J., Bruchet A., Fiessinger F., J. Am. Water Works Assoc. 76 (1984) 87-93

Manaceur R et Saidjk K, (2013). Caractéristiques des paramètres physico chimiques et quantification des nutriments des eaux usées de la STEP Est de la ville de Tizi Ouzou.

Mariella Pizzetti, Les plantes grasses, SOLAR, 1980, 176 p. (ISBN 978-2-263-00462-9) - page 23

McLachlan, 1995 ; Flaten, 2001 ; Gauthier et al., 2000 ; Walton, 2013 ; Rondeau et al., 2000).

REFERENCE

Mulas M., Mulas G., 2004. Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. Short and Medium-Term Priority Environnemental Action Programme (SMAP). Université des études de SASSAR.

Nerd A., Mizrahi Y., 1994. Effect of nitrogen fertilization and organ removal on rebudding in Opuntia ficus indica (L.). Scientia Horticulturae. Pp115-122.

Nerd A., 1991. In : Habibi Y., 2004. Contribution à l'étude morphologique, ultra-structurale et chimique de la figue de Barbarie, les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modifications chimiques. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier. Faculté Sciences et Géographie (Grenoble I) et Université Cadi Ayyad. Faculté des Sciences (Semlalia, Marrakech).

OMS, (2004). Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p: 1050

Organ pipe cactus National monument.,(April 2016)

Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Simons A., 2009. Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0

Özacar M., Şengil İ.A., Colloids Surf. A: Physicochemi. Eng. Asp. 229 (2003) 85-96

Ramirez, R.G., Haenlein, G.F.W., and Núñez-Gonzalez, M.A. (2001) Seasonal varia-tion of macro and trace minerals contents in 14 browse species that grow in northeastern Mexico. Small Ruminant Research, 39, 153–159

(Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc, 2010).

REFERENCE

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

Rejesek, (2005). « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de doucumentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

Reyes-Aguero J.A., Aguirre J.R., Valiente-Banuet A., 2006. Reproductive biology of Opuntia: A review. Journal of Arid Environments. Pp549-585

Rondeau, V., Commenges, D., Jacqmin-Gadda, H., Dartigues, J.F, 2000. Relation between aluminum concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study. Am. J. Epidemiol.

Saenz C., Sepulveda E., Matsuhiro B., 2004. Opuntia spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. Journal of Arid Environments. Pp 275-290.

Sakr F., Sennaoui A., Elouardi M., Tamimi M. et Assabbane A. (2014). Étude de J.

Simate, G.S., Iyuke, S.E., Ndlovu, S., Heydenrych, M., Walubita, L.F., 2012. Human health effects of residual carbon nanotubes and traditional water treatment chemicals in drinking water.

Stintzing F.C., Carle R., 2004. In: Mohammer M., Stintzing F., Carle R., 2006. Evaluation of different methods for production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. Innovative Food Science and Emerging Technologies. Pp 275-287.

Zhang J., Zhang F., Luo Y., Yang H., Process Biochem. 41 (2006) 730-733.