

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTÉ DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE ALIMENTAIRE

OPTION : QUALITÉ DE PRODUITS ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE.

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Professionnel

Par : -MEDDOUR DJAWHAR SONIYA

-REZZIG LILIANE

-ADJINI ABDELDJALIL

Intitulé

**Traitement de lixiviat par coagulation-floculation
en utilisant des bio-coagulants**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr RAHALI Abdallah MCA

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Président

Dr. DRIF Seif Eddine MAA

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Rapporteur

Dr BENSLAMA Abderrahim MCA

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Examineur

Année universitaire : 2022 /2023

REMERCIEMENT

Avant tout nous rendons grâce à Dieu le tout puissant et le très miséricordieux pour sa bienveillance, pour nous avoir donné la patience, le courage et la force de mener à terme notre travail.

Tout d'abord, je tiens à remercier tout le personnel du département de microbiologie et biochimie pour tous leurs efforts pour fournir un environnement d'étude approprié, dirigé par le chef de département Dr. RAHALI Abdallah

On tient à remercier aussi tous les enseignants du département qui nous ont suivis au cours de notre parcours universitaire.

Nos profondes gratitudes à notre encadreur Dr. DRIF Seif Eddine pour l'assistance qu'elles nous avons témoigné, pour leur disponibilité et leurs orientations, pour leur compréhension,

Pour les efforts qu'elles avaient consentis avec beaucoup de sympathie et de patience, pour leur gentillesse, ainsi que leurs précieux conseils tout le long de notre mémoire sans lesquelles ce travail n'aurait pas vu le jour.

A notre professeur, le Chef de département et le président de jury Dr. RAHALI Abdallah, et notre examinateur Dr. BENSLAMA Abderrahim

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous fait en acceptant de juger ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent également à tout le personnel des laboratoires de Université Mohamed BOUDIAF - M'SILA " Pôle " de nous avoir aidé et d'être à nos coté jusqu'au bout de notre pratique.

Nous tenons à remercier également toute la promotion de biologie 2018/2023.

Enfin, nous voudrions adresser nos sincères reconnaissances et nos plus profondes gratitudes à tous ceux qui ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

Merci....

Djouher, Liliane, Abdeldjalil

DEDICACE

هذه المذكرة إهداء لروح والدي رحمة الله عليه الذي
أراد وتمنى أن يراني في هذه اللحظة؛ عسى أن يكون
مأواه الجنة إن شاء الله

Ce mémoire était dédié à l'âme de mon père, que Dieu lui fasse miséricorde, qui voulait me voir en ce moment. Que sa place soit au paradis, si Dieu le veut

✚ Tout d'abord, le mérite revient à Dieu "ALLAH" Tout-Puissant, qui est capable de tout, pour m'avoir donné la volonté, le désir, l'endurance, la force et la patience pour passer ce processus et cette étape de vie afin d'atteindre et voir ce jour et d'achever le travail, "El Hamdoulilah".

✚ À Les trois personnes les plus importantes dans ma vie :

Ma source de force et mon premier soutien, ma mère adorée **CHAMI DALILA**, ma tante adorée **MEDDOUR ZOHRA** et mon frère adoré **MEDDOUR FODIL**, qui m'a soutenu dans le bonheur et malheur, la tristesse et la joie, et me pousser à être la meilleure version de moi-même et pour leur sacrifice et encouragement durant toute ces années. Que dieu les garde pour moi.

✚ À mon deuxième père :

Mon cher oncle **MEDDOUR HAMID** et sa merveilleuse épouse **LAARBI KAHINA**.

✚ À ma chère tante :

CHAMI HOURIA et son mari, mon oncle **MEDDOUR CHAABAAN** que Dieu ait pitié de lui

✚ À Mes chers frères et sœurs, mes cousins et cousines :

MEDDOUR SAMIR KHALED et sa femme **MAAROUF HANANE**, **MEDDOUR BOUSAAD** et sa femme **TOUINA NOUR EL HOUDA ASMA**, **MEDDOUR SAID** et sa femme **DECHOCHA ASMA**,
MEDDOUR LINDA, **MEDDOUR SIHAM** et son mari **AIT AMRANE TAKFARINAS**

✚ À Ma moitié, ma sœur, ma cousine :

MEDDOUR IMENE Qui partagera le même sentiment et la même joie avec moi cette année.

✚ À Mes neveux et nièces :

**AIT AMRANE IBTISSEM, AIT AMRANE NOURDINE, AIT AMRANE LILIA ISRAA, MEDDOUR
ROSA RAZANE, MEDDOUR CHIRAZ et L'enfant qui naîtra bientôt, MEDDOUR DJOUD,
MEDDOUR BAHAA CHAABAN**

✚ À mes chers grands-pères :

**CHAMI RAMDAN et grand-mère AIT ELHADJ EZINA, MEDDOUR BOUSAAD ET MEDDOURI
DJOUHER que Dieu ait pitié d'eux et AITMEBAREK TASSAADIT**

À tous mes oncles, mes tantes et leurs familles

À tous la famille MEDDOUR et la famille CHAMI

✚ À Toute personne qui investit et a contribué avec moi à la mise en œuvre et la réalisation
de ce mémoire, mon trinôme : **REZZIG LILIANE et ADJINI ABDELDJALIL.**

✚ À mes amis d'adolescents :

GHEGHELAL ANFAL LOUBNA, MOHAMED LAGRAA BOCHRA, CHEBIKA FATIMA.

✚ À mes amies et mes collègues :

✚ **BAATOUCHE CHAHINEZ, BOUABDALLAH DONYA, DAHMANI LEILA, BENACEUR
CHAHINEZ, DOGHA SABRINA, BOUZIDI IMANE**

À toute la promotion de **BIOLOGIE, SIENCE ALIMENTAIRE, ANP et SPÉCIALEMENT LA
PROMOTION DE MASTER 2 PROFESSIONNEL QUALITÉ DE PRODUITS ET SÉCURITÉ
ALIMENTAIRE 2018/2023**

Tout mon respect et mon appréciation à vous, Merci

—
—
Votre bien-aimé : MEDDOUR DJOUHER SONIYA...

✚ À mes très chers parents qui je remercie énormément pour leurs soutiens et leur sacrifice
et encouragement durant toute ces années. Que dieu les garde pour moi.

❖ A mes frères et sœurs.

❖ A toute ma famille et mes amis.

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

—
—
Liliane...

A ma cher mère Nadia

*Aucun mot ne pourrait exprimer mon amour, mon affection Ta présence, ton soutien, tes prières
et ta bénédiction ont été une source de force pour moi durant toutes mes années d'étude. C'est*

dans ton amour que j'ai puisé ma motivation, dans ta personnalité que j'ai puisé ma force, dans ta bienveillance que j'ai puisé mon bonheur. Je te dédie ce travail comme le témoignage de ma reconnaissance pour l'amour que tu m'offres, des sacrifices que tu fais, du dévouement que tu as montré tout au long de ces années. Que Dieu te protège et te préserve de tout mal et t'accorde la bonne santé.

A mon cher père Aissa

Père tu m'as appris le sens de l'honneur, la dignité, la probité, le respect de soi et des autres, la rigueur, la loyauté et la foi. Voilà cher père un grand jour et un jour de joie pour ton fils et famille, la joie à laquelle tu es privé par la volonté de Dieu. Ainsi va la vie, que ton âme repose en paix, amen.

A ma chère sœur

Merci d'avoir été toujours présente pour moi. Merci pour ton soutien continu, tes encouragements et tes incitations à faire toujours de mon mieux. Que ce modeste travail soit l'expression de mon amour et ma tendresse. Que Dieu te bénisse et te protège.

A mes chers frères Houssam et Firas et Sanad et Moayed

Merci pour vos encouragements et pour les moments quand a pu partager ensemble J'espère que l'avenir sera plein de belles choses pour vous tous.

A toute la famille

Veuillez trouver ici, le témoignage de nos sentiments respectueux et L'expression de notre sincère reconnaissance. Que ce travail vous apporte l'estime et le respect que nous portons à votre égard, et soit la preuve du désir ***que nous ayons de vous honorer...***

A mes amies et proches

Nous vous dédions ce modeste travail, avec tous nos souhaits de Bonheur, réussite et bonne santé.

Abdeldjalil...

Sommaire

Résumé :.....	i
Liste des abréviations	ii
Liste des figures.....	v
Listes des tableaux :.....	vii
Introduction.....	1
I.1. Introduction :.....	3
I.2. Définition d'un Centre D'Enfouissement Technique :.....	3
I.3. Historique :.....	4
I.4. Installation d'un CET :	5
I.5. Le lixiviat	6
I.5.1. Définition :	6
I.5.2. Mécanisme de formation des lixiviats :	6
I.5.3. Types de lixiviats :.....	7
I.5.4. Risques environnementaux et sanitaires :	8
II.1. Introduction :.....	9
II.2. Différents Procédés de Traitement des lixiviats :	9
II.3. Coagulation-floculation :.....	12
II.3.1. Coagulation.....	13
II.3.1. Floculation :	14
II.4. Coagulants biologiques :	16
II.4.1. Introduction :.....	16
II.4.2. Obtention des coagulants biologiques :.....	17
III.1. Présentation de site de prélèvement :.....	19

III.1.1.	Présentation d'un CET de Wilaya de M'sila :	19
III.1.2.	Le Point de Prélèvement :	20
III.2.	Technique utilisée pour le traitement :	20
III.2.1.	Le Jar-Test :	20
III.3.	Mode opératoire :	21
III.3.1.	Préparation de coagulant biologique (extraction de biocoagulant) :	21
III.3.1.1	Préparation de cactus sèche (extrait) :	21
III.3.1.2	Préparation de cactus humide (jus de cactus) :	23
III.3.2.	Les Paramètres :	24
III.3.2.1.	Les paramètres physico-chimiques :	24
III.3.2.2.	Les Paramètres Organoleptique :	27
III.3.2.3.	Les Paramètres Bactériologique : (Annexe 4) :	28
IV.1.	La Caractérisation de lixiviat brute du CET de M'sila :	29
IV.2.	Discussion des paramètres avant traitement :	30
IV.2.1.	La Couleur :	30
IV.2.2.	L'Odeur :	30
IV.2.3.	PH :	30
IV.2.4.	Conductivité :	30
IV.2.5.	Turbidité :	30
IV.2.6.	MES :	31
IV.2.7.	DCO :	31
IV.2.8.	NO_3^- :	31
IV.2.9.	PO_4^{3-} :	31
IV.2.10.	N-NH_4 :	31
IV.2.11.	Bactériologiques :	31
IV.3.	Détermination des doses optimales de coagulants :	32
IV.3.1.	Traitement chimique :	32

V.3.2. Traitement Biologique (biocoagulant) :	33
V.3.2.1. Traitement par Cactus Humide :	33
V.3.2.2 Traitement par cactus sèche (différentes concentrations) :.....	34
V.4. Discussion des résultats après traitement :.....	35
V.4.1 Discussion de résultats (coagulant chimique FeCl_3).....	35
V.4.2 influence de Cactus Sèche (1mol/L) :	37
V.4.3 influence de Cactus Sèche (2mol/L) :	38
V.5. Comparaison entre le coagulant chimique et biocoagulant : (Annexe5)	39
Conclusion :	42
Les Annexes :.....	viii

ملخص

تتمحور هذه الدراسة حول عصارات النفايات المتولدة عن مركز الدفن التقني بالمسيلة، والتي قد تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية. هذه الدراسة تهدف أولاً إلى تعيين خصائص عصارة النفايات وتحديد نسبة التلوث (بينت أن هاته الأخيرة أنها تحتوي على نسبة كبيرة من التلوث). بالنسبة ل DCO يمكن أن يصل إلى قيم عالية (أكثر من 20000 mgO₂/l)، كما أن التلوث المعدني والأزوتي المحمول من العصارة مرتفع أيضاً.

ثانياً معالجة العصارة بتقنية التخثر - التسبخ، باستعمال مخثرات كيميائية وبيولوجية (الصبار) والمقارنة بين نتائجها، حيث أثبتت هذه الأخيرة جودة المخثرات البيولوجية جد مقبولة كما أن تأثيراتها على الطبيعة معدومة.

الكلمات المفتاحية: نفايات، عصارة النفايات، مركز الدفن التقني، التخثر - التسبخ، مخثرات بيولوجية، الصبار.

Abstract:

This study focuses on the leachate generated by the M'sila technical landfill, which can lead to groundwater pollution. This study first aims to define the characteristics of the leachate and to determine the level of pollution (the latter has shown that it contains a significant level of pollution). As the COD can reach high values (over 20,000 mgO₂/l), the mineral and nitrogen contamination carried by the leachate is also high.

Secondly, the treatment of leachate with the technique of coagulation-flocculation, using chemical and biological coagulants (Cactus) and comparing their results, as the latter proved, the quality of biological coagulants is very acceptable, and its effects on nature are non-existent.

Keywords : Waste, Leachate, CET, Coagulation-flocculation, Biological coagulants, Cactus.

Résumé :

Cette étude porte sur les lixiviats générés par le centre d'enfouissement technique de M'sila, qui peuvent entraîner une pollution des eaux souterraines. Cette étude vise d'abord à définir les caractéristiques du lixiviat et à déterminer le niveau de pollution (ce dernier a montré qu'il contient un niveau important de pollution). Le DCO pouvant atteindre des valeurs élevées (plus de 20 000 mgO₂/l), la contamination minérale et azotée véhiculée par le lixiviat est également élevée.

Deuxièmement, le traitement des lixiviats avec la technique de coagulation-floculation, en utilisant des coagulants chimiques et biologiques (Cactus) et en comparant leurs résultats, comme ces derniers l'ont prouvé, la qualité des coagulants biologiques est très acceptable, et ses effets sur la nature sont inexistantes.

Mots clés : Déchets, Lixiviats de décharge, CET, Coagulation-floculation, Coagulants biologique, Cactus.

Liste des abréviations

PROGDEM : Programme National De Gestion Intégrée Des Déchets Municipaux.

CET : Centres d'Enfouissement Techniques.

Epic : Établissements Publics à Caractère Industriel et Commercial.

CSDU : Centre de Stockage de Déchets Ultimes.

CSDMA : Centre de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés.

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux.

CSD : Centre de Stockage de Déchets.

ISD : Installations de Stockage de Déchets.

Ca²⁺ : Ion divalent du Calcium.

Mg²⁺ : Ion divalent du Magnésium.

K⁺ : Ion de Potassium.

Na⁺ : Ion de Sodium.

NH₄⁺ : Ion d'Ammonium.

Fe²⁺ : Ion divalent du Fer.

Mn²⁺ : Ion divalent du Manganèse.

Zn : Le Zinc.

Cd : Le Cadmium.

Cr : Le Chrome.

Cu : Le Cuivre.

Ni : Le Nickel.

Pb : Le Plomb.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène Pendant Cinq Jours.

COT : Carbone Organique Total.

PH : Potentiel Hydrogène.

H₂O₂ : Le Peroxyde D'hydrogène.

H₂O : L'eau.

CO₂ : Le dioxyde de carbone.

POA : Procédé d'oxydation avancé.

OH : hydroxyle radical.

EC : Electrocoagulation.

Fe²⁺ : Ion divalent du Fer.

Fe³⁺ : Ion trivalent du Fer.

Al³⁺ : Ion trivalent d'Aluminium.

OI : L'Osmose Inverse.

MES : Matières En Suspension.

CaCl₂ : Le chlorure de calcium.

FeCl₃ : Le chlorure de fer.

Fe (SO₄)₃: Sulfate de fer.

Al²⁺(SO₄)₃ : Sulfate d'Aluminium.

NaCl : Chlorure de Sodium.

Spectrophotomètre UV-V : Spectrophotomètre Ultraviolet-Visible.

NaOH : Hydroxyde de Sodium.

GN : Gélose Nutritive.

PO₄³⁻ : Orthophosphate.

ms/cm : Millisiemens par Centimètre.

mg/L : Milligramme par litre.

NTU: Nephelometric Turbidity Unit.

NO₃⁻ : Nitrate.

N-NH₄ : Azote ammoniacal.

H₂S : Sulfure d'hydrogène.

Cl⁻ : Ion de chlorure.

SO₄⁻ : Ion de Sulfate.

Na⁺ : Ion de Sodium.

K⁺ : Ion de potassium.

Ca²⁺ : Ion Divalent de Calcium.

NH₃ : L'ammoniac.

tr/min : Tour par minute.

ml : Millilitre.

g : Gramme.

C.H : Cactus Humide.

C.S₁ : Cactus Sèche ₁.

C.S₂ : Cactus Sèche ₂.

Liste des figures

Figure 1 : Les composants d'un cet [15].	5
Figure 2 : Procédé de coagulation-floculation [44].	13
Figure 3 : Shématisation de la double couche et du potentiel Zêta [34].	14
Figure 4 : Les étapes de production d'un bio-coagulant a partir des plantes [50].	17
Figure 5 : Photo satellitaire de Centre d'enfouissement Technique de M'sila (CET) [53].	19
Figure 6 : Photo satellitaire de CET de M'sila (Point de prélèvement)	20
Figure 7 : Jar-test	21
Figure 8 : Séchage du cactus	22
Figure 9 : Solution de NaCl	22
Figure 10 : Broyage du cactus	23
Figure 11: Agitation du cactus	23
Figure 12: Filtation du cactus	23
Figure 13 : Extrait du cactus sèche	23
Figure 14 : Broyage de cactus humide	24
Figure 15 : Filtration de cactus humide	24
Figure 16 : Jus de cactus	24
Figure 17 : Solution mixte	24
Figure 18 : Dilution de lixiviat	25
Figure 19 : Spectrophotomètre UV-V	25
Figure 20 : Lixivat dilué	25
Figure 21 : Évaporation à bain marie	26
Figure 22 : Étape de filtration du lixiviat	26
Figure 23 : Étape de séchage	26
Figure 24 : Turbidimètre	27
Figure 25 : Conductimètre	27
Figure 26 : PH-mètre	27

Figure 27 : Lixiviat brute	27
Figure 28 : Les étapes de préparation de GN.....	28
Figure 29 : Processus d'ensemencement bactérien.....	28
Figure 30 : Les coliformes totaux 0.....	32
Figure 31 : Les streptocoques fécaux 0	32
Figure 32 : Traitement chimique	32
Figure 33 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de coagulant chimique FeCl_3	33
Figure 34 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.H	33
Figure 35 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.S ₁	34
Figure 36: L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.S ₂	34
Figure 37 : Les doses optimales	35
Figure 38 : Les coliformes totaux 1.....	36
Figure 39 : Les streptocoques fécaux 1	36
Figure 40 : Les coliformes totaux 2	37
Figure 41 : Les streptocoques fécaux 2	37
Figure 42 : Les coliformes totaux 3.....	38
Figure 43 : Les streptocoques fécaux 3	38
Figure 44 : Les coliformes totaux 4.....	39
Figure 45 : Les streptocoques fécaux 4	39
Figure 46: Abattement de l'azote ammoniacale	39
Figure 47 : Abattement de DCO	39
Figure 48 : Abattement de la conductivité.....	40
Figure 49 : Abattement de MES.....	40
Figure 50 : Abattement de la turbidité.....	40

Listes des tableaux :

Tableau 1: Les matériaux et produits utilisées pour le traitement de cactus sèche	21
Tableau 2 : Les matériaux et produits utilisées pour la préparation de jus de cactus	23
Tableau 3 : Caractérisation des paramètres	29
Tableau 4 : Les doses de FeCl_3 et les résultats de la turbidité	33
Tableau 5 : Les quantités de cactus humide et les résultats de la turbidité	33
Tableau 6 : Les quantités de cactus sèche de 1mol/L et les résultats de la turbidité.....	34
Tableau 7 : Les quantités de cactus sèche de 2mol / L et les résultats de la turbidité.....	34
Tableau 8 : Les résultats après traitement par FeCl_3	35
Tableau 9 : Les résultats après traitement par cactus humide.....	36
Tableau 10 : Les résultats après traitement par cactus sèche ₁	37
Tableau 11 : Les résultats après traitement par cactus sèche ₂	38
Tableau 12: Résultats globale	41

Introduction générale

Introduction

En Algérie, durant ces dernières années, les déchets ménagers et assimilés étaient très mal gérés. Leur gestion, relevant essentiellement des responsabilités de la commune, était souvent mal assurée, et leur stockage se faisait dans des décharges incontrôlées à ciel ouvert, et, mélangés à tous types de déchets sans aucun tri préalable. Ils étaient pendant des siècles une source importante de nuisances telles que les mauvaises odeurs, les contaminations des eaux souterraines et la dégradation du milieu récepteur. Face à cette situation alarmante, le ministère de l'environnement algérien, depuis sa création, est intervenu très rapidement, et ce, par l'institution et le lancement en 2003 d'un programme national de gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM), qui a pour objectif principal, l'éradication de toutes les décharges sauvages existantes, l'organisation et l'amélioration de la collecte et l'élimination des déchets dans des endroits plus hygiéniques et normalisés. La mise en exécution de cette stratégie a permis la fermeture et la réhabilitation durant ces dix dernières années d'un nombre important de décharges sauvages. Les déchets ménagers et assimilés sont, actuellement, dirigés vers des sites de stockage spécifiques, appelés « Centres d'Enfouissement Techniques (C.E.T) [1].

Les CET sont appelés à être gérés par des établissements publics à caractère industriel et commercial (Epic) qui seront chargés des activités de tri, de collecte, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets au niveau du centre. Ces Epic doivent réfléchir à des actions pour la récupération et la valorisation des déchets d'emballage et au mode de concession des activités en amont des CET [2].

En Algérie, la gestion des déchets rencontre de très nombreuses difficultés, tant du point de vue technique, économique, que méthodologique et organisationnel [3]. Les problèmes engendrés par le traitement de ce type de déchets sont : la production des lixiviats, biogaz, des fumées et des odeurs étouffantes, ...etc. La conséquence majeure inévitable d'une mise en service d'une décharge est la production d'un lixiviat pouvant être à l'origine de sérieux problèmes écologiques. En effet, ces lixiviats sont riches en matières organiques, en matières inorganiques et en métaux lourds. Leur rejet à l'état brut, sans aucun traitement préalable, engendrera des impacts sur : les eaux (eaux de surface et souterraines), sols (migration des polluants organiques et minéraux), air (émission des gaz à effet de serre) et donc pollueur de l'écosystème naturel et humain. Le plus grand risque lié à la production de lixiviats est la contamination de la nappe phréatique [4]. Donc il est nécessaire de traiter le lixiviat avant de le rejeter dans le milieu nature.

Dans cette mémoire, nous allons essayer de savoir si l'utilisation de coagulants biologiques pour traiter lixiviat peut éliminer les matières en suspension (ou MES). L'objectif était de proposer un

prétraitement par coagulation - flocculation en utilisant comme flocculant FeCl_3 et comme coagulant naturel (le cactus).

-Pour ce la notre étude est divisée en deux grandes parties :

La première partie du mémoire concerne la partie théorique, divisée en deux chapitres, le premier chapitre c'est un des généralités sur le centre d'enfouissement technique quant au deuxième chapitre abordera les procédés de traitement de lixiviat.

La deuxième partie (expérimentale) comprend aussi deux chapitres, le premier chapitre concerne la partie : matériels et méthodes, le deuxième chapitre quant à lui comprend les résultats obtenus et leurs discussions.

Et à la fin une conclusion générale.

Références bibliographiques :

- [1] : Bouras, A., & Boudehir, N. (2016). Traitements physico-chimiques et biologiques des lixiviats de décharge (Doctoral dissertation, UMMTO).
- [2] : Touahria, A. (2012). Caractérisation et traitement par électrocoagulation et électro-fenton des lixiviats du CET M'Sila et de Staoueli (Doctoral dissertation).
- [3] : A. DAMIEN : Guide du traitement des déchets ; DUNOD, paris, 2002.
- [4] :D. HUEBER : Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains ; GTZ GmbH, juillet 2001.

Partie théorique

Chapitre I : Centre

D'Enfouissement

Technique

I.1. Introduction :

L'évolution des modes de vie engendre une croissance significative de la production des déchets. Parmi les différents procédés de traitement et/ou d'élimination, le stockage est le plus ancien et reste pour l'instant le plus répandu. La filière traditionnelle d'élimination des déchets solides en Algérie est essentiellement la mise en décharge, méthode la plus ancienne et la plus largement pratiquée du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination. La gestion directe est prédominante et l'enfouissement des déchets est l'option privilégiée par les pouvoirs publics. La participation du secteur privé reste encore timide et ne semble pas connaître d'amélioration [5].

Jusqu'à présent, bon nombre de sites de stockage ne faisaient l'objet d'aucun suivi ni d'aucune étude préalable [6].

L'autre souci majeur engendré par les CET est celui des liquides formés lors de la percolation des eaux pluviales avec les déchets en pleine décomposition : les lixiviats.

Ces lixiviats, au fil du temps, se chargent en matières organiques et autres métaux lourds, ce qui fait un vecteur de pollution des plus dangereux [7].

Ces sites étaient à l'origine de pollutions et de nuisances de nature à détériorer les milieux récepteurs et à générer une mauvaise acceptation sociale de ce type d'infrastructure de service public. Des mesures d'atténuation, tant à l'implantation qu'à l'exploitation sont donc indispensables à une meilleure protection de l'environnement.

Un CET est donc un lieu de stockage des déchets pour lequel la conception, l'implantation et l'exploitation sont menées de manière à minimiser l'impact environnemental et social de cette infrastructure de service public [6].

I.2. Définition d'un Centre D'Enfouissement Technique :

Une installation de stockage ou centre d'enfouissement technique (CET) : C'est une installation d'élimination des déchets par le dépôt ou enfouissement sur le sol ou dans les cavités artificielles ou naturelles avec couverture ultérieure et réaménagement du site [8].

Méthode la moins écologique de toute puisque le déchet n'est ni réutilisé, ni valorisé, ce mode de gestion s'applique essentiellement aux déchets ultimes dont aucune solution, à l'heure actuelle n'a été trouvée [9].

-Les centres d'enfouissement peuvent prendre divers noms :

- un CET est un Centre d'Enfouissement Technique.
- un CSDU est un Centre de Stockage de Déchets Ultimes (terme qui remplace celui de CET).
- un CSDMA : Centre de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés.
- une ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux [10].

Les décharges sont devenues des centres d'enfouissement technique (ou centre de Stockage), qui nécessitent des méthodes rigoureuses de stockage et de gestion des déchets [11].

Le centre d'enfouissement peut également évoluer vers le concept de bioréacteur qui est caractérisé par deux principes : le confinement et le contrôle des paramètres de fermentation. La seule différence entre Le centre d'enfouissement et le bioréacteur est que les lixiviats générés dans le bioréacteur ne sont pas traités en dehors du site, mais ils sont mis en recirculation dans les résidus. Cette recirculation permet d'accélérer la dégradation des matières organiques (matières putrescibles) en maintenant un fort taux d'humidité. Autrefois, Les CSD étaient appelés des décharges [12].

Aujourd'hui, il s'agit de centres d'enfouissement technique (CET) ou installations de stockage de déchets (ISD). La nature et les caractéristiques des déchets imposent une mise en œuvre et un traitement spécifique aux risques associés. La classification des centres de stockage de déchets est donc faite fonction de la nature des déchets [13].

I.3. Historique :

Des centres d'enfouissement techniques de déchets, appelés actuellement centres de stockage de déchets, ont été réalisés ou sont en cours de réalisation dans divers Wilayas du pays.

Le Temps d'Algérie (Quotidien National d'Information) rapporte en date du 24 Avril 2010 Selon l'agence nationale des déchets :

- 32 CET sont achevés à travers le territoire national.
- 42 sont en cours de réalisation.
- 7 autres en voie de lancement.
- 12 en phase d'étude.
- 4 centres sont en phase de choix de site.

La réalisation des CET intervient en fonction d'un cahier de charge, une fois les études d'impact sur l'environnement et la santé du citoyen finalisées, la pérennité des centres d'enfouissement

technique dépend du "respect des critères en vigueur dans le monde et leur contrôle par la création, en leur sein, d'unités chargées du tri et du traitement des déchets".

Les agents, quant à eux, sont tenus de procéder au tri des déchets recyclables qui nécessitent d'être coupés pour en réduire le poids avant d'être enfouis avec des méthodes modernes pour empêcher la propagation des mauvaises odeurs. Les CET ont été également dotés des stations de traitement des lixiviats des déchets et des gaz émanant de ces centres outre la réalisation d'autres stations pour le tri sélectif des déchets.

La durée de vie des CET dépasse les 15 ans, et la réalisation d'un centre d'enfouissement technique prend en compte des normes importantes et étudiées dans le cadre du cahier de charge [14].

I.4. Installation d'un CET :

Un site de CET comprend plusieurs éléments indispensables à l'enfouissement contrôlé des déchets. Ci-après, un schéma montrant l'ensemble d'un CET avec les structures et installations qu'il comprend est présenté [6] :

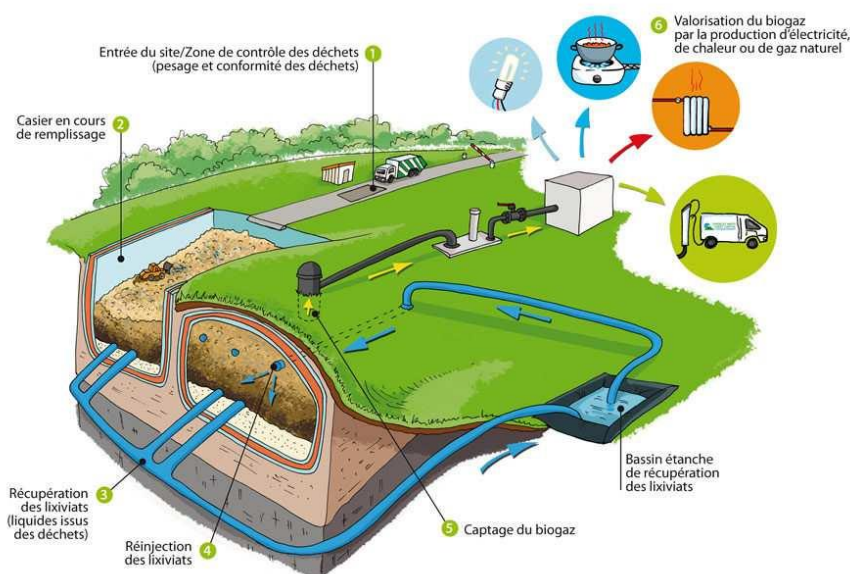


Figure 1 : Les composants d'un cet [15].

Le stockage des déchets, revient à concentrer dans un volume réduit un ensemble varié de matériaux évolutifs. Dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions bio-physico-chimiques complexes. Une partie des produits de la dégradation se retrouve en phase gazeuse, le biogaz, l'autre est transportée par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans les déchets, le lixiviat [16].

I.5. Le lixiviat

I.5.1. Définition :

Le lixiviat est défini comme étant l'eau qui percole à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement de substances minérales et organiques. Ce « jus de décharge » résulte donc de la solubilisation de composés lors de la percolation non uniforme et intermittente de l'eau à travers la masse de déchets. La genèse du lixiviat est donc la conséquence de l'infiltration dans la masse de déchets d'eaux de pluie, d'eaux de ruissellement, d'eaux souterraines (dans le cas où les déchets sont enfouis sous la nappe phréatique), mais elle est aussi due, en plus faible partie, à la présence d'humidité dans les déchets au moment de leur enfouissement. Ce percolât est donc un effluent complexe caractéristique de la décharge dont il est issu. Les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat sont la composition des déchets enfouis, leur degré de décomposition, leur taux d'humidité, leur température, le taux d'infiltration de l'eau dans les déchets, les conditions climatiques et l'âge de la décharge. Malgré sa complexité, quatre groupes de polluants caractérisent le lixiviat [17] :

- La matière organique dissoute.
- Les composés organiques anthropiques (hydrocarbures aromatiques, phénols, composés aliphatiques chlorés...)
- concentration inférieure à 1 mg. L⁻¹.
- Les composés minéraux majeurs : Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ ...
- Les métaux lourds (Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb...).
- à l'état de traces.

La genèse des lixiviats implique simultanément des processus aérobies et anaérobies, liés au mode d'exploitation de la décharge et à la nature des déchets enfouis. Ces mécanismes sont bien connus, en particulier dans le cas des centres d'enfouissements [18].

I.5.2. Mécanisme de formation des lixiviats :

Les lixiviats apparaissent dès que l'humidité des déchets est supérieure à leur capacité de rétention. A partir de ce moment, les eaux de percolation, provenant essentiellement des précipitations, ne peuvent plus être retenues par le déchet et s'écoulent dans l'espace des pores.

Plusieurs facteurs agissent sur la formation des lixiviats [16] :

- ✓ Facteurs climatiques et hydrogéologiques : Les pluies, la neige, l'intrusion des eaux souterraines.
- ✓ Qualité des déchets : L'âge, la perméabilité, la teneur initiale en humidité, la taille des particules, leur degré de décomposition...etc.
- ✓ L'exploitation et la gestion du site : Compactage, végétation, couverture, recirculation, irrigation...etc.
- ✓ Mécanismes internes : Décomposition des composés organiques, formation de biogaz et de la chaleur.

I.5.3. Types de lixiviats :

La synthèse des résultats d'analyses sur une trentaine de lixiviats a permis à MILLOT de classer Ceux-ci en trois grandes familles [19] :

a. Lixiviats jeunes qui présentent :

- ✓ Une charge organique élevée ($DCO > 20 \text{ g.L}^{-1}$).
- ✓ Une biodégradabilité moyenne ($DBO_5/DCO > 0,3$).
- ✓ Un pH de l'ordre de 6,5.
- ✓ Une concentration en acide carboxylique importante qui présente plus de 80% de la charge organique.
- ✓ Une teneur en métaux élevée (jusqu'à 2 g.L^{-1}).
- ✓ Un rapport COT/DCO voisin de 0,3.

b. Lixiviats intermédiaires :

Au cours du temps, la composition des percolât évolue, de celle typique des lixiviats jeunes vers celle des lixiviats stabilisés. Ils présentent notamment :

- ✓ Une charge organique avec une DCO comprise entre 3 et 15 g.L^{-1} .
- ✓ Une biodégradabilité assez faible (DBO_5/DCO voisin de 0,2).
- ✓ Une concentration en acides carboxyliques représentant 20 à 30% de la charge organique.
- ✓ Un pH voisin de la neutralité.

En principe la teneur en métaux baisse avec l'âge de la décharge et le poids moléculaire des constituants des lixiviats à tendance à augmenter.

c. Lixiviats stabilisés qui présentent :

- ✓ Une charge organique assez faible ($DCO < 2 \text{ g.L}^{-1}$).
- ✓ Une biodégradabilité très faible ($DBO_5/DCO < 0,1$).

- ✓ Une absence d'acides carboxyliques.
- ✓ Une teneur en métaux faible $< 50\text{mg.L}^{-1}$.
- ✓ Un pH légèrement supérieur à 7,5.
- ✓ Un rapport COT/DCO de l'ordre de 0,4 qui indique la présence de composés difficilement oxydables [14].

I.5.4. Risques environnementaux et sanitaires :

Les lixiviats représentent une grande part de la pollution liée à une charge. Contrairement au biogaz, qui aisément dispersé dans l'atmosphère, les lixiviats, de part leur nature liquide, sont une source concentrée de polluants. Le plus grand risque lié à la production de lixiviats est la contamination de la nappe phréatique. Cela aurait pour conséquence de polluer les puits d'eau de consommation et donc de priver la population d'un élément vital à sa survie.

Dans le même ordre d'idée, il est nécessaire de ne pas utiliser les lixiviats comme eau de consommation.

En cas de consommation d'une eau polluée par des lixiviats, les risques encourus sont de graves intoxications pouvant entraîner des maladies irréversibles et la mort. Signalons également que la pollution des réserves d'eau potable par des micro-organismes pathogènes peut provoquer des épidémies. Au-delà de ces considérations, les lixiviats doivent être traités comme des substances extrêmement dangereuses. Il est nécessaire d'en organiser la collecte et le traitement afin de limiter au maximum les conséquences sur l'environnement [20].

Références bibliographiques :

- [5] : Guessoum, B. (2016). Impact environnemental de centre d'enfouissement technique (Doctoral dissertation).
- [6] : Arjoun, Y. (2011). Etude d'un centre d'enfouissement technique (Doctoral dissertation).
- [7] : Chikbouni, Lamine. Traitement des lixiviats de la décharge de Ouled Fayet par la combinaison des deux procédés coagulation et oxydation Fenton. Diss. 2009.
- [8] : MOLETTA.R., (2009). Le Traitement des déchets. Ed TEC & DOC, Paris.685 P.
- [9] : VORBURGER Julia (écologie industrielle et valorisation des déchets). MBA gestion internationale déposé à la session d'hiver 2006.
- [10] : Kouloughli, S., & Lachache, R. (2017). Effets des polluants sur la consolidation d'un mélange sable/bentonite utilisé dans l'imperméabilisation d'une décharge.
- [11] : BALET.C.M., (2005). Aide-mémoire, Gestion des déchets. Ed Dunod. Paris. 230 P.
- [12] : بن عطاء الله, & محمد: (2013). Impact de la pollution d'un centre d'enfouissement technique (CET) sur la nappe Cas du CET de Soumaâ (W. Blida) (Doctoral dissertation, جامعة الجلفة).
- [13] : Hà LÊ Thị Ngọc COMPORTEMENT DES SOLS FINS UTILISES EN COUVERTURE ETANCHE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS : APPROCHE EXPERIMENTALE ET NUMERIQUE [Ouvrage]. -[s.l.] : L'UNIVERSITE GRENOBLE I – JOSEPH FOURRIER, 2009. - p. 5.
- [14] : Guessoum, B. (2016). Impact environnemental de centre d'enfouissement technique (Doctoral dissertation).
- [15] : « La gestion des déchets - Communauté de Communes Fium'Orbu Castellu ». [En ligne]. Disponible sur http://www.comcomfiumorbucastellu.fr/La_gestion_des_dechets.T.htm#La_gestion_des_dechets.T. [Consulté le : 18-sept-2014].
- [16] : Martin Pépin AINA : Expertises des Centres d'Enfouissement Technique des déchets urbain dans les PED : Contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa Validation expérimentale sur sites. Thèse de doctorat de l'université de LIMOGES, Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, (Septembre 2006).

[17] : BERTHE. Céline, « Etude de la Matière Organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés », Thèse de doctorat, UNIVERSITE DE LIMOGES, décembre 2006.

[18] : BILLARD.H, « Centre de stockage de déchets " exploitation " » Technique de l'ingénieur, Traité environnement, G2-102, p 1-22 (date non mentionnée).

[19] : HAMOURI.K et DJEMAA.R, « Evaluation de la population des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et proposition d'un traitement », Projet de fin d'étude, USTHB, 2006.

[20] : GUIDE DES TECHNICIENS COMMUNAUX POUR LA GESTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme.

Chapitre II :

Procédés de traitement de lixiviat

II.1. Introduction :

Les lixiviats de décharge sont souvent définis en tant que des eaux usées dangereuses et fortement polluées. Le lixiviat peut contenir de grandes quantités de matière organique biodégradable, mais également réfractaire à la biodégradation.

Des lixiviats de décharge ont été identifiés en tant que sources potentielles de contamination d'eaux de surface, ils peuvent aussi s'infiltrer à travers des sols et dessous-sols, causant la pollution des eaux souterraines.

Plusieurs processus, tirés de la technologie des eaux usées et des eaux potables, ont été appliqués pour le traitement des lixiviats de décharge, tels que la dégradation biologique anaérobie et/ou aérobie, de l'oxydation chimique, la coagulation-précipitation, l'adsorption par charbon actif, la photo-oxydation et des processus membranaires. Par conséquent, une combinaison de procédé physico-chimique et biologique est souvent exigée pour le traitement efficace de ces eaux usées fortement polluées [21].

II.2. Différents Procédés de Traitement des lixiviats :

Les lixiviats ne peuvent être rejetés en milieu naturel que s'ils respectent les normes de rejets admissibles, faire traiter les lixiviats dans une station de traitement ou dans une station d'épuration collective, urbaine ou industrielle. Un traitement préalable peut dans le cas échéant être nécessaire.

Les procédés les plus courants dans le domaine du traitement des lixiviats sont :

- ☐ Procédés biologiques.
- ☐ Procédés physico-chimiques,
- ☐ Traitements membranaire

II.2.1. Les méthodes biologiques :

Les traitements biologiques se sont révélés très efficaces pour éliminer les matières organiques et azotées des jeunes lixiviats lorsque le rapport DBO5/DCO a une valeur élevée ($>0,5$) [22].

Les procédés biologiques peuvent être divisés en deux grands groupes : aérobie ou anaérobie, selon qu'il y ait ou pas présence d'oxygène. Parmi ces traitements biologiques, il existe des procédés biologiques naturels (lagunage) et contrôlés (boues activées, lits bactériens).

III.2.2. Méthodes physico-chimiques :

-Coagulation-floculation :

Son action est double. En effet, elle permet à la fois l'élimination des matières en suspension colloïdales et aussi d'une partie de la matière organique par adsorption sur le floc. Ce traitement se décompose en 3 étapes successives :

- ▶ La coagulation proprement dite qui consiste à déstabiliser les particules par actions de réactifs chimiques (sels de fer ou d'aluminium) sous une agitation vive.
- ▶ La floculation, sous agitation lente qui entraîne une agglomération des colloïdes « électriquement neutralisés » en floes.
- ▶ Une décantation afin de séparer les floes et le surnageant clair.

L'efficacité de la coagulation-floculation dépend de la nature du lixiviat à traiter ; elle sera assez faible de l'ordre de 10 à 20 % sur des lixiviats « jeunes » fortement biodégradables et de l'ordre de 70 % sur des percolât stabilisés. La coagulation-floculation entraîne parallèlement une décoloration du lixiviat et aussi une production de boues.

Ce traitement permet un abaissement maximal de la DCO de 40 à 50 %, mais augmente la concentration dans l'eau traitée en chlorures, fer, ou aluminium, selon le sel utilisé pour la coagulation. Il est par ailleurs producteur de boues (20 % de volume traité environ), et génère une coloration sensible (chlorure ferrique) [23].

-Adsorption :

L'adsorption est un procédé utilisé pour éliminer les substances humiques responsables de la couleur, les goûts, les odeurs, les phénols et les crésols [24].

-Flottation :

Est basée sur l'élimination des colloïdes, des ions, des macromolécules, des micro-organismes et des fibres [25].

-Précipitation chimique :

La précipitation chimique a été utilisée pour l'élimination des composés organiques bios récalcitrants, de l'azote ammoniacal et des métaux lourds à partir des lixiviats [25].

-Evaporation –oxydation chimique :

Le principe de cette technique est d'utiliser la chaleur dégagée lors de la combustion du biogaz pour évaporer les lixiviats. Les fumées chargées de substances polluantes dégagées par l'évaporation sont alors recueillies et oxydées dans la torchère [26].

-Ozonation :

C'est un traitement chimique par oxydation. L'ozonation est généralement utilisée comme traitement d'appoint, car malgré son efficacité (jusqu'à un 90% de réduction pour la DCO), ce procédé encore récent reste très onéreux [26].

- Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée H_2O_2) :

On utilise généralement à température ambiante pour traiter les eaux peu chargées en matières organiques cependant à plus haute température, l'efficacité du traitement augmente et peut conduire à l'oxydation totale en H_2O et CO_2 de la charge organique par leur toxicité et leur résistance à la biodégradation [26].

-Procédé d'oxydation avancé POA :

Les POA ont été définis pour la première fois par Glaze et al. Comme étant des procédés de traitement des eaux opérant à température et pression ambiantes, et qui conduisent à la formation en solution et en quantité suffisante d'oxydants très puissants : les radicaux hydroxyles (OH) [27].

- Electrocoagulation (EC) :

Le procédé d'électrocoagulation est basé sur le principe des anodes solubles. Il s'agit, d'imposer un courant (ou potentiel) entre deux électrodes (fer ou aluminium) immergées dans un électrolyte contenu dans un réacteur pour générer, in-situ, des ions (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) susceptibles de produire un coagulant en solution et de provoquer une coagulation- floculation des polluants que l'on souhaite éliminer. L'électrolyse peut également coaguler les composés solubles [28].

III.2.3. Méthodes membranaires :

Les procédés membranaires utilisés dans le traitement des eaux en général, et des lixiviats de décharges en particulier, sont :

- L'osmose inverse ;
- La nanofiltration ;
- La microfiltration ;
- L'ultrafiltration.

-L'osmose inverse :

L'Osmose Inverse (OI) est un traitement physico-chimique alternatif pour le lixiviat stabilisé. Dans l'application d'OI, n'importe quel liquide qui contient des cations en métal peut passer par une membrane de telle manière que les concentrations en métal soient réduites. Avec le taux de rejet 98- 99% pour les contaminants organiques et inorganiques, l'osmose inverse peut être utilisée

pour le déplacement des métaux lourds, des matériaux en suspension colloïdale et des solides dissous du lixiviat de décharge [29].

-La nanofiltration :

En raison de ses propriétés uniques entre l'ultrafiltration et l'osmose inverse, la nanofiltration a montré ses preuves dans l'élimination des composés organiques récalcitrants et des métaux lourds provenant des lixiviats [30,31]. La nanofiltration utilise généralement des membranes en polymère moléculaire de coupure entre 200 et 2000 g/mol [32].

-Microfiltration :

Est un procédé de séparation solide / liquide qui met en œuvre des membranes dont les diamètres de pores sont compris entre 0,1 et 10 μm . Il permet donc la rétention des particules en suspension ou des bactéries.

-Ultrafiltration :

Utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 μm . De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes) [33].

II.3. Coagulation-floculation :

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination de MES et colloïdales. Celle-ci est réalisée dans une étape ultérieure de séparation solide liquide : décantation, flottation ou filtration [34].

La floculation-coagulation a été utilisée pour le déplacement des composés organiques non-biodégradables et des métaux lourds du lixiviat de décharge. Le procédé de coagulation déstabilise les particules colloïdales par l'addition d'un coagulant. Pour augmenter la dimension particulaire, la coagulation est habituellement suivie de la floculation des particules instables. Cette technique facilite le déplacement des solides en suspension et des particules colloïdales d'une solution. L'approche générale pour cette technique inclut l'ajustement de pH et comporte l'addition des sels de ferrique/aluminium comme coagulant pour surmonter les forces répulsives entre les particules [35].

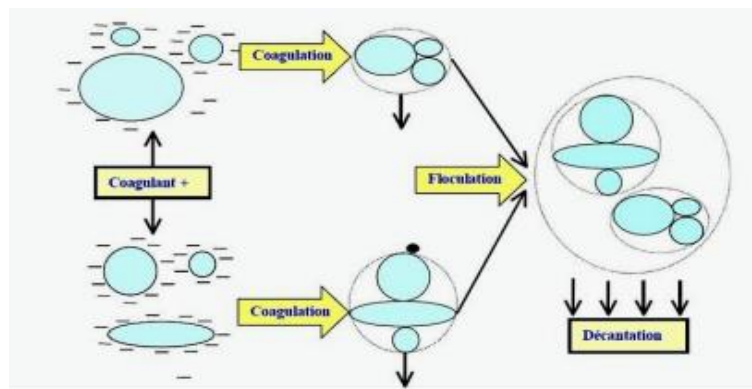


Figure 2 : Procédé de coagulation-floculation [44].

II.3.1. Coagulation

a. Définition :

La charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles tendent à éloigner les particules les unes des autres et, par conséquent, à les stabiliser dans la solution. Le but principal de la coagulation est de déstabiliser ces particules pour favoriser leur agglomération [36].

b. Notion de charges électriques et de double couche :

Le concept de la double couche ionique a permis d'exprimer dans la pratique l'importance des forces répulsives de nature électrostatique par la mesure de la potentielle électrocinétique de Freundlich ou potentiel zêta, qui mesure la charge électrique superficielle des colloïdes [37].

Les colloïdes présents dans l'eau brute sont très généralement chargés négativement (Imperfections du réseau cristallin, ionisation des groupements chimiques périphériques, ...).

Dans la théorie de la double couche, la coagulation est l'annulation du potentiel Zêta.

L'appareil permettant la mesure de la potentielle électrocinétique est le Zêta-mètre [34].

La stabilité des suspensions colloïdales est due :

- Aux forces de répulsion induites par un potentiel zêta élevé.
- Adsorption d'un polymère non ionique.

Les particules microscopiques et colloïdales sont stabilisées par la formation de couches électriques, solidaires de la particule, comme ces dernières ont toutes la même charge, elles se repoussent mutuellement et gardent leur individualité. L'épaisseur de la charge électrique et sa densité sont influencées par la concentration et la valence des ions en solution. Si une trop grande quantité de coagulant est ajoutée, la surface de la particule va se trouver chargée positivement (un potentiel zêta positif) et la particule va se disperser à nouveau, pour des eaux usées urbaines une

dose de 50 mg/l de CaCl_2 à un pH de 6,5 sont nécessaires pour éviter l'apparition d'un potentiel zêta positif [38].

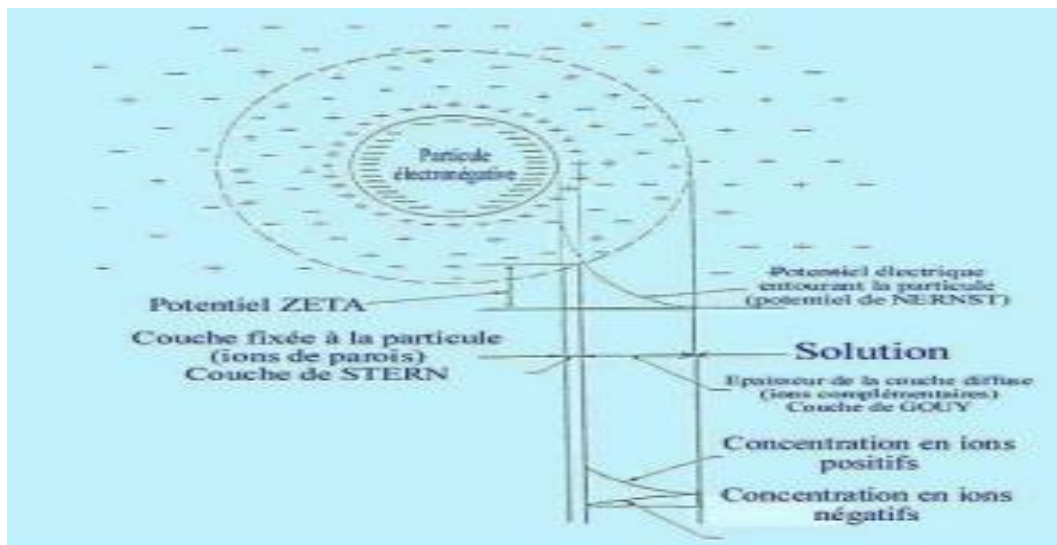


Figure 3 : Shématisation de la double couche et du potentiel Zêta [34].

II.3.1. Flocculation :

La flocculation est le transport et la mise en contact des particules déstabilisées qui s'associent et forment des flocons plus volumineux par rapport à l'état initial. La flocculation a pour but d'accroître par une agglomération, le volume, le poids et la cohésion de l'agglomérat formé. Ce grossissement est obtenu par création d'une turbulence modérée afin d'augmenter la probabilité de rencontre des flocons.

L'agglomération des particules neutralisées en micro-flocs puis en flocons volumineux et décantables s'effectue grâce à deux phénomènes :

- Le mouvement Brownien de particules ou flocculation péricinétique.
- Le déplacement des particules du fluide ou flocculation orthocinétique [39].
- Flocculant :

Les flocculants clarifient l'eau en se combinant avec les particules en suspension de façon à permettre à ces particules d'être rapidement et facilement séparées de l'eau. Toutes les industries rejetant des effluents turbides utilisent les flocculants telles que l'industrie des mines, les usines de papeterie et autres.

Adjuvants de flocculation :

Les polymères organiques (silice activée) et polymères naturels (starches, algues) sont les premiers à avoir été utilisés. Mais l'utilisation d'adjuvants de flocculation synthétiques permet de minimiser la production de boues. Si l'on combine ces adjuvants de flocculation avec différentes

techniques de séparation, on peut produire des boues denses qui seront directement traitées dans des unités de déshydratation [40].

Facteurs influençant la coagulation-floculation :

Afin d'optimiser la coagulation, il faut tenir compte de plusieurs variables en interrelation, comme le pH, les sels dissous, la température de l'eau, le coagulant utilisé, l'agitation, la turbidité et la couleur [41].

► pH

Le paramètre le plus important à prendre en considération lors de la coagulation est la variation du pH. Pour chaque eau, il existe un intervalle de pH pour lequel la coagulation a lieu rapidement, intervalle qui est fonction du coagulant utilisé, de sa concentration et de la composition de l'eau à traiter [41].

Pour les sels de Fer et d'aluminium, les plages de pH optimales s'étendent respectivement de 4 à 6 et de 5 à 7, pour certaines eaux, il faut parfois corriger le pH à l'aide de divers produits (acides, chaux ou soude) [42].

Les coagulants métalliques (tels que FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}^{2+}(\text{SO}_4)_3$, CaCl_2 , ...) sont particulièrement sensibles au pH (alcalinité). Si le pH n'est pas dans la zone optimale, la clarification est mauvaise, les ions métalliques peuvent se dissoudre, plus la dose de coagulant diminue, et plus le floc devient sensible aux variations du pH [43].

► Sels dissous

Les influences exercées par les sels dissous sont la modification de l'intervalle de pH optimal, la durée de la floculation, la quantité de coagulant utilisée, mais aussi la quantité résiduelle de coagulant [41].

► Température

L'influence de la température de l'eau sur la coagulation a été peu étudiée, néanmoins il a été établi que lorsque la température est proche de 0°C , les floccs décantent difficilement. Une diminution de la température de l'eau entraîne une augmentation de sa viscosité ; C'est ce qui explique les difficultés de décantation du floc [41].

► Nature et dose de coagulant.

► Influence de la turbidité.

Si en règle générale, la dose des sels de métaux augmente avec la turbidité, il est bien connu que les eaux très turbides flocculent rapidement, on peut par ailleurs faire les constatations suivantes :

- Il faut ajouter une concentration minimale de coagulant pour obtenir une quantité de boues minimale.
- Lorsque la turbidité augmente, il faut augmenter la concentration du coagulant. Cette dernière ne varie toutefois pas de façon linéaire en fonction de l'augmentation de la turbidité.
- La coagulation des eaux très chargées, telles que les lixiviats de décharges, est toujours difficile car elles exigent des concentrations de coagulant plus importantes que des eaux moins chargées : telles que les eaux usées urbaines.
- La coagulation d'une faible concentration de particules d'argile dépend principalement du coagulant et de la composition chimique de l'eau [41].

► Influence de la vitesse d'agitation

L'injection du coagulant doit être extrêmement énergique pour qu'il se disperse rapidement et uniformément, une fois la solution homogène, la vitesse d'agitation doit être diminuée pour obtenir de bons floccs décantables, soit des conditions optimales d'agitation rapide de 300 tr/min pendant 2 min qui sera suivie d'une agitation lente à une vitesse de 50 tr/min pendant 20 min [41].

► Coagulation de la couleur

En générale, la couleur d'une eau est due à la décomposition de matières organiques contenues dans l'humus des sols. Elle dépend donc d'une grande variété de composés organiques, dont les substances humiques, lesquelles sont des polymères dont la masse moléculaire varie de 800 à 50000.

Des études ont révélé que 90 % des particules responsables de la couleur avaient un diamètre supérieur à 3,5 nm. On peut dire que les particules responsables de la couleur sont de natures organiques, hydrophiles, petites et chargées négativement [42].

II.4. Coagulants biologiques :

II.4.1. Introduction :

Pour les procédés de traitement des eaux, les coagulants jouent un rôle très important dans la limitation de la turbidité de l'eau et de l'élimination de divers polluants. En effet, Les coagulants sont divisés deux grands groupes à savoir : les coagulants synthétiques et coagulants naturels.

Les coagulants naturels comprennent des extraits de micro-organismes, des produits d'origine animale ou végétale. D'autre part, les coagulants industriels comprennent le sulfate d'aluminium (alum), Chlorure d'aluminium, aluminat de sodium, sulfate ferreux, sulfate ferreux, chlorure ferrique, fer Sulfate de chlorure [45].

L'utilisation des coagulants naturels dans la coagulation-floculation a été étudiée et mise en pratique vers la fin des années 50 [46]. Les coagulants organiques peuvent être caractérisés par la nature chimique des monomères dont ils sont constitués, le poids moléculaire (En général 105 à 107 g/mol) et le type de charge électrique qu'ils portent (neutre, négatif ou positif). Ils peuvent être obtenus par homopolymérisation (un monomère) ou par copolymérisation (deux monomères). Les coagulants naturels peuvent être fabriqués à partir de graines, de feuilles et racines de certaines plantes [46].

II.4.2. Obtention des coagulants biologiques :

En général, la majorité des coagulants biologiques peuvent être classés en deux groupes selon les principaux composés à activité de coagulation : les polysaccharides et les protéines [47] ;[48].

Des exemples du premier groupe sont le chitosane, l'amidon et le mucilage, tandis que pour les coagulants naturels à base de protéines, ils proviennent généralement de plantes (Ex : Moringa). La présence des groupes fonctionnels hydroxyle et amino sur ces composés contribue à la capacité de coagulation [49]. Cette aptitude à la coagulation peut être attribuée à la présence de molécules naturelles, qui sont extraits par diverses méthodes et sources simples (en particulier les coagulants à base de plantes où les composés peuvent différer en fonction des conditions de croissance). De plus, il est impératif que les impuretés non coagulantes soient également incluses dans les coagulants naturels extraits si aucune purification supplémentaire n'est effectuée [49].

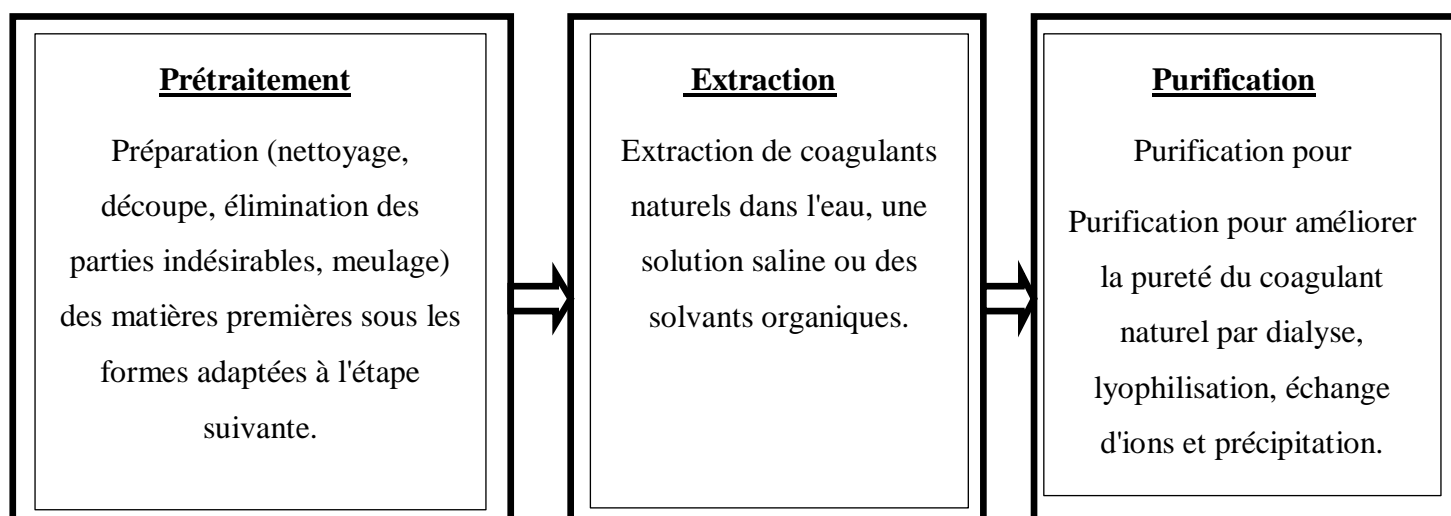


Figure 4 : Les étapes de production d'un bio-coagulant à partir des plantes [50].

La présence d'impuretés qui n'ont pas de capacité de coagulation affectera gravement l'efficacité de la coagulation, car la littérature a montré que ces impuretés contribuent à la matière organique dissoute et réduisent ainsi la qualité de l'eau traitée [51]. Cela conduit à des incertitudes dans le contrôle de la qualité car les performances des coagulants naturels peuvent varier en fonction des sources et des méthodes d'extraction. Ainsi, la qualité et l'efficacité variables des coagulants naturels sont les principaux éléments déterminant les performances des bio-coagulants [49].

Références bibliographiques :

- [21] : Medkour Yacine : Caractérisation et Traitement des Lixiviats du Centre d'Enfouissement Technique d'Ouled Fayet (Mémoire de Magister en Génie de l'Environnement 2012).
- [22] : Sahraoui, H. et Yaziz, A. (2016), "Evaluation des performances du système "FiltresImbriqués" appliqué au traitement des lixiviats". Mémoire de Master, Sciences et TechniquesEau& Environnement. Université de Marrakech, Maroc, 50 p.
- [23] : technique d'ingénieur oxygène de l'eau.
- [24] : Bouchet, C. (2014). "Traitement des lixiviats : des effluents complexes qui nécessitent un traitement poussé". L'Eau, l'industrie, les nuisances, no 371.
- [25] : El Fadel, H. (2013). "Traitement physico-chimique et biologique des lixiviats de la décharge publique contrôlée de la ville de Fès : Application des procédés de filtration, de coagulation-floculation et du SBR", Thèse de doctorat - Faculté des sciences, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès - Maroc,
- [26] : Lacey, N., et Meziani, H. (2013). "Caractérisation des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et leurs traitements par adsorption sur Hydroxyapatite", Doctoral dissertation, UMMTO.
- [27] : Amarouche, A., et Sadi, N. (2014), "Caractérisation et traitement des lixiviats issu de centre d'enfouissement technique de la ville de Bouira". Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en chimie Université Akli Mohand Oulhadj. Bouira.
- [28] : Bennajah, M. (2007), "Traitement des rejets industriels liquide par électrocoagulation/électroflotation en réacteur airlift", Thèse de doctorat, De L'institut National Polytechnique De Toulouse, Décembre 2007.
- [29] : Sardi, K. (2014), "Contrôle de la qualité de l'eau de la station d'hémodialyse De l'EHU 1^{er} Novembre". Mémoire de Master, Faculté de chimie, Département de chimie physique, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Mohamed Boudiaf P, 3, 4.
- [30]: Linde, K., et Jönsson, A. S. (1995), "Nanofiltration of salt solutions and landfill leachate". Desalination, Vol.103 No.3, pp 223-232.
- [31]: Chaudhari, L. B., et Murthy, Z. V. P. (2010), "Treatment of landfill leachates by nanofiltration". Journal of environmental management, Vol.91 No.5, pp 1209-1217.
- [32] : Pronost, R., et Matejka, G. (2000), "Les lixiviats de décharges d'ordures ménagères : Production, caractérisation, traitement". Environnement& technique, (196), pp 25-29.

[33]: Guizard, C., et Rios, G. (1996), "Transport and fouling phenomena in liquid phase separation with inorganic and hybrid membranes". In *Membrane Science and Technology*. Elsevier. Vol. 4, pp. 569-618.

[34]: Memento, technique de l'eau, tome 1989(1), Degrement.

[35]: Tonni Agustiono Kurniawan, Wai-hung Lo, and Gilbert YS Chan, Department of Applied Biology and Chemical Technology, The Hong Kong SAR Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong Received 13 April 2005; revised 2 August 2005; accepted 5 August 2005. Available online 28 November 2005.

[36] : DESJARDINS. R, « le traitement des eaux, 2e édition revue et améliorée », Presse Internationale Polytechnique, 1997.

[37] : AIT MESBAH. Y et MOHAMEDOUALI. S, « Traitement d'une eau usée secondaire urbaine par coagulation–adsorption–ultrafiltration en présence du chlorure de calcium comme coagulant et du charbon actif en poudre comme adsorbant », projet de fin d'études, USTHB, 2003.

[38] : BOUDJLIDA. F, CHERFI.M, « contribution au traitement des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet », Projet de fin d'étude, USTHB 2007.

[39] : F. BOUDJLIDA, CHERFI.M, contribution au traitement des lixiviats du centre

[40] : HAMOURI.K et DJEMAA.R : 2006, Evaluation de la pollution des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et proposition d'un traitement. Projet de fin d'étude, USTHB.

[41] : DESJARDINS. R, (1997) « le traitement des eaux, 2e édition revue et améliorée », Presse Internationale Polytechnique, 1997.

[42] : Raymond Desjardins, le traitement des eaux, 2e édition revue et améliorée.

[43] : GAID.A, « Epuration biologique des eaux usées urbaines », Tome I, Alger, .1994.

[44] : Noual, MZ. (2008), "Essai de modélisation de l'étape de coagulation", Mémoire de fin d'études de l'université des sciences et technologie. Boumerdes.

[45]: Ugwu S.N., Umuokoro A.F., Echiegu E.A., Ugwuishiwu B.O., and Enweremadu C.C. (2017): Comparative study of the use of natural and artificial coagulants for the treatment of sullage (domestic wastewater), *Cogent Engineering* (2017), lusse 4, pp 136 5676. doi.org/10.1080/23311916.2017.136 5676.

[46]: Kawamiltq S. (1991): Effectiveness of Natural Polyelectrolytes in Water Treatment., *Journal of the Armoric Water Works Association*. journal awwa, vol 38, lusse 10, pp 88- 91.

- [47]: Choy S.Y., Prasad K.M.N., Wu T.Y., Raghunandan M.E., Ramanan R.N. (2014): Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. *J. Environ. Sci. (China), Journal of Environmental sciences.* vol 26, pp 2178- 2189, <https://doi.org/10.1016/j.jes.2014.09.024>.
- [48]: Shamsnejati S., Chaibakhsh N., Pendashteh A.R., Hayeripour S. (2015): Mucilaginous seed of *Ocimum basilicum* as a natural coagulant for textile wastewater, *Industrial Crops and Products*, vol 69, pp 40–47.
- [49]: Ang W, Mohammad A. W. (2020): State of the art and sustainability of natural coagulants in water and wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, Vol 262, pp 121-267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121267>.
- [50]: Yin Ch. Y, (2010): Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment, *Process Biochemistry*. vol 45, issue 9, pp 1437-1444.
- [51]: Ding S., Chu, W., Bond, T., Cao, Z., Xu, B., Gao, N., (2018): Contribution of amide- based coagulant polyacrylamide as precursors of halo acetamides and other disinfection by products, *J Chem. Eng*, vol 350, pp 356-363. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.06.002>

Partie Pratique

Chapitre III : Méthodologie Expérimentale

III.1. Présentation de site de prélèvement :

III.1.1. Présentation d'un CET de Wilaya de M'sila :

- C'est un Etablissement à caractère Industriel et Commercial (EPIC).
- Il a pour mission principale d'assurer la Gestion technique, administrative et Comptable des centres d'enfouissement technique, Centres de Transfert, Décharges Publiques, Centres d'Incinération et Déchetteries, existants sur le territoire de la Wilaya.
- Créé par l'arrêté interministériel du 08/11/2008 (MICL, MATE, MF)
- Date de Démarrage : 01/07/2010
- CET Intercommunal Classe II et III de M'sila (mis en service depuis 10/11/2010) [52].
- Superficie : 31 Hectares
- Nombre de Casiers : Réalisé 02
- Volume du Casier N°1 : 235 370 m³
- Volume du Casier N°2 : 350 000 m³



- 1: casier N°1 (ancien)**
- 2: casier N°2**
- 3: casier DI**
- 4: les bassins de lixiviat**

Figure 5 : Photo satellitaire de Centre d'enfouissement Technique de M'sila (CET) [53].

III.1.2. Le Point de Prélèvement :

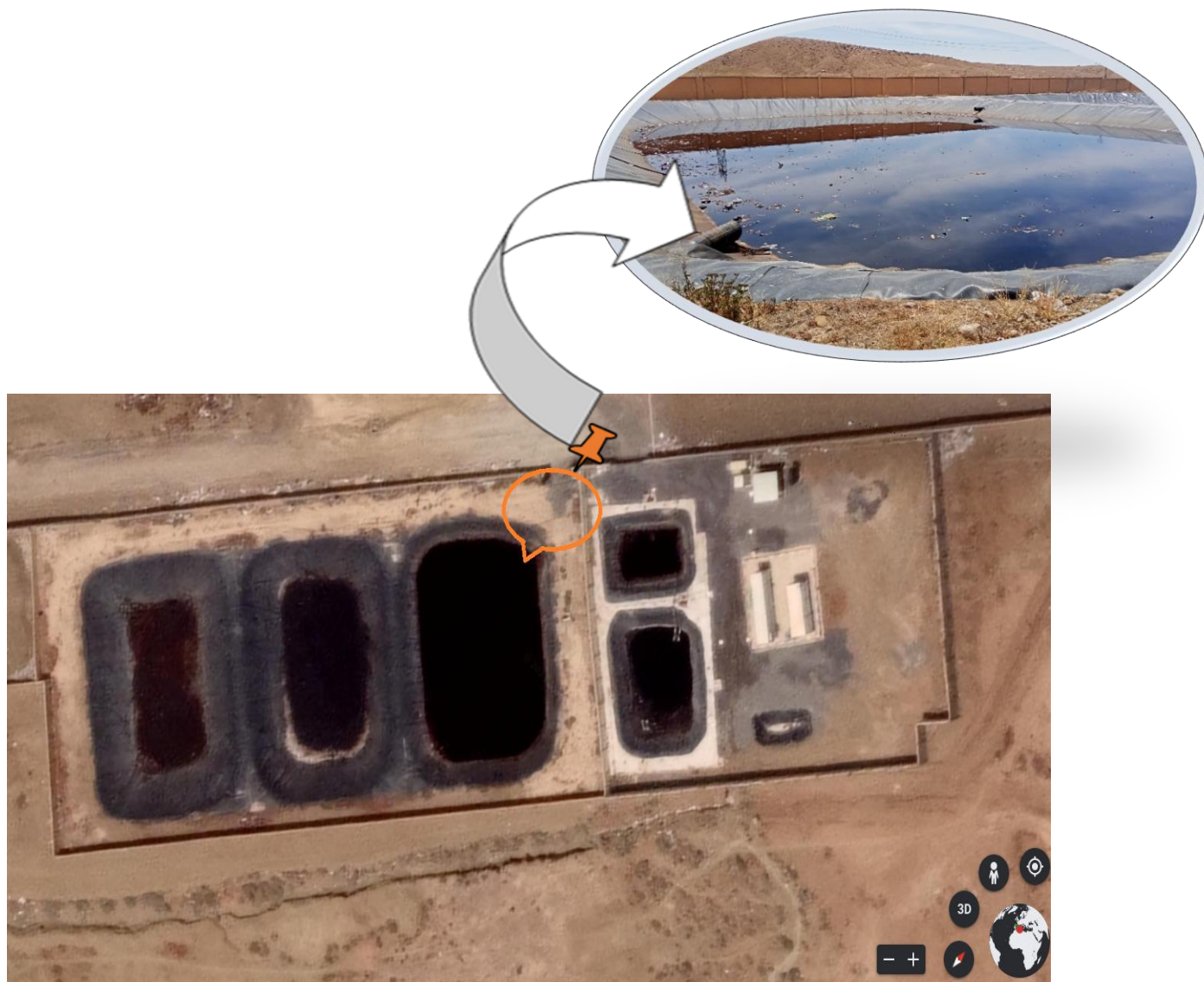


Figure 6 : Photo satellitaire de CET de M'sila (Point de prélèvement)

III.2. Technique utilisée pour le traitement :

III.2.1. Le Jar-Test :

Le Jar-test est un appareil qui permet de déterminer la concentration optimale du coagulant pour le processus de coagulation floculation en ajustant sur la vitesse et le temps en respectant les mêmes conditions applicables.

Son importance en général réside dans le traitement par la modification dans les différents paramètres influencent (Physicochimique ; Bactériologique ; Organoleptique).

- Le jar test se compose de :
- ✓ Six bécards chacun de 1000ml (1L).

- ✓ Régulateur de vitesse et un minuteur pour régler le temps.
- ✓ Six agitateurs mécaniques en métal.



Figure 7 : Jar-test

III.3. Mode opératoire :

Ces mesures ont été effectuées en fonction des appareillages trouvés

Matériel végétal : Cactus

Le cactus est un arbre originaire des régions arides et semi-arides du Mexique. C'est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau et ne présente aucun danger vis-à-vis de la santé humaine[54], cette dernière présente également des valeurs considérables dans les domaines : cosmétique, médicinale et alimentaire ,cette dernière présente également des valeurs considérables dans les domaines: cosmétique, médicinale et alimentaire[55 ; 56],c'est l'un des coagulants biologiques le plus utilisé dans le processus de coagulation-floculation pour traiter lixiviat issu des centres d'enfouissement technique .

III.3.1. Préparation de coagulant biologique (extraction de biocoagulant) :

III.3.1.1 Préparation de cactus sèche (extrait) :

Tableau 1: Les matériaux et produits utilisées pour le traitement de cactus sèche

<u>-Matériaux Utilisées :</u>	<u>-Produits et Réactifs Utilisées :</u>
-Couteau, Spatule, Verre de montre, balance de précision, Agitateur, Barreaux magnétique, Bécher, Fiole, Papiers filtres, Mortier et Pilon, Entonnoir, Eprouvette graduée.	-Cactus sèche -NaCl -L'eau distillé

-Méthode Utilisée :

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

□ le séchage : les plantes sont séchées loin des rayons du soleil après nettoyage ; (séché pour une période de 2 à 3 semaines).



Figure 8 : Séchage du cactus

2 -Préparation des solutions salées NaCl :

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

$$C = n / V \longrightarrow C = m / M.V \longrightarrow m = C.M.V / M = 58,5 \text{ g/mol et } V = 0,5 \text{ L}$$

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

✓ Pour 1M : $m = 1 * 0.5 * 58.5$, $m = 29.25 \text{ g}$ de Na Cl

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

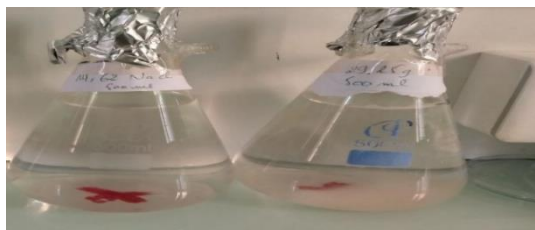


Figure 9 : Solution de NaCl

□ Broyage et tamisage :

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



Figure 10 : Broyage du cactus

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



Figure 11: Agitation du cactus

□ Filtration des échantillons : le mélange obtenu après agitation (poudre/ solution salée) est filtré en utilisant un papier filtre normal ; puis mettre la solution dans un flacon



Figure 12: Filtration du cactus



Figure 13 : Extrait du cactus sèche

III.3.1.2 Préparation de cactus humide (jus de cactus) :

Tableau 2 : Les matériaux et produits utilisées pour la préparation de jus de cactus

<u>-Matériaux Utilisées :</u>	<u>-Produit et Réactifs Utilisées</u>
-Fiole, Papiers filtres, Mortier et Pilon, Couteau	- Cactus humide, Eau distillé

-Méthode Utilisées :

L'extraction de jus de cactus e a été réalisé selon les étapes suivantes :

f Broyage du cactus après nettoyage :



Figure 14 : Broyage de cactus humide

f Extraction du jus de cactus par filtration au tamisage et mettre dans un flacon.



Figure 15 : Filtration de cactus humide



Figure 16 : Jus de cactus

III.3.2. Les Paramètres :**III.3.2.1. Les paramètres physico-chimiques :****III.3.2.1.1. Orthophosphate : (Annexe 1)**

-Préparation de la solution mixte à partir des 3 réactifs préparés et la solution d'acide ascorbique



Figure 17 : Solution mixte

-Dilution de 10 ml lixiviat dans 100 ml l'eau distillé



Figure 18 : Dilution de lixiviat

-Enlever 40 ml de lixiviat dilué ; ajouter à cette dernière 1 ml de l'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte et attendre 10 mn le développement de la couleur Bleu, après effectuer la lecture a une longueur d'onde 880 nm à l'aide d'une spectrophotomètre UV-V



Figure 19 : Spectrophotomètre UV-V

III.3.2.1.2. Nitrate : (Annexe 2)

1-Pour commencer, nous préparons trois solutions :

- ✓ Solution de salicylate de sodium.
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium NaOH.
- ✓ Tartrate double de sodium et potassium.

2-Puis on dilue 2 ml de lixiviat dans ml d'eau distillée dont on prélève 10 ml pour analyse

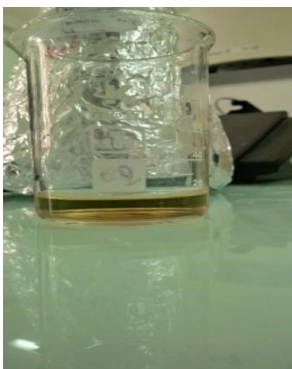


Figure 20 : Lixivat dilué

3-Ajouter 1 ml de salicylate de sodium, évaporer à sec au bain marie 75°C et après laisser refroidir

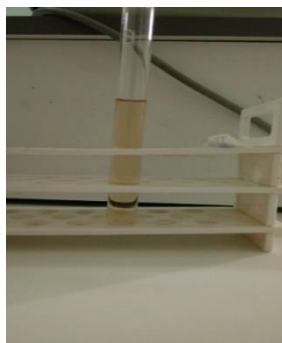


Figure 21 : Évaporation à bain marie

-Ajouter 2ml de H_2SO_4 laisser reposer 10 mn, après ajouter 15 ml de l'eau distillé et 15 ml de tartrate double et effectuer la lecture sur la spectrophotométrie à une longueur d'onde 415 nm.

III.3.2.1.3. Matières en Suspension : (Annexe 3)

1 -Pesez les filtres afin de déterminer du poid initial suivi d'un processus de filtration (2 essais).



Figure 22 : Étape de filtration du lixiviat

2- Placer le filtre dans des coupelle en porcelaine pour le séchage dans un étuve pendant 2 heures, Peser le nouveau poids pour la comparaison.



Après 2h dans l'étuve



Figure 23 : Étape de séchage

III.3.2.1.4. La Turbidité :

-la mesure de la turbidité de lixiviat brute par l'appareil de turbidimétrie.



Figure 24 : Turbidimètre

III.3.2.1.5. La Conductivité :

Après le calibrage de conductimètre avec les étalons, nous mesurons la conductivité de lixiviat brute



Figure 25 : Conductimètre

III.3.2.1.6. Le Potentiel Hydrogène :

-Mesurer Le ph de lixiviat brute avec le PH mètre (Tout d'abord, modifiez l'acide sulfurique).



Figure 26 : PH-mètre

III.3.2.2. Les Paramètres Organoleptique :

III.3.2.2.1 La Couleur et L'Odeur :

Lixiviat appliquée de couleur brun foncé noirâtre avec une odeur désagréable



Figure 27 : Lixiviat brute

III.3.2.3. Les Paramètres Bactériologique : (Annexe 4)

III.3.2.3.1 Les Coliformes totaux et les Streptocoques fécaux :

Préparation du Milieu Gélosé : (Gélose Nutritive)

-Suspendre 14 g de GN dans 1000 ml de l'eau distillée ; porter à ébullition pour dissoudre complètement le milieu ; stériliser par autoclavage à 121 pendant 15 minutes ; Ensuite, mettez-le au réfrigérateur pendant deux heures

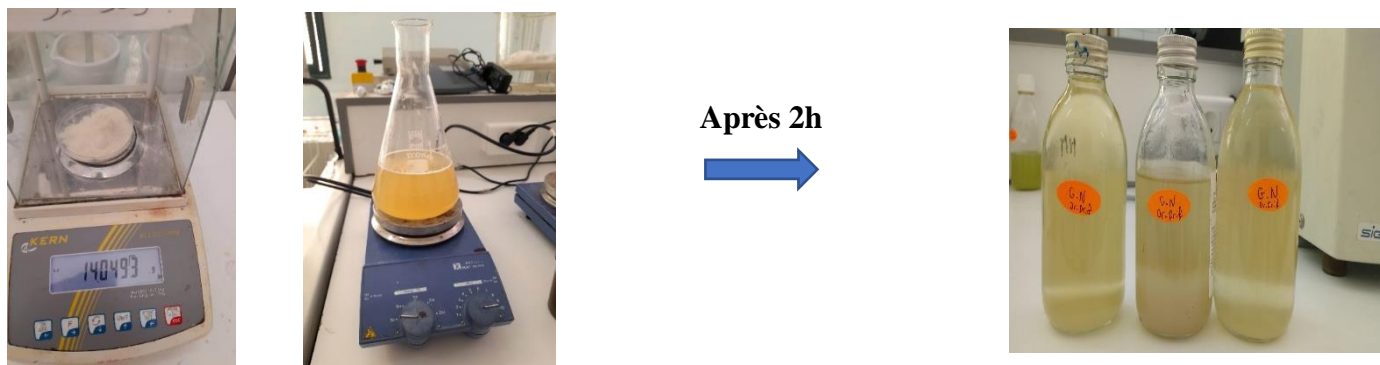


Figure 28 : Les étapes de préparation de GN.

Ensemencement des bactéries :

Dans des conditions stériles : la filtration du 10ml du lixiviat à l'aide d'un filtre stérile, ensuite placer ces derniers dans la gélose nutritive et démarrer l'incubation.

Pour Les Coliformes Totaux : 37 °C pendant 24 h.

Pour Les Streptocoques Fécaux : 37 °C pendant 48 h.

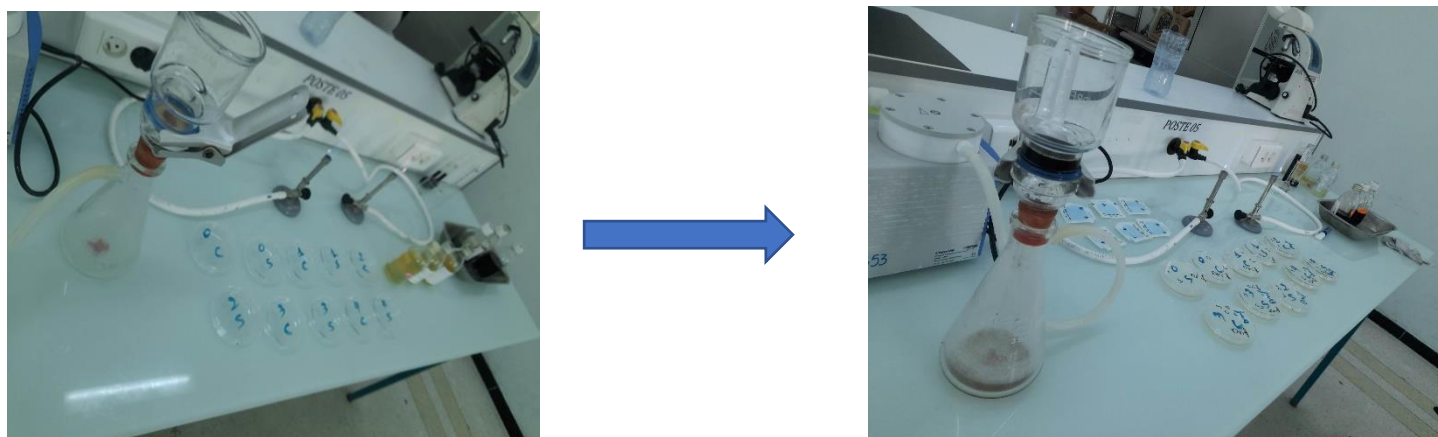


Figure 29 : Processus d'ensemencement bactérien

Références bibliographiques :

[52] : Administration de centre d'Enfouissement Technique de M'sila.

[53] : AISSAOUA, Nassima, and Nedjma LAHMAR. Impact des déchets du centre d'enfouissement techniques de M'sila sur les eaux de surfaces. Diss. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA, 2019.

[54] : Habibi Y, Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, France (2004).

[55] : Arba M. 2ème Journée Nationale sur la Culture du Cactus, El kalaa des Sraghna, Maroc, 30 Mai 2000.

[56] : Boujghagh M., Chajia L. Terre et Vie, N°52, pp. 1 – 7 (2001).

Chapitre IV : Résultats et discussion.

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats et discussion d'analyses des paramètres physico- chimiques et bactériologie du lixiviat brut et du lixiviat après le traitement par le procédé de coagulation- floculation

IV.1. La Caractérisation de lixiviat brute du CET de M'sila :

L'échantillon a été prélevé le 12/03/2023 au niveau du bassin de récupération du lixiviat. Du point de vue quantitatif, la composition chimique des lixiviats est spécifique à chaque décharge. En effet, elle varie étroitement avec :

- * la nature, l'âge de la décharge et du site d'enfouissement.
- * le type de déchets et leur degré de décomposition.
- * la méthode de mise en décharge.
- * les conditions climatiques [57].

Pour mieux connaître la composition de notre lixiviat, nous avons caractérisé en effectuant des analyses, physico-chimiques, bactériologiques. L'examen des valeurs des paramètres physico-chimiques, bactériologiques de lixiviat du centre d'enfouissement technique de m'sila ces derniers sont rassemblés dans le Tableau Suivant :

Tableau 3 : Caractérisation des paramètres

Les Paramètres	Résultats avant traitement	Appareillage
Couleur	Brun foncé noirâtre	
Odeur	Désagréable	
PH	8,39	PH-mètre
Conductivité (ms/cm)	57.4	Conductimètre
Turbidité (NTU)	29,2	Turbidimètre
MES (mg/l)	2153	Balance – Étuve
DCO (mg/l)	22720	Spectrophotomètre de HACH
PO_4^{3-} (mg/l)	66	Spectrophotomètre UV-Visible
NO_3^- (mg/l)	280	Bain marie / Spectrophotomètre UV-Visible
N- NH_4 (mg/l)	1264	Spectrophotomètre UV-Visible
Bactériologique	Très Chargé	Filtration sous vide (rampe de filtration)

IV.2. Discussion des paramètres avant traitement :

IV.2.1. La Couleur :

La couleur est la première indication visuelle claire de la pollution, qui apparaît dans de lixiviat utilisée “ **brun foncé noirâtre** ”, qui est due à :

- ✓ Chargé en matières en suspensions
- ✓ La dégradation des matières organique, Qui à son tour produit des ions de sulfure qui a une grande capacité de coloration élevé.

IV.2.2. L'Odeur :

Lixiviat existent dégage une odeur désagréable Cela s'explique par plusieurs raisons :

- ✓ A la présence d'ammoniac et de soufre issue en partie des processus de biodégradation et contribuent à l'émanation du gaz H_2S .
- ✓ A la décomposition de la matière organique présente dans l'effluent.
- ✓ Et aussi à la température du milieu [57].

IV.2.3. PH :

Le potentiel d'hydrogène et l'un des paramètres qui détecte l'acidité ou l'alcalinité des Lixiviats [57]. La valeur obtenue à partir de la mesure de PH de lixiviat égale à **8,39**, en tenant compte de la modification de la valeur par l'ajout de gouttes d'acide sulfurique pour se conformer aux conditions de travail requises.

IV.2.4. Conductivité :

La conductivité nous donne une information globale sur la quantité d'espèces chargées présentent dans les différents lixiviats, est un indicateur de la pollution. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans lixiviats [57]. En effet, La valeur mesurée pour lixiviat brute est **57.4 mS/cm**, indiquant la forte minéralisation dans cette lixiviat applicable. Cette minéralisation est principalement attribuable aux paramètres suivants : (Cl^- , SO_4^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ...) [57].

IV.2.5. Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide [58], La valeur obtenue après la mesure “**29,2 NTU** ” est suffisante pour le confirmer, Elle est causée, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également

à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale [58], ce qui explique l'apparition de lixiviat en couleur noirâtre apparente

IV.2.6. MES :

Il s'agit de la quantité de matière en suspension dans [59] lixiviat, d'origine organique (produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ...), ou minérale (sables, limons, argiles, ...). A ces composés s'ajoutent les micro-organismes tels que bactéries, plancton, algues et virus [59], notre lixiviat présente des valeurs de matières en suspension très importantes “ **2153 mg/l** ”, il est très élevé par rapport à la norme de rejet qui est de 35 mg/l [57].

IV.2.7. DCO :

La Demande Chimique en Oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies [60]. La matière organique relarguée dans les lixiviats est considérée comme un bon indicateur de l'état de dégradation des déchets [57], Les d'analyses obtenues “ **22720 mg/l** ” indiquent que la valeur de la DCO est très forte et très élevée par rapport à la norme qui est de 120 mg/l pour le rejet dans le milieu naturel [57], indiquant que lixiviat utilisable est très riche en matières organique oxydable .

IV.2.8. NO_3^- :

Notre lixiviat contient une quantité de Nitrate d'ordre “ **280 mg/l** ” Cela généralement dues aux activités de l'homme tel que l'agriculture et les rejets domestiques [57].

IV.2.9. PO_4^{3-} :

La Valeur obtenue après la mesure “ **66 mg/l** ” est très élevé en comparaison à la norme de rejet qui est de 10 (mg/l) [61]. Et qui explique que cette Lixiviat issu de CET de M'sila est très chargé par rapport à la présence de paramètre d'Orthophosphate.

IV.2.10. N-NH_4 :

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote [62]. la valeur trouvée concernât la quantité d'azote ammoniacale équivalente à “ **1264 mg /l** ” ; l'azote ammoniacal Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+) [62].

IV.2.11. Bactériologiques :

Outre les critères physico-chimiques, les critères bactériologiques jouent un rôle majeur dans la détection de la pollution fécale par la présence de différents types de bactéries. Ce lixiviat est très chargé en coliformes totaux et streptocoques fécaux.

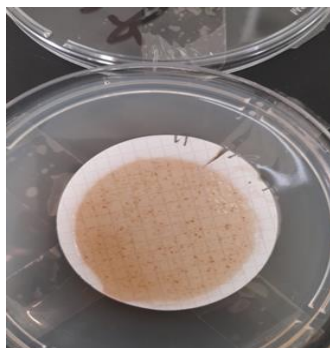


Figure 30 : Les coliformes totaux 0



Figure 31 : Les streptocoques fécaux 0

IV.3. Détermination des doses optimales de coagulants

Notre travail a porté sur l'étude de la coagulation par le chlorure ferrique pour le traitement des lixiviats vieux. Ce procédé consiste en trois phases successives :

- ✓ Une phase initiale avec une agitation rapide de 300 tr/min pendant une minute.
- ✓ Une phase lente où la vitesse d'agitation est réduite jusqu'à 50 tr/min pour une trentaine de minutes.
- ✓ Et une phase finale qui consiste à laisser décanter pendant 30 min, enlever le surnageant après en mesurer la turbidité.

Avant de procéder au traitement, le pH initial de l'effluent est ajusté à la valeur désirée par ajout d'une quantité appropriée d'acide sulfurique à 500 ml d'effluent.

IV.3.1. Traitement chimique :

FeCl_3 : Utilisé comme coagulant de traitement chimique.

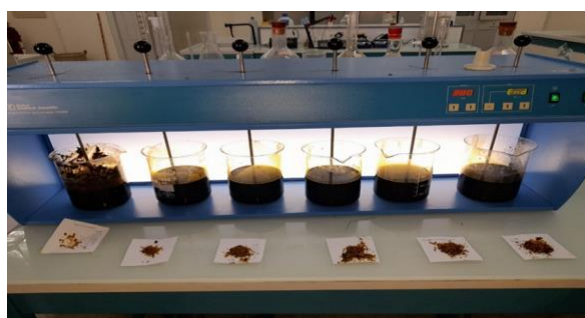
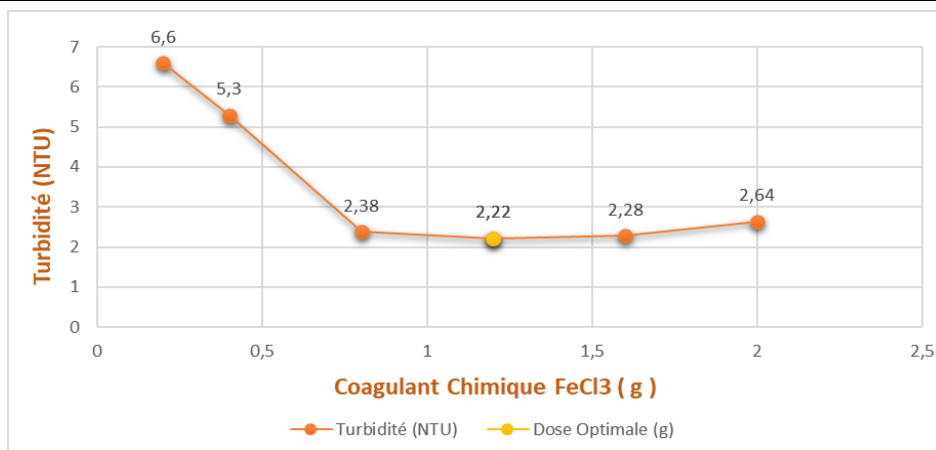


Figure 32 : Traitement chimique

À partir des doses ajoutées de FeCl_3 , nous enregistrons les valeurs suivantes :

Tableau 4 : Les doses de FeCl_3 et les résultats de la turbidité

FeCl_3 (g)	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Turbidité (NTU)	6,60	5,30	2,38	2,22	2,28	2,64

Figure 33 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de coagulant chimique FeCl_3

V.3.2. Traitement Biologique (biocoagulant) :

L'objectif principal de l'expérience est d'étudier l'efficacité de l'utilisation de coagulant biologique naturels par rapport aux coagulant chimique.

V.3.2.1. Traitement par Cactus Humide :

Les résultats de l'ajout de différentes quantités de cactus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Les quantités de cactus humide et les résultats de la turbidité

C.H (l)	3	8	10	20	30	40
Turbidité (NTU)	26,62	25,46	25,42	26,76	27,88	28,94

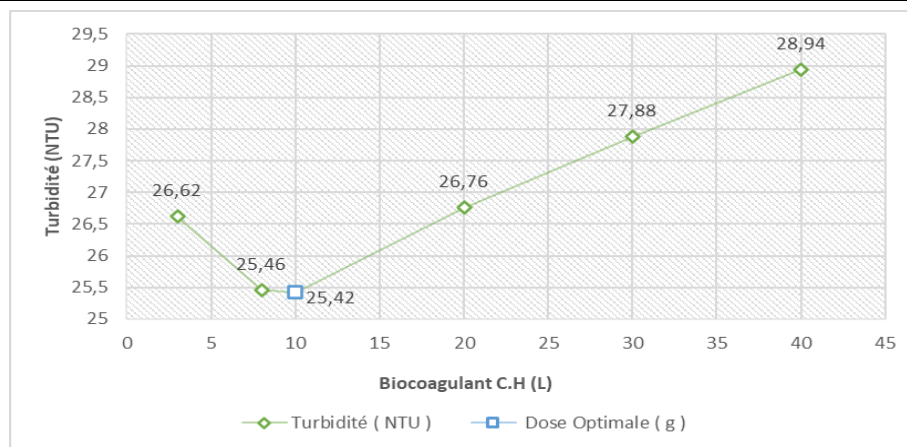


Figure 34 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.H

V.3.2.2 Traitement par cactus sèche (différentes concentrations) :

V.3.2.2.1 Cactus sèche pour $C = 1 \text{ mol/L}$

Tableau 6 : Les quantités de cactus sèche de 1mol/L et les résultats de la turbidité

C.S ₁ (L)	5	10	15	20	25	30
Turbidité (NTU)	32	29,2	26,88	28,96	29,88	38

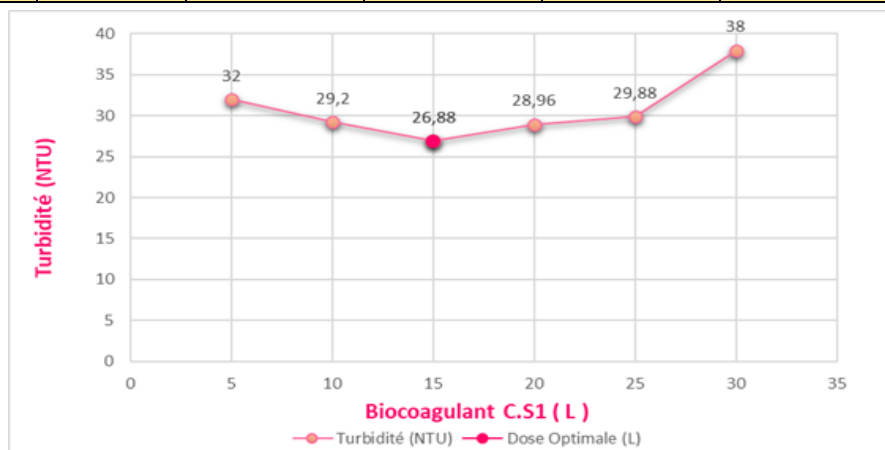


Figure 35 : L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.S₁

V.3.2.2.1 Cactus sèche pour $C = 2 \text{ mol/L}$

Tableau 7 : Les quantités de cactus sèche de 2mol / L et les résultats de la turbidité

C.S ₂ (L)	10	20	30	40	50	60
Turbidité (NTU)	24,68	23,44	24,2	24,54	25,5	27,66

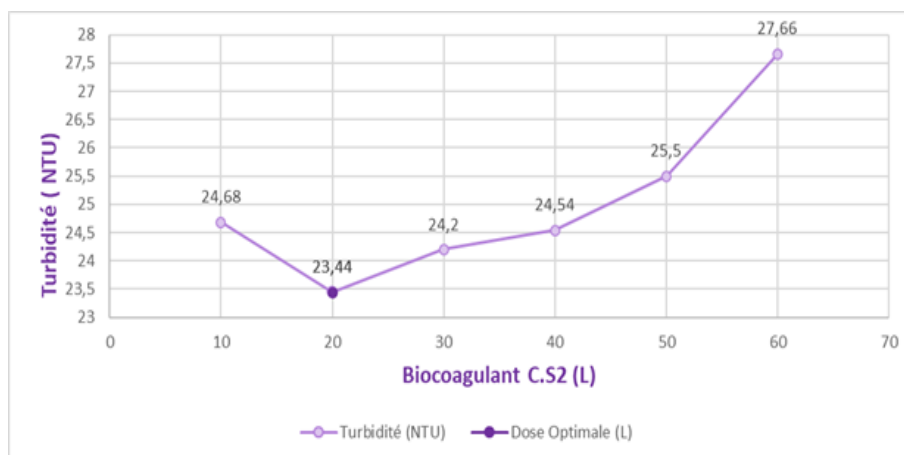


Figure 36: L'évolution de la turbidité par apport à la dose optimale de biocoagulant C.S₂

Le recours de notre expérience seulement sur la turbidité est dû à la présence de l'appareille (turbidimètre) et à sa facilité d'utilisation, alors que ces conditions n'étaient pas possibles par

rapport aux autres paramètres. La dose optimale est obtenue en ajoutant des doses croissantes de coagulants dans les béchers.

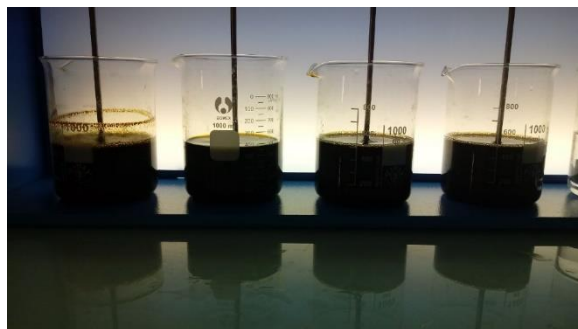


Figure 37 : Les doses optimales

V.4. Discussion des résultats après traitement :

Afin de connaître l'efficacité de l'effet des coagulants dans le traitement des lixiviats, cette partie de la recherche vise à identifier les changements dans les critères spécifiés pour les caractéristiques des lixiviats en discutant les résultats représentés dans les tableaux suivants :

V.4.1 Discussion de résultats (coagulant chimique FeCl_3)

Tableau 8 : Les résultats après traitement par FeCl_3

Paramètres	Résultats reference	Résultats après traitement
Couleur	Brun foncé noirâtre	Brun claire
Odeur	Désagable	Pas d'odeur
PH	8,39	8,38
Conductivité (ms/cm)	57.4	2.71
Turbidité (NTU)	29,2	2,22
MES (mg/l)	2153	440
DCO (mg/l)	22720	8770
PO_4^{3-} (mg/l)	66	27
NO_3^- (mg/l)	280	50
N- NH_4 (mg/l)	1264	415
Bactériologique	Très chargé	Un peu chargé

-Comme un aperçu de l'effet de FeCl_3 comme indiqué dans le tableau, nous voyons qu'il a un effet positif en termes de réduction de la pollution dans lixiviat :

-contribué de manière significative à l'abaissement de la conductivité et la turbidité dans lequel l'abattement de la conductivité estimée par 95,27 % de valeur 57,4mg/L jusqu'à 2,71mg/L et l'abattement de la turbidité estimée par 92,40% de valeur 29,2mg/L jusqu'à 2,22 mg /L

-La réduction forte de MES et DCO et l'azote ammoniacale respectivement de 2153 mg /L à 440 mg/L d'un abattement estimée par 79,56% et de 22720 mg / L à 8770 mg/L d'un abattement estimée par 61.40% et de 1264 mg /L à 415 mg /L et d'un abattement estimée par 67,16%.

-Les PO_4^{3-} et NO_3^- ont été réduits respectivement de 66 mg /L à 27 mg/L et 280 mg/L à 50 mg /L

Les résultats de l'analyse bactériologique montrent que le FeCl_3 est capable d'éliminer une grande charge des bactéries :



Figure 38 : Les coliformes totaux 1



Figure 39 : Les streptocoques fécaux 1

V.4.2 influence de Cactus humide :

Tableau 9 : Les résultats après traitement par cactus humide

Paramètres	Résultats reference	Résultats après traitement
Couleur	Brun foncé noirâtre	Brun claire
Odeur	Désagable	Pas d'odeur
PH	8,39	8,65
Conductivité (ms/cm)	57.4	0.93
Turbidité (NTU)	29,2	25,42
MES (mg/l)	2153	1460
DCO (mg/l)	22720	12280
PO_4^{3-} (mg/l)	66	35
NO_3^- (mg/l)	280	100
N-NH4 (mg/l)	1264	629
Bactériologique	Très chargé	Un peu chargé

Il y a un effet notable de cactus humide sur les paramètres mesurés, tels que la DCO (45,95%), dont la quantité a diminué de 22720 mg/L à 12280 mg/L, et l'azote ammoniacale (50,23%) de 1264 mg/L à 629 mg /L, mais la contribution majeure était en termes de la conductivité (98,37%), qui a connu un abaissement significatif de 57,4 mg /L a 0,93 mg /L.

D'un point de vue bactériologique, le coagulant a permis de se débarrasser d'une charge importante de bactéries montrées dessous :

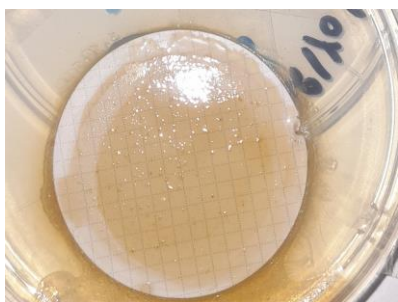


Figure 40 : Les coliformes totaux 2

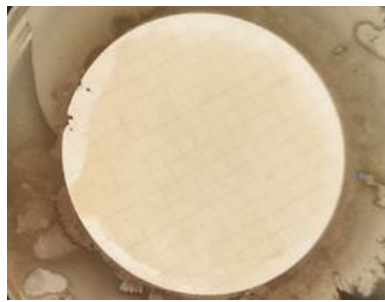


Figure 41 : Les streptocoques fécaux 2

V.4.2 influence de Cactus Sèche (1mol/L) :

Tableau 10 : Les résultats après traitement par cactus sèche 1

Paramètres	Résultats reference	Résultats après traitement
Couleur	Brun foncé noirâtre	Brun claire
Odeur	Désagable	Pas d'odeur
PH	8,39	8,69
Conductivité (ms/cm)	57.4	0.71
Turbidité (NTU)	29,2	26,88
MES (mg/l)	2153	140
DCO (mg/l)	22720	10920
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	66	34
NO ₃ ⁻ (mg/l)	280	150
N-NH4 (mg/l)	1264	591
Bactériologique	Très chargé	Négligeable

Le cactus sèche à concentration égale 1mol/L a permis de diminuer le DCO (51,94%) d'une valeur de 22740 mg/L à une valeur égale à 10920 mg /L. De même en ce qui concerne l'abaissement de la quantité d'azote ammoniacal (53,24%) de " 1264mg/L " jusqu'à une quantité égale à 591mg/L.

D'autre part, cela a grandement aidé d'éliminer les MES (93,49%) d'une quantité estimée à 2153 mg /L à une quantité égale à 140 mg /L et à réduire la quantité de conductivité (98,76%) de l'ordre 57,4mg /L à une quantité allant jusqu'à 0,73 mg/L.

- élimine presque toutes les bactéries impliquées dans l'expérience qui sont présentes dans lixiviat



Figure 42 : Les coliformes totaux 3

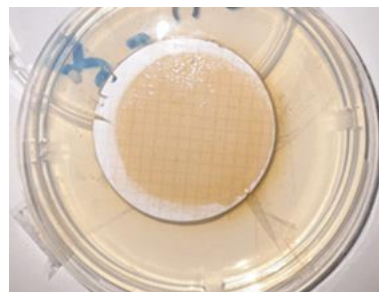


Figure 43 : Les streptocoques fécaux 3

V.4.3 influence de Cactus Sèche (2mol/L) :

Tableau 11 : Les résultats après traitement par cactus sèche₂

Paramètres	Résultats reference	Résultats après traitement
Couleur	Brun foncé noirâtre	Brun claire
Odeur	Désagable	Pas d'odeur
PH	8,39	8,72
Conductivité (ms/cm)	57.4	0.74
Turbidité (NTU)	29,2	23,44
MES (mg/l)	2153	30
DCO (mg/l)	22720	10440
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	66	37
NO ₃ ⁻ (mg/l)	280	225
N-NH ₄ (mg/l)	1264	587
Bactériologique	Très chargé	Négligeable

L'effet du cactus sèche de concentration égale à 2 mol/L est notable en termes de la réduction de la quantité d'azote ammoniacale (53,56%) d'une quantité estimée à 1264 mg /L une quantité égale 587 mg /L suivi par une diminution de DCO (54,04%) de 22720 mg /L jusqu'à 10440 mg /L. Le plus grand effet de ce coagulant s'est manifesté d'une part sur l'abaissement significatif de la conductivité (98,71%) d'une valeur d'ordre 57,4 mg/L jusqu'à une valeur atteindre 0,74 mg /L et

d'autre part sur l'élimination remarquable de MES (98,60%) d'une quantité égale à 2153 mg/L jusqu'à atteindre une valeur 30mg/L.

-L'efficacité de cactus sèche₂ d'atteindre une charge négligeable bactériologiquement :



Figure 44 : Les coliformes totaux 4



Figure 45 : Les streptocoques fécaux 4

V.5. Comparaison entre le coagulant chimique et biocoagulant : (Annexe5)

Sur la base d'études et d'analyses antérieures dans notre recherche afin de déterminer le succès du traitement et l'effet de coagulants, la conductivité, les MES, le DCO et l'azote ammoniacale et la turbidité étaient les meilleurs indicateurs de l'efficacité du traitement.

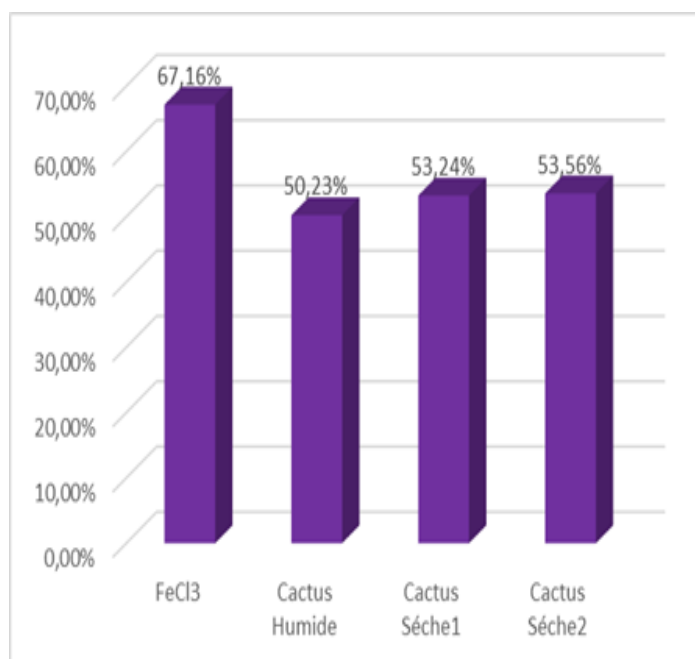


Figure 46: Abattement de l'azote ammoniacale

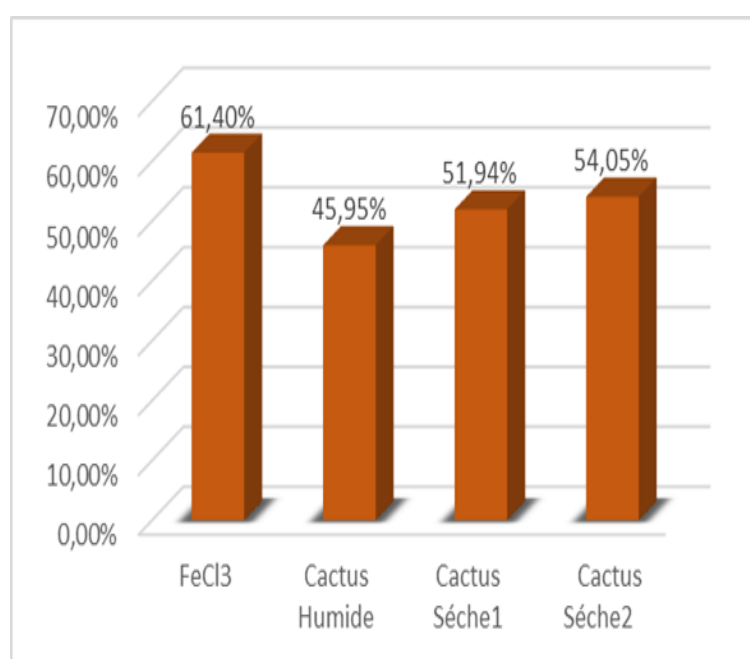


Figure 47 : Abattement de DCO

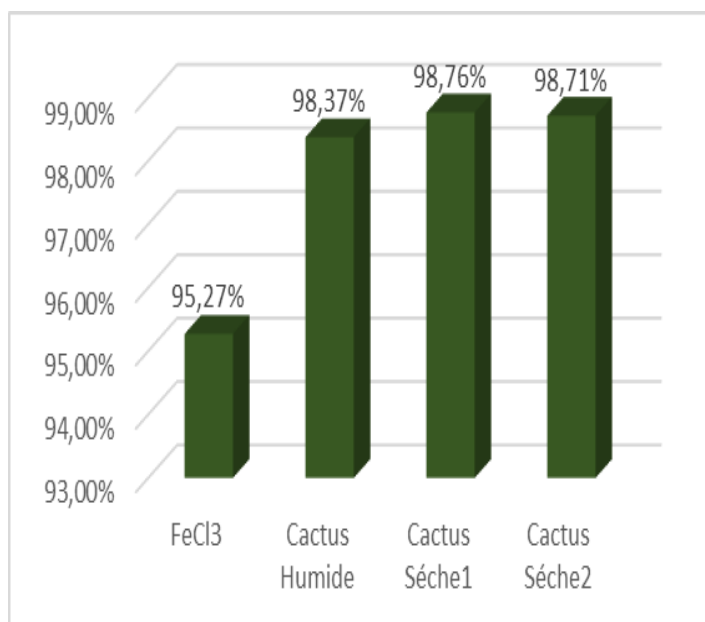


Figure 48 : Abattement de la conductivité

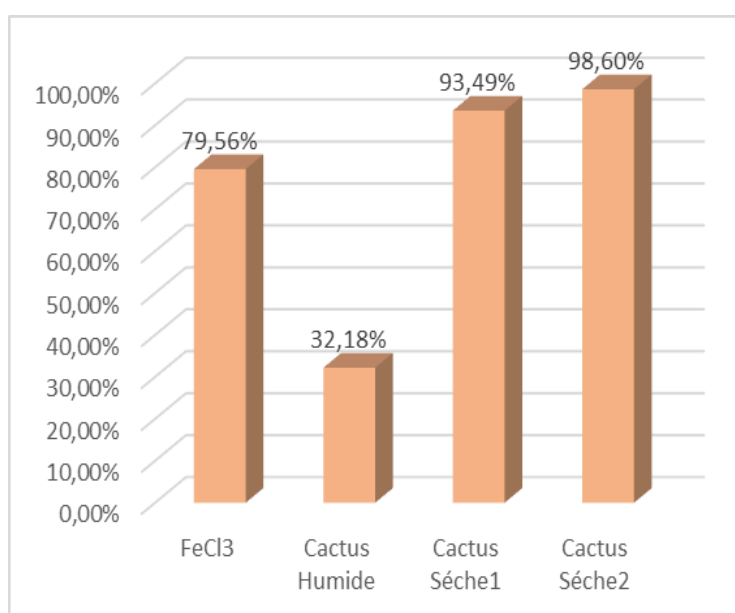


Figure 49 : Abattement de MES

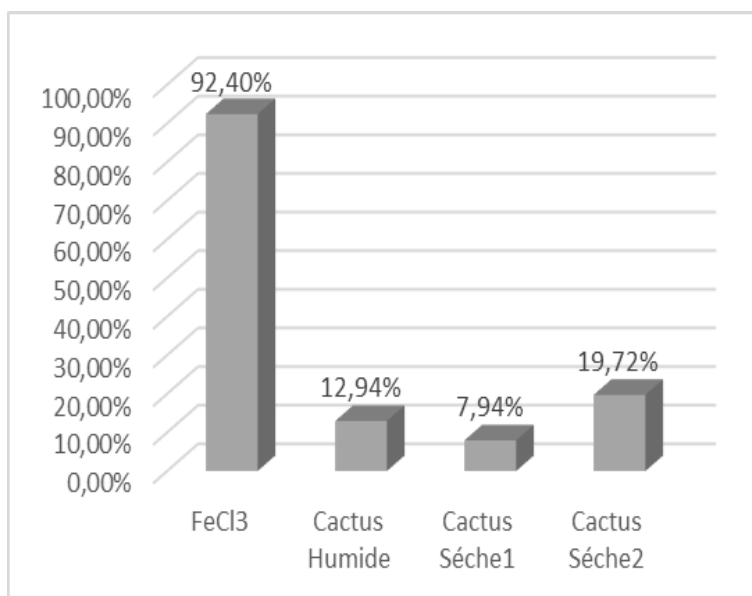


Figure 50 : Abattement de la turbidité

- ❖ L'efficacité de FeCl_3 est démontrée par l'abaissement effective de la turbidité d'un rendement allant jusqu'à 92,40 % pour atteindre une valeur finale estimée de 2,22 mg /L suivi par la réduction du 61.40% de DCO du 22720 à 8770 mg /L et du 67,16% d'azote ammoniacale du 1264 à 415 mg /L. Cela est dû au fait que ce coagulant effectue le processus d'oxydation et réduction, qui à son tour sépare les boues.

- Automatiquement, l'augmentation des processus d'oxydation et de réduction entraîne une diminution des paramètres polluants de lixiviat et génère ainsi une augmentation dans le rendement.
- ❖ Le cactus présentent une performance très intéressante sous leurs deux formes humide ou sèche concernât de la diminution très forte de plus de 98% de la conductivité avec des inférieure quantité ont été détectées à la fin du traitement 0,71mg /L et l'élimination efficace de MES 98,60 % avec une concentration résiduelle de 30 mg /L, ainsi que d'être capable d'éliminer une grande partie des paramètres pathogène bactériologique responsable de la pollution fécale par adsorption sur du matériel biologique. La raison réside en grande partie dans la propriété du coagulant qui est l'eau qui influence grandement le processus de conductivité d'un côté et Bactériologiquement de l'autre.

Tableau 12: Résultats globale

Paramètres	Résultats Avant Traitement	Résultats Après Traitement			
		FeCl ₃	Cactus Humide	Cactus Sèche1	Cactus Sèche 2
Couleur	Brun foncé noirâtre	Brun claire	Brun claire	Brun claire	Brun claire
Odeur	Désagréable	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur
PH	8,39	8,38	8,65	8,69	8,72
Conductivité (ms/cm)	57,4	2,71	0,93	0,71	0,74
Turbidité (NTU)	29,2	2,22	25,42	26,88	23,44
MES (mg/l)	2153	440	1460	140	30
DCO (mg/l)	22720	8770	12280	10920	10440
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	66	27	35	34	37
NO ₃ ⁻ (mg/l)	280	50	100	150	225
N-NH ₄ (mg/l)	1264	415	629	591	587
Bactériologique	Très chargé	Un peu chargé	Un peu chargé	Négligeable	Négligeable

Au final, et à travers le tableau, on peut noter que le FeCl₃ est plus performant que le cactus des deux types, mais on n'oublie pas qu'il s'agit d'une substance chimique et a un effet sur l'environnement, donc la recherche est toujours en cours pour trouver de nouveaux coagulants respectueux de l'environnement avec un effet efficace et à moindre coût.

Références bibliographiques :

- [57] : Laced, Nadia, and Hassina Meziani. Caractérisation des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et leurs traitements par adsorption sur Hydroxyapatite. Diss. UMMTO, 2013.
- [58] : J. Keirsse, Spectroscopie infrarouge déportée : mise au point d'un biocapteur pour l'imagerie métabolique et la sécurité microbiologique. Thèse de Doctorat. 2004.
- [59] : MEDKOUR YACINE : 2012, caractérisation et traitement des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'ouled fayet, génie de l'environnement, école nationale polytechnique.
- [60]: SUSCHKA J, FERREIRA E. Activated sludge respirometric measurements. Water Research, 20, 2, 137-144, (1986)
- [61] : Bouras, A., & Boudehir, N. (2016). Traitements physico-chimiques et biologiques des lixiviats de décharge (Doctoral dissertation, UMMTO).
- [62] : Rejsek, Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Scéen (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.2002.

Conclusion générale

Conclusion :

La politique d'encouragement de la production et de la consommation locale est la meilleure et l'unique solution qui puisse exister pour résoudre les problèmes des coûts. De ce fait, l'application des biomatériaux à base des plantes locales est une excellente stratégie protégeant la santé humaine et l'environnement ; par exemple, à travers notre étude, nous avons constaté que l'efficacité de biocoagulant le cactus est meilleure que celle de coagulant chimique FeCl_3 en termes de l'abattement de la conductivité 98,76% , tandis que pour FeCl_3 95,27 % , En plus de la très forte élimination de MES de taux estimée par 98,60% pour le cactus et 79,56% pour FeCl_3 , et elle atteint même en plus de contribuer à l'élimination efficace des paramètres bactériologique comme décrit précédemment .

Elle entre dans le cadre du développement durable et respecte les douze principes de la chimie verte avec une valeur ajoutée qui se traduit par la production des boues, biodégradables, riches en éléments nutritifs, valorisables comme engrais en agriculture, qui représente un nouveau départ pour les générations futures.

Les Annexes :

1. Annexe : Détermination des phosphates PO_4^{3-} :

Principe :

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

Appareils : Spectrophotomètre UV. Visible

Réactifs :

Réactif Mixte :

Heptamolybdate d'ammonium 13 g.

Eau distillée 100 ml.

Tartrate d'antimoine 0.35 g.

Eau distillée 100 ml.

Acide sulfurique pur 150 ml ©

Eau distillée 150 ml.

(A + B) + C 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 % :

Acide ascorbique.....10g.

Eau distillée100ml.

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml du réactif mixte.

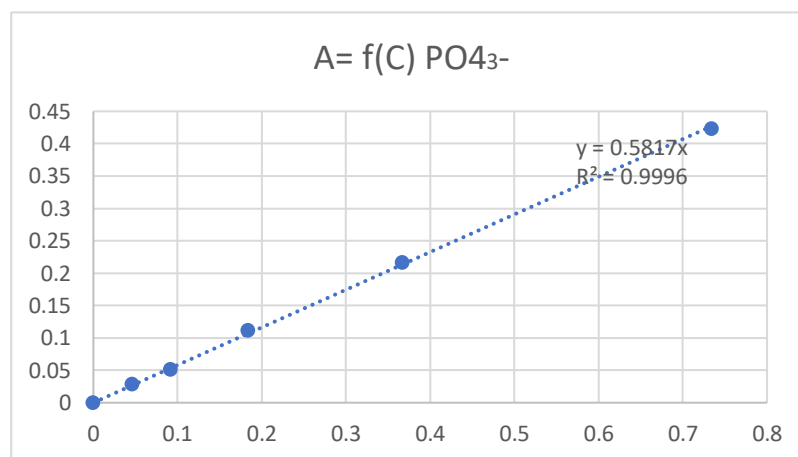
Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

Courbe d'étalonnage :

Courbe d'étalonnage des orthophosphates

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
\$ file à 25 mg/l P	0	0.3 ml	0,6	1,2	2,4	4,8
qsp 40 ml eau distillée	40	40 ml	40	40	40	40
[C] P (mg/l)	0	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24
[C] en PO ₄ (mg/l)	0	0,0459	0,0918	0,1836	0,3672	0,734
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	2	2	2	2	2	2
Attendre 10 mn						
A	0	0,029	0,052	0,112	0,217	0,424



(Remarque : Les résultats sont multipliés par le facteur de dilution $F=10$)

2. Annexe : DOSAGE DES NITRATES NO₃⁻ Méthode au salicylate de sodium :

Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :

* Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

* Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

* H₂SO₄ concentré.

* Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH 400 g.

Tartrate de sodium et de potassium 60 g.

Eau distillée qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

* Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.

Eau distillée 1000 ml.

Chloroforme 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

(Remarque : Les résultats sont multipliés par facteur de dilution F=50)

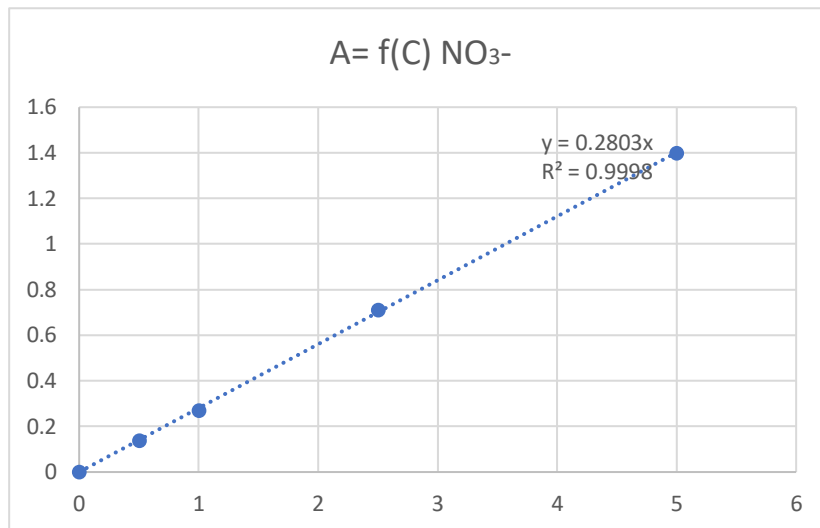
Appareillage.

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

□ Courbe d'étalonnage.

N° de capsule	B	I	II	III	IV
\$ étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
\$ de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0,5	1	2,5	5
A	0	0,137	0,269	0,711	1,399



3. Annexe : Détermination des matières en suspension“ la méthode par filtration ”

□ Principe :

Vaporisation de l'échantillon à une température de 150° pendant 2 heures, détermination des matières en suspension par pesée différentielle.

* Des eaux non chargées en MES : on utilise des filtres pour la filtration.

* Les eaux chargées en matière en suspension, on utilise directement les échantillons dans des capsules.

Appareil : Etuve.

Température : 150 °C.

Matériels : Fioles, capsules, filtres, rampe de filtration, balance, dessiccateur.

□ Mode opératoire :

- Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.
- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.
- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.

- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 150°C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

4. Annexe : MESURE DES INDICATEURS DE POLLUTION FECALE :

-Pour les coliformes totaux et les streptocoques fécaux :

1.1. Méthode par filtration :

La technique par filtration n'est pas appropriée pour des eaux usées brutes à cause de la charge bactérienne très élevée et de la teneur excessive en matières en suspension (MES) pouvant provoquer le colmatage de la membrane. Elle convient plutôt aux eaux très peu chargées en matières particulières telles que les eaux potables.

1.1.1. Principe Le principe repose sur 4 étapes qui sont la filtration, la culture, l'incubation et le dénombrement des colonies.

- le dépôt de la membrane sur un milieu gélosé sélectif.
- l'incubation aux températures et temps convenables.
- le dénombrement des ufc dans le volume de référence choisi.

1.1.2. Filtration:

❖ *Schéma*

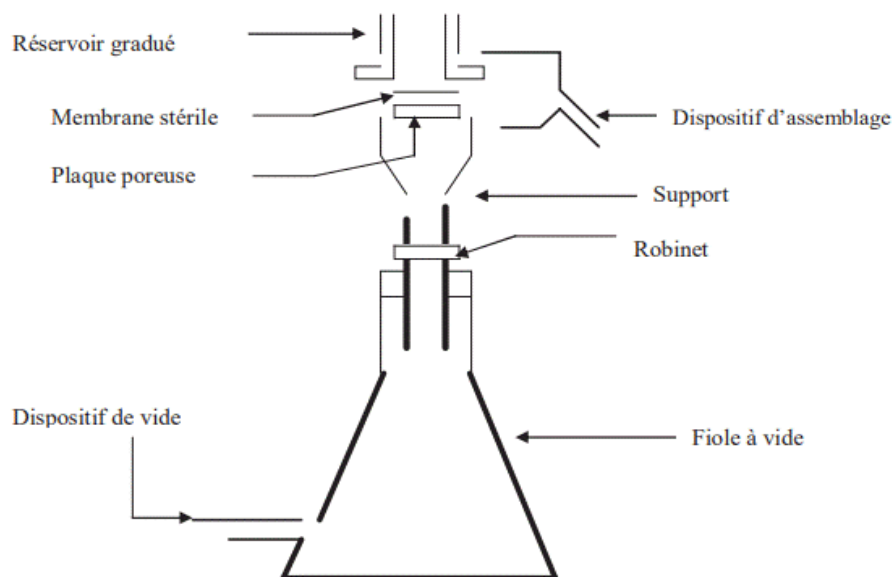


Figure 4 : Dispositif de filtration

❖ Préparation du dispositif et technique de filtration :

- Relier le dispositif de filtration à une source de vide (pompe ou trompe à eau).
- Brancher la pompe à une prise de courant.
- Ouvrir le robinet du dispositif de filtration.
- Enlever le réservoir et stériliser à la flamme la surface du support poreux, ainsi que le réservoir.
- Laisser refroidir en y versant de l'eau distillée et laisser la pompe aspirer.
- Fermer le robinet et remettre le réservoir sur le support.
- Placer, à l'aide d'une pince préalablement passée à la flamme puis refroidie, une membrane stérile (la tenir seulement par le bord extérieur) sur la base du support poreux.
- Rincer à l'eau distillée stérile le réservoir et la membrane filtrante tout en maintenant l'arrivée fermée.
- Homogénéiser bien l'échantillon et verser ou transférer à l'aide d'une pipette un volume V connu d'échantillon.
- Ouvrir le robinet et faire un vide pour filtrer lentement l'eau à travers la membrane.
- Refermer aussitôt le robinet après que tout l'échantillon ait été filtré.
- Retirer le réservoir et ensuite la membrane et la déposer sur le milieu de culture.

Note : Faire attention en déposant la membrane pour ne pas emprisonner de bulle d'air entre celle-ci et le milieu. Si cela se produisait, soulever légèrement la membrane en la tenant par le bord et la redéposer très doucement pour éliminer la bulle d'air. Pour différentes dilutions d'un même échantillon commencer toujours la plus forte dilution. Le réservoir peut être réutilisé sans désinfection entre 2 dilutions. Pour filtrer un autre échantillon, désinfecter ou rincer abondamment à l'eau distillée le réservoir et le support poreux.

- Pour Les Coliformes Totaux : 37 °C pendant 24 h.
- Pour Les Streptocoques Fécaux : 37 °C pendant 24 h.

5. Annexe : Calcule de l'abattement des paramètres :

	DCO (mg/l)	Conductivité (ms/cm)	N-NH ₄ (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidité (NTU)
Lixiviats (13/03/2023)	22720	57.4	1264	2153	29,2
FeCl₃	8770 (61.40%)	2.71 (95,27 %)	415 (67,16%)	440(79,56%)	2,22(92,40%)
Cactus Humide	12280 (45.95%)	0.93 (98,37%)	629 (50,23%)	1460 (32,18%)	25,42(12,94%)
Cactus sèche 1	10920 (51.94%)	0.71 (98,76%)	591 (53,24%)	140 (93,49%)	26,88(7,94%)
Cactus sèche 2	10440 (54.05%)	0.74 (98,71%)	587 (53,56%)	30 (98,60%)	23,44(19,72%)

Abattement de DCO = (lix initiale – lix traité) / lix initiale

Ex: FeCl₃... (22720-8770) / 22720 = 61.40 %