

N° d'ordre : .....

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

-----  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



*Domaine :* **SCIENCE DE LA MATIERE**

*Filière :* **CHIMIE**

*Spécialité :* **CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT**

## **Mémoire de Master**

*Thème*

**Traitement des lixiviats de décharge par combinaison de procédés**

**Physico-chimique et SBR**

*Présenté par :* **MERKAL Yamina**  
**NAIT KACI Mounia**

*Soutenues publiquement, le 14/07/2022 devant le Jury composé de :*

<b>Mme FERRAG</b>	<b>Fatiha</b>	<b>MCA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Présidente</b>
<b>Mme CHEIKH</b>	<b>Assira</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme ALI</b>	<b>Oumessaad</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Promotrice</b>

*Session 2021 / 2022*

## *Remerciement*

Nous tenons à remercier tout d'abord DIEU le tout puissant qui nous a donné, la santé, le courage pour la réalisation de ce travail.

On tient à remercier vivement notre promotrice Mlle ALI Oumessad Maître conférence (B) à l'Université de Tizi Ouzou pour la qualité de son encadrement exceptionnel, et à qui on témoigne notre profonde reconnaissance pour le suivi constant, ses suggestions pertinentes dans la recherche, sa rigueur pour le travail bien fait et les conseils dont on a pu bénéficier au cours de ce travail. On ne la remerciera jamais assez pour ses différentes orientations.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mlle CHEIKH Assira, Maître Conférence (B) à l'Université de Tizi Ouzou, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant d'examiner notre travail on lui exprime notre profonde reconnaissance pour l'aide qu'elle nous a porté son soutien et ces encouragements tout au long de notre travail.

On remercie Mme FERAG Fatiha Maître conférence (B) à l'Université de Tizi Ouzou d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance et pour tout le savoir qu'elle nous a transmis.

On remercie le responsable du Centre d'Enfouissement Technique de Corso pour nous avoir permis de prélever nos échantillons.

Nous n'oublions pas de remercier les ingénieurs du laboratoire chimie de l'environnement.

Nous tenons à remercier tous nos camarades et spécialement ceux présent au sein du laboratoire pour l'entente, l'ambiance et l'aide qu'ils nous ont apporté, ce fut de bonnes découvertes.

# Dédicace

*A ma mère*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi*

*Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime*

*A mon père*

*Tu as su te montrer patient, compréhensif et encourageant. Ta chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.*

*A mes sœurs Kaïssa et Samira ainsi qu'à leurs mari*

*A mon frère Amar*

*A mes neveux*

*A tous mes amis*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail*

*A ma mère, pour son amour ses encouragements et ses sacrifices*

*A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a  
accordé*

*A mes chers frères et ma petite sœur*

*A tout les membres de ma famille en particulier MADEL*

*A TOUT MES AMIS*

*ET TOUS CEUX QUI M'aiment.*

*MOUNIA*

## Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	1

### Première partie : Recherche bibliographique

#### Chapitre I : généralités sur les lixiviats

I-1-Définition des déchets solides .....	5
I-2-Centre d'enfouissement technique C.E.T.....	5
I-2-1 Phénomènes qui peuvent avoir lieu dans un centre de stockage .....	5
I-2-2 Types de C.E.T .....	6
I-2-3 Objectifs d'un C.E.T.....	6
I-3 Définition du biogaz .....	6
I-4 Définition des lixiviats .....	6
I-4-1 Les principaux paramètres caractérisant un lixiviat .....	7
I-4-2 Types des lixiviats .....	7
Lixiviat jeune .....	7
Lixiviat intermédiaire .....	7
Lixiviats stabilisés .....	8
I-5 Les normes des rejets des lixiviats.....	8
I-6 Impact du lixiviat sur l'environnement .....	9
La pollution hydrique .....	9
La pollution du sol .....	9
Conclusion .....	9

#### Chapitre II : Procédé de Traitement des lixiviats

II.1 Procédés de traitement de lixiviats .....	11
II.1.1 Procédés physico-chimiques .....	11
II.1.1.1 Précipitation chimique .....	11
II.1.1.2 Traitement membranaire .....	12
L'osmose inverse .....	12
La nano filtration .....	12
II.1.1.3 Adsorption .....	12
II.1.1.4 Coagulation-floculation .....	13

La coagulation .....	13
La floculation.....	14
II.1.1.4 Les paramètres influençant la coagulation floculation .....	15
pH .....	15
Les sels dissouts .....	15
La température .....	15
Influence des caractéristiques physico-chimique du .....	15
Influence de la nature du coagulant .....	16
Influence de la dose du coagulant .....	16
II.3. Procédés biologiques .....	16
II.3.1 Traitement aérobie .....	18
II.3.2 Traitement anaérobie.....	19
II.3.3 Les combinaisons des traitements .....	20
Conclusion .....	20

## **Deuxième partie : Etude expérimentale**

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

III-1 Echantillonnage .....	23
III-1-1 Récupération des lixiviats .....	23
III-1-2 conservation des lixiviats .....	24
III-1-3 Caractérisation du lixiviat .....	24
III-2 Procédés de traitement des lixiviats .....	25
III-2-1 Traitement physico-chimique (coagulation-floculation) .....	25
III-2-1-2 Réactifs.....	26
III-2-1-3 Mode opératoire .....	26
a-Optimisation du pH .....	26
b- Optimisation de la dose du coagulant .....	26
C- Optimisation de la dose du floculant .....	27
III-2-2 Traitement biologique .....	27
III-2-2-1 Traitement des lixiviats par SBR couplé au système de coagulation floculation.....	27
III-2-3 Traitement par aération intensive.....	29

**Chapitre IV: Résultats et discussion :**

IV.1 Composition des lixiviats de C.E.T de Corso .....	31
IV-2 Discussion des paramètres .....	32
IV-3 Traitement des lixiviats.....	33
IV -3-1 Traitement par coagulation-floculation .....	33
IV -3-1-1 Etape de coagulation .....	33
a- Optimisation du pH du coagulant $\text{FeCl}_3$ .....	34
b- Optimisation de la dose du coagulant $\text{FeCl}_3$ .....	35
c- Optimisation du pH du coagulant $\text{Ca(OH)}_2$ .....	37
d- Optimisation de la dose du coagulant $\text{Ca(OH)}_2$ .....	38
e - Comparaison entre les deux coagulants .....	40
- En fonction du pH : .....	40
- En fonction de la dose .....	41
IV -3-1-2 Etape de coagulation-floculation .....	41
a- Optimisation de la dose du flocculant (gel de cactus) du coagulant $\text{FeCl}_3$ .....	44
b- Optimisation de la dose du flocculant (gel de cactus) du coagulant $\text{Ca(OH)}_2$ .....	45
c- Optimisation de la dose du flocculant (gel d'Aloe vera) du coagulant $\text{FeCl}_3$ .....	46
d- Optimisation de la dose du flocculant (gel d'Aloe vera) du coagulant $\text{Ca(OH)}_2$ .....	47
e-Evolution de variation de la turbidité et la conductivité des bio-flocculants .....	48
IV -3-1-3 Etude comparative .....	50
IV-3-2 Traitement par SBR.....	50
a- Abattement de la DCO .....	51
b- Abattement des nitrites, nitrates .....	52
c- Abattement des ortho-phosphate .....	53
IV-3-3 Traitement par aération intensive .....	54
<b>Conclusion generale</b> .....	<b>57</b>

Liste des figures

Chapitre II

Figure II-1 : Schéma de coagulation-floculation..... 14  
 Figure II.2: Principe de fonctionnement d'un réacteur SBR ..... 17

Chapitre III

Figure III-1 : point de prélèvement de l'échantillon ..... 24  
 Figure III-2 : JAR TEST ..... 25  
 Figure III-3: Réacteur biologique (SBR) ..... 28  
 Figure III-4 : Réacteur à aération intensive ..... 29

Chapitre VI

Figure VI-1 : variation de la DCO et la masse de boue en fonction du pH ..... 34  
 Figure VI-2 Abattement de la DCO en fonction du pH ..... 35  
 Figure VI-3:Variation de la DCO et masse de boue en fonction des doses du coagulant FeCl<sub>3</sub> ..... 36  
 Figure VI-4 Abattement de la DCO en fonction des doses du coagulant FeCl<sub>3</sub>..... 36  
 Figure VI-5 : variation de la DCO et la masse de boue en fonction du pH ..... 37  
 Figure VI-6 Abattement de la DCO en fonction du pH ..... 38  
 Figure VI-7 variation de la DCO et la masse de boue en fonction de [Ca(OH)<sub>2</sub>] ..... 39  
 Figure VI-8 Abattement de la DCO en fonction de la dose de Ca(OH)<sub>2</sub>..... 39  
 Figure VI-9 comparaison entre les deux coagulants en fonction du pH ..... 40  
 Figure VI-10 comparaison entre les deux coagulants en fonction de leurs doses ..... 41  
 Figure VI-11 spectre IR du cactus ..... 42  
 Figure VI -12 spectre IR d'Aloe vera ..... 43  
 Figure VI-13 Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant . 44  
 Figure VI-14 Abattement de la DCO en fonction de la dose de FeCl<sub>3</sub> ..... 44  
 Figure VI-15 Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant . 45  
 Figure VI-16 Abattement de la DCO en fonction de la dose du floculant ..... 45  
 Figure VI-17 Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant..46  
 Figure VI-18 Abattement de la DCO en fonction de la dose du floculant ..... 46

<b>Figure VI-19</b> Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du flocculant .	47
<b>Figure VI-20</b> Abattement de la DCO en fonction de la dose du flocculant .....	47
<b>Figure VI-21</b> variation de la conductivité et la turbidité en fonction des doses des bio-flocculants.....	48
<b>Figure VI-22</b> variation de la conductivité et la turbidité en fonction des doses des bio-flocculants.....	49
<b>Figure VI-23</b> variation de l'abattement en fonction des différents paramètres .....	50
<b>Figure VI-24</b> Variation de la DCO et le pH en fonction de temps .....	51
<b>Figure VI-25</b> Abattement de la DCO en fonction de temps.....	52
<b>Figure VI-26</b> Variation des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ); nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	52
<b>Figure VI-27</b> Variation des ortho-phosphates( $\text{PO}_4$ ) .....	53
<b>Figure VI-28</b> lixiviat avant et après traitement par SBR couplé à la coagulation floculation	53
<b>Figure VI-29</b> variation de la DCO en fonction d u temps .....	55
<b>Figure VI-30</b> Lixiviat avant et après traitement par aération intensive .....	55

## Liste des tableaux

### Chapitre I

**Tableau I-1** : Normes de rejets en Algérie .....8

### Chapitre II

**Tableau II.1** : Classification des procédés biologiques artificiels de traitement des lixiviats.17

**Tableau II.2**:Performance de l'épuration des lixiviats par lagunage ..... 19

**Tableau II.3**: Performance des différents réacteurs anaérobie ..... 19

### Chapitre III

**Tableau III.1** : Principe et références des méthodes d'analyses..... 24

### Chapitre VI

**Tableau VI-1** : Caractérisation de lixiviat brut de C.E.T de Corso ..... 31

**Tableau III-2** : caractérisation des bio-gels ..... 42

**Tableau VI -3** : Type de vibration des liaisons du gel du cactus..... 43

**Tableau VI -4** : Type de vibration des liaisons du gel d'Aloe vera..... 43

**Tableau VI-5** : Caractérisation des différents types des lixiviats ..... 51

**Tableau VI-6**: caractéristiques du lixiviat avant et après traitement ..... 54

### Abréviations

**C.E.T:** Centre d'Enfouissement Technique.

**CSDU:** Centre de Stockage de Déchets Ultimes.

**AGV:** Acide gras volatils.

**pH:** Potentiel d'hydrogène.

**DCO:** Demande Chimique en Oxygène (mg d'O<sub>2</sub>/L).

**DBO<sub>5</sub>:** Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg d'O<sub>2</sub>/L).

**MES:** matière en suspension (mg/L).

**MVS:** matière volatile sèche.

**MS:** matière sèche

**SBR :** réacteur Biologique Séquentiel.

## *Introduction*

La protection de l'environnement est de nos jours, une préoccupation collective dans les différents secteurs d'activités, elle devient une nécessité privilégiée dans la politique des pays en voie de développement.

En Algérie, la gestion des déchets rencontre de très nombreuses difficultés, tant du point de vue technique, économique, que méthodologique et organisationnel. Les causes de ces difficultés sont connues, notamment l'exode rural et la métropolisation des villes avec ses conséquences dans le domaine de l'habitat, de l'éducation, de la santé et de l'environnement. L'envergure des problèmes appelle l'urgence des solutions, vu que les déchets ne cessent d'augmenter suite à la croissance démographique et économique du pays. Ainsi, la quantité de déchets ménagers produite en 2017 en Algérie, est estimée à 8,5 millions de tonnes, et approchera les 17 millions de tonnes en 2030.

Les décharges sont devenues l'unique moyen pour l'élimination des déchets. La mise en décharge présente l'avantage d'éliminer d'importants volumes à des coûts raisonnables. La solution technique retenue par l'Algérie, pour le traitement des déchets ménagers est l'enfouissement.

A cet effet, la maîtrise de ce flux de déchets de plus en plus grandissant s'avère nécessaire, afin de protéger la qualité des nappes d'eau souterraines contre l'infiltration des lixiviats provenant des décharges, préserver et économiser les sols servant au stockage des déchets, réduire les nuisances olfactives et les émissions des gaz dont certains sont toxiques pour l'homme et son environnement. Ainsi, la création de Centres d'Enfouissement Technique(C.E.T.), est considérée comme ultime moyen pour l'élimination de ces déchets et la préservation de l'environnement.

Une centaine de centres d'enfouissement technique des déchets ménagers ont été réalisés à travers le territoire national, dont 43 ont été mis en exploitation. Il en résulte cependant de ces CET d'autres produits tels que les lixiviats qui doivent être traités afin d'éviter la contamination des nappes phréatiques, car ces dernières se chargent en matières organiques et autres substances toxiques, et deviennent un vecteur de pollution des plus dangereux. Cela montre la nécessité de les traiter avant de les rejeter dans l'écosystème.

A travers ce travail, nous avons procédé au traitement des lixiviats issus du CET de Corso, qui a consisté en la coagulation-floculation et SBR (réacteur biologique séquentiel) ainsi que l'aération intensive.

Ce mémoire porte sur le thème « traitement des lixiviats de décharge par combinaison de procédé physico-chimique et réacteur biologique séquentiel SBR » qui contient deux parties :

Une première partie bibliographique et une seconde expérimentale ;

- Première partie : composée de deux chapitres
  - Chapitre I: nous aborderons les généralités sur les lixiviats
  - Chapitre II: nous présenterons les différents procédés de traitements des lixiviats.
  
- Deuxième partie : comprend deux chapitres ;
  - Chapitre III: nous décrirons les Matériels et méthodes utilisées lors de nos travaux
  - Chapitre IV : C'est la partie analytique, elle portera sur une discussion des résultats obtenus lors de cette étude.

Pour conclure ce manuscrit, nous exposerons les principaux résultats de notre recherche et les perspectives d'avenir dans le traitement des lixiviats.

# **Partie théorique**

# **Chapitre I**

## **Généralités sur les lixiviats de décharge**

Les quantités et les caractéristiques des eaux usées urbaines et industrielles de plus en plus importantes sont très variées et constituent un danger croissant pour le milieu naturel. Ils provoquent des altérations du milieu environnant à cause de leurs charges en matières en suspension et en polluants organiques dissous qui sont toxiques et peuvent être persistants. Devant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie et la grande densité des zones urbaines, de nouvelles formes de pollution des eaux sont générées. En effet, l'enfouissement et le stockage des déchets solides doit permettre non seulement une gestion efficace des déchets mais aussi le traitement après drainage et récupération des deux effluents qui sont les biogaz et les lixiviats.

### **I-1-Définition des déchets solides :**

Un déchet est un objet, une substance ou un matériau, destiné à l'abandon parce qu'il attribue une valeur négative.

D'après la loi du 15 juillet 1975, un déchet est défini comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien nuisible abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » [1].

### **I-2-Centre d'enfouissement technique C.E.T :**

Au sens de l'article 2 du décret wallon du 27 juin 1996 relatif aux déchets, le C.E.T (Le centre d'enfouissement technique) ou centre de stockage des déchets ultimes (CSDU), est défini comme un site d'élimination des déchets par leur dépôt sur ou dans la terre (c'est à dire en sous-sol).

Ce sont des résidus issus des procédés de traitement ou des déchets sans valorisation. [2]

#### **I-2-1 Phénomènes qui peuvent avoir lieu dans un centre de stockage :**

Certains phénomènes sont communs à la majorité des sites et peuvent être quantifiés, permettant ainsi de caractériser l'évolution générale d'un centre de stockage [3] :

- Dégradation des matières organique sous l'action des bactéries.
- L'eau qui s'écoule sur la masse de déchets produit des lixiviats en se chargeant de substances chimiques ou biologiques.
- Des réactions chimiques ou physiques conduisent à la destruction partielle de la matière et à la solubilisation de certaines espèces ou à leur transformation en gaz

### **I-2-2 Types de C.E.T**

Il existe trois types de CET qui réceptionnent trois catégories différentes de déchets [3]:

- ❖ **CET de classe 1:** Pour déchets dangereux, toxiques (déchets industriels spéciaux)
- ❖ **CET de classe 2:** Pour déchets ménagers et assimilés (ordures ménagères, déchets industriels et commerciaux, etc..).
- ❖ **CET de classe 3:** Pour les déchets inertes (déchets, déblais, gravats, etc...) issus d'entreprises du bâtiment et des travaux publics et de travaux de bricolage de particuliers.

### **I-2-3 Objectifs d'un C.E.T :**

Un centre d'enfouissement technique a pour objectif de :

- Sauvegarder l'environnement en minimisant les nuisances, la pollution du sol et de la nappe phréatique
- Maitriser la fermentation de la matière organique contenue dans les déchets et les nuisances qui peuvent polluer les eaux (production de lixiviats), réduire l'émission des biogaz pour minimiser la pollution de l'air et protéger les habitations par l'envol des déchets légers.
- Trouver une solution technique au traitement des déchets solides ménagers compatible avec les ressources financières et humaines [4].

### **I-3 Définition du biogaz :**

Le biogaz ou gaz de décharge est défini comme étant « tous les gaz produits par les déchets mis en décharge » (direction Européenne 1999/31/CEE).

C'est un sous-produit de dégradation de la matière organique fermentable compactée en anaérobie, les principaux gaz dégagés sont le méthane (CH<sub>4</sub>) et le gaz carbonique(CO<sub>2</sub>) [5].

### **I-4 Définition des lixiviats :**

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 [6].

#### **I-4-1 Les principaux paramètres caractérisant un lixiviat :**

Les principaux paramètres caractérisant un lixiviat sont :

- ❖ Demande Chimique en Oxygène (DCO)
- ❖ Demande Biologique en Oxygène (DBO5)
- ❖ Carbone Organique Total (COT)
- ❖ Teneur en matière azotée et phosphorée (azote organique,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , phosphore total,  $\text{PO}_4^{3-}$ )
- ❖ pH
- ❖ Conductivité
- ❖ Concentration en métaux lourds (Fe, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Hg, Ag)
- ❖ Teneurs en micropolluants organiques (hydrocarbures, phénols, pesticides et solvants)
- ❖ Micro-organismes pathogènes (coliformes totaux)
- ❖ Acides gras volatils (AGV)

Certains de ces paramètres sont communs à tous les lixiviats quelque soit le stade de dégradation (concentration élevée en chlorure, sodium, potassium et forte alcalinité). Tandis que d'autres dépendent de l'évolution de la bioactivité de la décharge et sont généralement très élevés pendant les premières phases (matière organique,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) [6]

#### **I-4-2 Types des lixiviats :**

Suivant le stade d'évolution biologique des déchets, trois types de lixiviats ont été distingués :

##### **❖ Lixiviat jeune :**

Il est caractérisé par un pH acide de l'ordre de 6. Le rapport DBO5/DCO est important, du fait de la présence des microorganismes. La DCO dépasse souvent les 20 000 mg d'O<sub>2</sub> /L et peut même atteindre 80 000 mg/L. les acides carboxyliques représentent environ 80% de la charge organique et un traitement biologique est fortement recommandé pour ce genre d'effluent [7].

##### **❖ Lixiviat intermédiaire :**

C'est une phase de transition entre le lixiviat jeune et le lixiviat stabilisé. Le pH s'approche généralement de la neutralité et la charge organique est nettement plus faible que celle du jeune (entre 3 000 et 15 000 mg/L). Le rapport DBO5/DCO avoisine les 0,2% et le

pourcentage en acides carboxyliques est faible (20 à 30%). Ce genre de lixiviat est faiblement biodégradable et c'est plutôt les procédés physico-chimiques qui sont préconisés pour son traitement [7].

❖ **Lixiviats stabilisés :**

Il est aussi appelé le lixiviat vieux. La DCO ne dépasse pas les 2 000 mg/ L et le pH est légèrement basique (7,5 à 8,5), les acides carboxyliques et les métaux n'existent presque pas dans ces eaux. Ces lixiviats stabilisés correspondent à la phase de maturation [7].

### I-5 Les normes des rejets des lixiviats

Vu leur degré de pollution, le rejet des lixiviats est régulé par des normes strictes afin de minimiser l'impact de la contamination des milieux récepteurs. La réglementation Algérienne en vigueur ne tient pas compte des rejets issus des installations de traitement des déchets. Par ailleurs le décret exécutif N° 06-141 du 19 avril 2006, définit seulement les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Il stipule que les rejets d'effluents liquides industriels des installations classées ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en l'élément 02 dans annexe I et doivent être dotés d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée. Les normes de rejet sont regroupées dans le tableau suivant [8]:

**Tableau I-1 : Normes de rejets en Algérie**

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs limites en Algérie</b>
DBO5 (mg/L)	35
DCO (mg/L)	120
PH (mg/L)	(6,5 – 8,5)
Azote total (mg/L)	30
MES (mg/L)	35
Phosphore total (mg/L)	10
Zinc (mg/L)	3
Composés phénoliques (mg/L)	0,3

## **I-6 Impact du lixiviat sur l'environnement :**

### **❖ La pollution hydrique :**

Le risque de pollution des eaux par des décharges est un problème qui préoccupe de plus en plus les hydrogéologues et les spécialistes de la qualité de l'eau. Ainsi, de nombreuses études réalisées en France et dans beaucoup d'autres pays ont montré que ce risque n'est pas négligeable. La contamination affectera aussi bien les eaux souterraines que les eaux de surface. Concernant les eaux superficielles, la contamination peut avoir lieu soit lors du lessivage du dépôt par ruissellement des eaux de pluie. ?

### **❖ La pollution du sol :**

L'impact des lixiviats sur le sol se traduit par la réduction du temps de transit (les lixiviats traversent rapidement les couches du sol).

## **Conclusion :**

Le plus grand risque lié au fonctionnement d'un CET est la production des lixiviats qui sont chargés de polluants organiques, minéraux et métalliques. Ils demeurent un liquide extrêmement dangereux qui peut avoir plusieurs impacts sur l'environnement et sur l'être humain notamment en contaminant la nappe phréatique. Au-delà de ces considérations, les lixiviats doivent être traités comme des substances extrêmement sensibles d'où la nécessité d'assurer le bon fonctionnement des casiers et un meilleur acheminement du lixiviat et pour finir un traitement adéquat et efficace.

## **Chapitre II**

### **Procédés de traitement des lixiviats**

L'installation de décharges sanitaires représente la seule méthode de stockage des déchets ménagers solides dans plusieurs pays. Les lixiviats générés à partir de ces décharges présentent une grande toxicité aiguë et chronique lorsqu'ils ne sont pas traités ; ces lixiviats peuvent pénétrer dans la nappe phréatique ou contaminer les eaux de surface et donc contribuer à la pollution des eaux. [10]

Le traitement des lixiviats nécessite d'élaborer une stratégie sur le moyen ou le long terme. Tout commence par la caractérisation de l'effluent; après l'avoir qualifié et quantifié, il faudra opter pour une palette de procédés qui induiront un certain nombre de séquences successives [11].

La plupart des procédés utilisés pour traiter les lixiviats sont des adaptations des procédés classiques de traitement des eaux usées qui peuvent être divisés en deux principales catégories ; les procédés physico-chimiques (coagulation-floculation, oxydation, précipitation, adsorption et stripping etc...) qui sont préférentiellement utilisés pour des lixiviats stabilisés ou pour éliminer un polluant ciblé et les procédés biologiques (aérobies ou anaérobies) qui sont principalement adaptés aux lixiviats biodégradables. Ces différents traitements sont souvent complémentaires. Toutefois, compte tenu de la grande variabilité de la composition de ces effluents, ces procédés sont souvent complémentaires, les procédés physico-chimiques servant de prétraitement ou de traitement de finition [12] [13].

## **II.1 Procédés de traitement de lixiviats**

Les procédés les plus courants pour le traitement des lixiviats sont

### **II.1.1 Procédés physico-chimiques**

#### **II.1.1.1 Précipitation chimique:**

Sur le même principe que celui de la coagulation- floculation, la précipitation consiste à ajouter aux lixiviats un réactif destiné à faire précipiter certains composés indésirables, pouvant être éliminés par décantation ou flottation.

Les réactifs les plus utilisés restent :

- La chaux  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , qui permet de précipiter les métaux sous forme d'hydroxydes, ainsi que la partie à haut poids moléculaire de la matière organique,
- Un mélange de chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) et de di-sodium Hydrogénophosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), pour précipiter l'ammonium sous forme de struvite (phosphate ammoniaco-magnésien).

Des études mettant en œuvre une précipitation à la chaux, montrent des taux d'abattement de DCO d'environ 25 %, pour des concentrations en chaux allant de 0,46 à 1,35 g.L<sup>-1</sup>.

### II.1.1.2 Traitement membranaire

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

- a. **L'osmose inverse** : semble être l'une des méthodes les plus prometteuses, dans le traitement des lixiviats. En effet, plusieurs études effectuées ont montré, l'efficacité de ce procédé dans l'élimination des contaminants présents dans les lixiviats.
- b. **La nano filtration** : La nano filtration a montré ses preuves, dans l'élimination des composés organiques récalcitrants et des métaux lourds provenant des lixiviats [14].

### II.1.1.3 Adsorption

L'une des principales raisons qui a motivé l'application de l'adsorption au traitement des lixiviats de CET, est son critère de non sélectivité vis-à-vis des composés organiques. Ainsi, les substances biodégradables et non-biodégradables sont éliminées, comme par exemple les substances humiques et les composés halogénés [15] [16].

Les halogènes organiques adsorbables AOX (Adsorbable Organic Halogen) peuvent être abattus jusqu'à moins de 1 mg.L<sup>-1</sup>. Ce procédé permet également d'abattre, de manière très satisfaisante les composés responsables de la coloration de l'effluent. Le charbon actif en poudre (CAP) ou en grain (CAG), est l'adsorbant le plus communément utilisé. L'adsorption sur du charbon permet d'éliminer en moyenne, 50 à 90 % de la DCO et de l'azote, suivant les lixiviats. Autres matériaux comme, le carbonate de calcium ou encore la tourbe, ont été testés comme adsorbants et fournissent des performances semblables à celles du charbon actif.

L'adsorption est souvent combinée avec un traitement biologique, dans de tels cas, le charbon actif joue alors, un double rôle d'adsorbant et de support, pour les micro-organismes. Grâce à ce couplage de procédés, il est possible d'éliminer 50 à 70 % de la DCO et de l'azote ammoniacal [17] [18].

#### **II.1.1.4 Coagulation-floculation :**

Les procédés de coagulation et floculation facilitent l'élimination des matières colloïdales en suspension et les éléments métalliques, ainsi que la couleur et la turbidité [10]. Il a pour but de déstabiliser les particules colloïdales par l'addition d'un coagulant pour faciliter leur agglomération. Cette dernière est habituellement suivie de la floculation qui favorise les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc, qu'on pourra facilement éliminer par décantation [19].

Le procédé semble également plus efficace, sur des lixiviats stabilisés avec des faibles DBO<sub>5</sub> de 300-500 mg d'O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> et des rapports DBO<sub>5</sub>/DCO inférieurs à 0,1. Il est largement utilisé comme prétraitement, d'un système biologique ou d'une étape d'osmose inverse, mais peut aussi servir de traitement de finition afin, d'éliminer la matière organique résiduelle non biodégradable. Les principales études menées sur la coagulation floculation de lixiviats, montre que l'abattement de la DCO est en moyenne de 10 à 25 % pour des lixiviats jeunes, et plus de 50 % pour des lixiviats ayant un faible rapport DBO<sub>5</sub>/DCO (Lixiviats stabilisés ou prétraités biologiquement). Ainsi, 59 à 73 % des composés organiques ayant un poids moléculaire supérieur à 500g.mol<sup>-1</sup> sont retenus, contrairement aux plus petites molécules qui restent nettement moins affectées par ce traitement (seulement 18 % éliminées).

##### **a. La coagulation :**

La coagulation consiste à ajouter une substance coagulante à la suspension sous l'effet d'une forte agitation, ce qui permettra une diffusion rapide de la substance dans tout le volume d'où l'augmentation de contact entre les particules colloïdales. Elle requiert l'ajout d'un produit chimique dit coagulant, tels que la chaux (Ca(OH)<sub>2</sub>), sulfate d'aluminium (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) et le chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>). L'ajout de ce réactif conduira au bout d'un certain temps à des réactions de neutralisation de charges électriques (figure II-1) et donc annuler les forces de répulsion entre les particules [20].

De manière générale, les sels de fer paraissent plus efficaces que ceux d'aluminium ou de chaux pour le traitement de lixiviat [21].

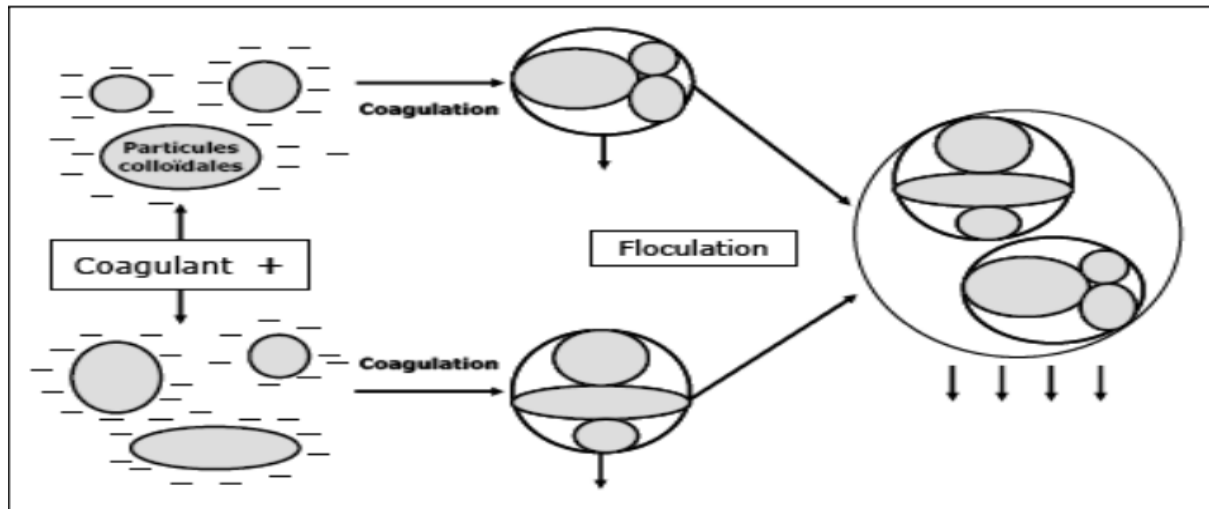


Figure II-1 Schéma de coagulation-floculation

### b. Lafloculation :

La floculation est l'étape où les particules préalablement déchargées s'agglomèrent en structures plus grosses appelées microflocs. Ces derniers s'agrègent ensuite en flocons plus volumineux, appelés flocons, qui peuvent alors subir une décantation. L'étape de floculation peut être améliorée en ajoutant un autre réactif : l'adjuvant de floculation, communément appelé le floculant[22].

**b.1 Les floculants** : sont des polymères à haut poids moléculaire, présentant des groupes réactionnels de charge inverse à celle de la suspension à traiter[11].

#### ❖ Floculant organique de synthèse

Depuis de nombreuses années, de nombreux polymères synthétiques sont utilisés comme adjuvants de floculation aux sels métalliques, pour améliorer l'efficacité de la coagulation floculation.

Les floculants organiques commerciaux, sont des polymères linéaires ou ramifiés solubles dans l'eau, cationiques et dont l'unité de base est composée, de divers monomères tels que l'acrylamide et l'acide acrylique.

Dans la plupart des cas, ils proviennent de matières premières à base de pétrole non réutilisable[23].

Ils améliorent la coagulation et donc la qualité du traitement, permettent la réduction du volume des boues formées après traitement, ne modifient que très faiblement ou pas le pH, et apportent très peu de salinité supplémentaire[23].

### ❖ Les biofloculants

Les floculants et coagulants d'origine naturelle, comprennent à la fois les ressources végétales et animales, citons les plus communément utilisés; l'ichtycolle obtenue à partir de la vessie de poisson ou le chitosane extrait de la coquille de crustacés.

Ceux à base de plantes ont été beaucoup plus utilisés et ont acquis une importance significative depuis les dernières années, tels que les tanins, la cellulose, l'alginate, les gommages et le mucilage, suscitent un large intérêt auprès des chercheurs [23].

Afin d'élargir la gamme des floculants naturels, nous nous sommes intéressées au mucilage d'Aloé Vera et au cactus (*Opuntia Ficus Indica*).

Sachant que les mucilages sont des polymères complexes de nature glucidique avec une forte structure ramifiée, les mucilages se rencontrent dans un grand nombre de végétaux, tels que le cactus et l'*Aloe Vera* appelés plantes mucilagineuses [24].

#### II.1.1.4 Les paramètres influençant la coagulation floculation

Dans le but d'optimiser la coagulation floculation, on prend en compte plusieurs variables qui sont en interaction continue tels que le pH, la concentration des sels dissouts, la température de l'eau, les caractéristiques physico-chimiques du coagulant mais aussi les conditions du mélange. Nous citons:

- a. **LepH** : Le pH est un facteur important dans la coagulation floculation, car pour chaque eau à traiter un pH ou une plage de pH pour laquelle le traitement est meilleur [25].
- b. **Les sels dissouts** : Durant la coagulation floculation, la quantité et la qualité des sels dissouts peuvent modifier :
  - La plage du pH ;
  - Le temps du traitement ;
  - La quantité du coagulant qu'il faut utiliser [25].
- c. **La température** :

La température de l'effluent influe directement sur sa masse volumique, et ainsi sur sa viscosité, ces deux facteurs influents considérablement sur la décantation. A des températures très basses, la décantation devient très difficile [25].
- d. **Influence des caractéristiques physico-chimique du coagulant** : Le poids moléculaire et les sites actifs du coagulant, influent directement sur l'efficacité de la coagulation floculation [16].

- e. **Influence de la nature du coagulant :** L'efficacité des coagulants est directement liée à la valence des cations utilisés. Les ions monovalents sont moins efficaces que les bi ou trivalents. La référence étant le  $\text{Na}^+$  et le  $\text{Ca}^{2+}$  d'une part, et les ions trivalents  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  d'autre part, ils présentent respectivement une efficacité de 7 à 200 fois et 500 à 10000 fois plus importante [5].
- f. **Influence de la dose du coagulant :** Il est évident, que les doses de coagulant à mettre en œuvre sont fonction de leur efficacité relative. Dans le cas des ions monovalents, la quantité nécessaire est de 100 pour une dose de 1 pour les ions trivalents. En conséquent, les coagulants utilisés sont des sels cationiques trivalents [5].

### II.3. Procédés biologiques :

Le traitement biologique est le procédé, qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément, dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude de micro-organismes sont associés à cette dégradation, selon différents cycles de transformation. Parmi eux, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires.

Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats). Il est ainsi possible, d'utiliser cette microflore dans un processus contrôlé, pour réaliser l'épuration des lixiviats des décharges, dont le principe général s'écrit comme suit [26]:

**Lixiviats à traiter + Biomasse épuratrice +  $\text{O}_2$  + agitation → Lixiviats traités + Biomasse décantée +  $\text{CO}_2$**

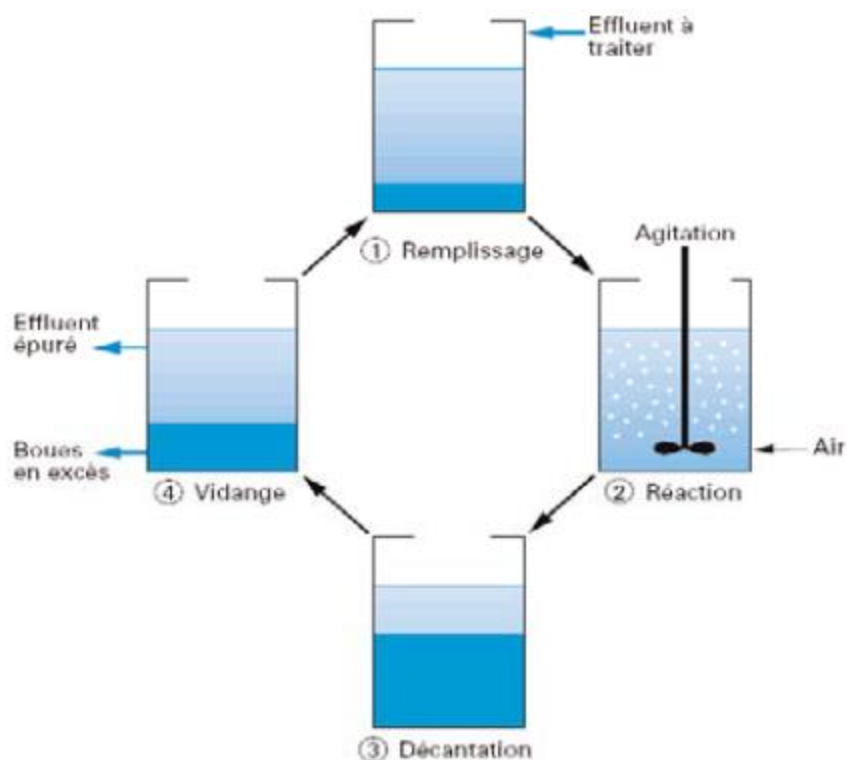
L'épuration biologique peut s'effectuer, par voie aérobie ou anaérobie. Les traitements aérobies sont les plus répandus, tandis que les traitements anaérobies restent réservés aux cas de pollution fortement concentrée, pour laquelle l'apport d' $\text{O}_2$  en quantité suffisante pose un problème [26].

**Tableau II.1** : Classification des procédés biologiques artificiels de traitement des lixiviats.

	<b>Aérobie</b>	<b>Anaérobie</b>
<b>Culture</b> « libre »	<b>Boues activées :</b> - Procédé classique (bassin d'aérations + clarificateur) - Réacteur biologique séquentiel (SBR)* - Bioréacteur à membranes.	- Digesteur conventionnel - Réacteur biologique séquentiel - Réacteur de type UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)
<b>Culture</b> « fixée »	Lit bactérien fixe ou fluidisé	- Filtre hybride « culture mixte » - Lit bactérien fixe ou fluidisé

### SBR\* (Sequencing Batch Reactor)

Le procédé SBR est un procédé séquentiel discontinu dont le fonctionnement est basé sur le temps, contrairement aux procédés à boues activées classiques, basés sur l'espace [27]. Ainsi, toutes les phases du traitement ont lieu dans le même réacteur qui, en fonction des étapes, tient le rôle de bassin d'aération et de décanteur (Figure II.2).

**Figure II.2**: Principe de fonctionnement d'un réacteur SBR

Le volume traité au cours d'un cycle correspond à une journée de production  $t$ , est stocké dans une première cuve tampon. Le réacteur contenant des boues activées est alimenté par l'effluent à traiter, une seule fois par jour. L'aération est réalisée pendant plusieurs heures durant lesquelles l'eau est épurée, puis elle est arrêtée afin que les boues décantent [27].

Le surnageant est ensuite évacué et un nouveau volume d'effluent à traiter, entre dans le réacteur. Lorsque la concentration des boues est très importante dans le réacteur, une partie des boues est soutirée.

### II.3.1 Traitement aérobie

Les traitements biologiques aérobies font appel, aux micro-organismes naturellement présents dans le milieu, pour dégrader les polluants présents. L'apport d'oxygène peut être naturel (le vent ou système de cascade) dans les petites installations de lagunage, ou artificiel (turbine ou diffusion de microbulles) dans les stations d'épuration de type « boues activées ».

Les bactéries peuvent être libres (boue activée, lagunage) ou fixées (lit bactérien ; filtres plantes ; filtre à sable ; bio filtre) ou même sous forme de bio-disques [28][29].

Le lagunage peut contribuer, à l'épuration des lixiviats fortement biodégradables, grâce à la présence de larges surfaces d'adsorption sur des sédiments, des plantes, ou encore des racines, à des interfaces aérobies-anaérobies ainsi qu'à une population microbienne active très variée. Les performances du traitement dépendent essentiellement du temps de séjour (20 à 30 jours) et de l'homogénéisation au sein de la lagune (transfert d'oxygène, contact, bactéries/effluent). La variation de température et les surcharges hydrauliques, peuvent constituer des facteurs perturbateurs de l'activité microbienne. Aussi, malgré ses coûts très attractifs, le lagunage ne permet pas de satisfaire les normes de rejets. Par conséquent, le traitement par lagunage aéré peut être une solution de prétraitement recommandée, avant rejet en station d'épuration, ou encore en amont d'un traitement physico-chimique, si bien évidemment la surface au sol disponible et le voisinage du centre de stockage des déchets ultimes (CSDU), le permettent.

**Tableau II.2:** Performances de l'épuration des lixiviats par lagunage.

Qualité moyenne du lixiviat				Performance		
DCO (g d'O <sub>2</sub> /l)	DBO <sub>5</sub> /DCO	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Temps de séjour (J)	Rendement d'épuration (%)		
				DCO	DBO <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
5.518	0,7	158	>10	97	99	97
1.200	0,24	230	-	67	85	53
1.182	0,26	405	20	89	95	99
765-3.090	0,43-0,53	-	16-22	55-64	95-97	-
5050	0,25	1330	32	40	64	77
<b>Rendement d'épuration (%)</b>				<b>73</b>	<b>86</b>	<b>82</b>

### II.3.2 Traitement anaérobie :

Contrairement au traitement aérobie, la digestion anaérobie consomme peu d'énergie et produit très peu de matières solides. En outre, il est possible d'utiliser le CH<sub>4</sub> produit pour réchauffer le digesteur, qui travaille habituellement à 35 °C. Le principal inconvénient de ce procédé, est sa sensibilité aux substances toxiques [30].

La littérature récente indique que, les systèmes anaérobies permettent d'éliminer en moyenne 70 à 80 % de la DCO et environ 90 % de la DBO des lixiviats.

**Tableau II.3:** Performance des différents réacteurs anaérobie.

Type de réacteur	Conditions opératoires			Performance	
	Volume du réacteur (L)	T (°C)	Temps de séjour hydraulique (J)	Rendement d'épuration (%)	
DCO				DBO <sub>5</sub>	
- Digesteur conventionnel	1,25-3,300	15,5-35	0,75-86	56-92	80-97
- Réacteur biologique séquentiel	2	35	1,5-10	64-85	-
- Réacteur du type USAB	0,56-22	11-35	0,9-5,1	56-97	78-99
- Lit bactérien fixe	0,38-20	11-42	0,1-10	42-91	55-96
- Lit bactérien fluidisé	7,9	35	-	26-82	-
-Filtre hybride	3	21-25	0,5-4	60-95	-

### II.3.3 Les combinaisons des traitements :

Les lixiviats sont des effluents complexes, dont le traitement nécessite une expertise particulière. Même si les procédés potentiellement applicables, dérivent pour la plupart du traitement des eaux usées, leur mise en œuvre obéit à des contraintes spécifiques. Contrairement à certains types d'effluents, le traitement type n'existe pas.

Face à la diversité des composés présents au sein des lixiviats, une multitude de procédés et de techniques particulières s'associent et se combinent, pour arriver au résultat souhaité.

Les techniques de traitement physico-chimiques rencontrées pour le traitement des lixiviats constituent rarement, à eux seuls, une filière de traitement. Ils sont souvent utilisés comme système de prétraitement, ou de traitement tertiaire associés à d'autres procédés comme les procédés biologiques. On retrouve l'intérêt de ces techniques quand il s'agit de traiter des lixiviats, qui présentent une grande fraction de composés non-biodégradables (cas des lixiviats matures) mais aussi, dans le cas où on vise à protéger un autre procédé, placé en aval, des préjudices que peuvent causer certains polluants tels que : les métaux lourds et les matières en suspension[31].

Ainsi, on retrouve souvent les procédés de coagulation/floculation et de précipitation chimique en amont des procédés biologiques et membranaires (Li et al., 1999; Perez et al., 2004; Singh et al., 2012; Wiszniowski et al., 2006)[32][33][34].

### Conclusion :

Par leur caractère polluant, les lixiviats doivent être traités avant leur rejet éventuel en milieu naturel afin d'éviter la contamination des eaux souterraines. Les traitements physico-chimique et biologique ont été considérés, comme les procédés les plus appropriés pour la dépollution des effluents tels que les lixiviats. La combinaison des deux procédés peut améliorer l'efficacité du traitement. Durant ces dernières décennies, de nouvelles réglementations concernant les produits toxiques s'avèrent nécessaires, étant donné l'augmentation des risques sur la santé publique et sur l'environnement. Dans le but de faire face à ces problèmes, plusieurs traitements ont été alors développés, dont le choix est conditionné par plusieurs facteurs :

- Son efficacité ;
- Son coût;
- Et la facilité de sa mise en œuvre.

# **Partie expérimentale**

# **Chapitre III**

## Matériels et méthodes

Au cours de ce chapitre, on va s'étaler sur les différents matériels, produits utilisés ainsi que les méthodes expérimentales effectuées afin de réaliser notre étude qui a pour but le traitement du lixiviat par

#### ❖ Procédés physico-chimiques : (coagulation-floculation)

En utilisant les coagulants  $\text{FeCl}_3$  et  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ainsi que les gels d'Aloevera et de cactus comme floculants naturels dans le but de déterminer les conditions optimales permettant un meilleur abattement de la pollution ainsi que la détermination des paramètres suivants :

- Le pH optimal
- L'efficacité du coagulant
- Le rôle du floculant
- La masse de la boue formée.

#### ❖ Procédé biologique :

Par boue activée dans un bioréacteur, où l'efficacité du traitement sera estimée en suivant la DCO au cours du temps.

#### ❖ Aération intensive :

Nous avons réalisé une expérience qui consiste à introduire un volume du lixiviat brut dans une enceinte où nous avons appliqué une aération intensive. L'efficacité de ce traitement sera estimée en suivant la variation de la DCO au cours du temps.

### III-1 Echantillonnage :

#### III-1-1 Récupération des lixiviats :

Les lixiviats de cette étude sont obtenus à partir d'un centre d'enfouissement technique qui se situe à Corso Wilaya de Boumerdes

L'échantillon a été prélevé en mois de mars 2022 à partir du casier dans des bidons de 25 litres.



**Figure III-1** : point de prélèvement de l'échantillon.

### III-1-2 conservation des lixiviats :

Etant donné la variabilité des caractéristiques du lixiviat, les échantillons prélevés sont stockés à une température de congélation de manière à éviter toute activité biologique.

### III-1-3 Caractérisation du lixiviat :

Les paramètres d'analyses pour caractériser lixiviat, les méthodes et les normes sont résumés dans le tableau II.1.

**Tableau III.1** : Principe et référence des méthodes d'analyse

Paramètres	Méthodes	Normes
<b>pH</b>	Mesure directe avec pH-mètre	NFT 90-008
<b>DCO</b>	Oxydation par le bichromate + spectrophotométrie	MA. 315 – DCO 1.1
<b>Conductivité</b>	Mesure directe avec conductimètre	NFT 90-008
<b>Turbidité</b>	Mesure directe avec turbidimètre	–
<b>Température</b>	Mesure directe avec thermomètre	–
<b>Chlorures</b>	Spectrophotométrie	NF T 90 014
<b>Ortho phosphates</b>	Spectrophotométrie	NF T 90023
<b>Nitrates</b>	Spectrophotométrie	NF T90 012
<b>Nitrites</b>	Spectrophotométrie	NF T 90 013
<b>DBO5</b>	Réspiromètre	–
<b>MES/MVS/MS</b>	Différence de pesées	NFT 90-015

### III-2 Procédés de traitement des lixiviats :

#### III-2-1 Traitement physico-chimique (coagulation-floculation)

Lors du traitement par coagulation-floculation nous avons utilisé un jar test à quatre postes. La figure ci-dessous montre le dispositif utilisé dans notre étude.



**Figure III-2 : JAR TEST**

Chaque essai a été réalisé sur un volume de 1000ml de lixiviat, le pH est ajusté par ajout du NaOH et H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2N).

#### **III-2-1-1 Matériels utilisés :**

- ❖ JAR TEST
- ❖ Spectrophotomètre
- ❖ pH mètre
- ❖ Balance à précision
- ❖ Etuve
- ❖ Four à moufle
- ❖ Agitateur
- ❖ DCO mètre
- ❖ Réfrigérant
- ❖ Pompe à vide
- ❖ Turbidimètre
- ❖ Conductimètre
- ❖ DBO mètre
- ❖ Verreries courantes du laboratoire (bêchers, fioles, pipettes éprouvette, burettes.....).

#### **III-2-1-2 Réactifs :**

- **Effluent à traiter :** lixiviat
- **Coagulants utilisés :**
  - la chaux Ca(OH)<sub>2</sub>

- le chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3$
- **Floculants utilisés**
  - Gel de Cactus
  - Gel d'Aloe vera
- **Réactifs pour ajuster le pH** : NaOH et  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 2N

### III-2-1-3 Mode opératoire :

Lors des essais de coagulation-floculation, nous avons suivi le même protocole expérimental pour les deux coagulants utilisés ( $\text{FeCl}_3$ ) et  $(\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

#### a-Optimisation du pH :

Dans le but de déterminer le pH optimal de la coagulation-floculation du lixiviat, nous avons introduit un volume de 1000ml dans des béchers que nous mettons sous agitation magnétique, pour ajuster le pH à l'aide d'une solution de NaOH et  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2N) de 5,4 jusqu'à 8,2 tout en fixant la dose du coagulant à 100mg/L. Nous avons ensuite :

- Placé les béchers dans un JARTEST à quatre postes
- Agité rapidement (150tr/min) puis injecté 2ml du coagulant d'une concentration de 100mg/L pendant 2 min
- Réduit l'agitation à 40tr / min et laissé le mélange sous agitation lente pendant 15min
- Arrêté l'agitation et laissé le mélange se décanter pendant 30 min
- Prélevé un volume d'environ 100ml du surnageant sur lequel différentes mesures seront effectuées
- Déterminé la masse de la boue formée après filtration sur un papier filtre préalablement pesé puis nous avons procédé au séchage à  $105^\circ\text{C}$ .

#### b- Optimisation de la dose du coagulant :

Après avoir déterminé le pH optimal, les mêmes étapes ont été réalisées mais pour cette expérience le pH a été fixé à 6,8 pour le  $\text{FeCl}_3$  et à 7,4 pour  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  et nous avons varié les doses du coagulant de 200 à 500 mg/L.

**C- Optimisation de la dose du flocculant :**

Après optimisation du pH et les doses des coagulants, nous avons procédé au même protocole. Cependant 2min après la réduction de la vitesse, nous avons injecté des doses croissantes des flocculants qui varient comme suit :

- ❖ Pour  $\text{FeCl}_3$  : - Le gel de cactus [0,5 - 10,5]mg/L  
-Le gel d'Aloevera [5 - 20] mg/L
- ❖ Pour  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : [5 - 20] mg/L pour les deux gels.

**III-2-2 Traitement biologique :****III-2-2-1 Traitement des lixiviats par SBR couplé au système de coagulation floculation****a) Matériel biologique :**

La biomasse épuratrice utilisée dans notre étude est la boue activée qui a été fournie par l'Office Nationale d'Assainissement (ONA) de Boumerdes.

**b) Traitement :**

Dans cette étude, nous avons couplé le système de traitement par coagulation-floculation avec celui du traitement biologique par SBR (Sequencing Batch Reactor), le traitement est assuré par les boues activées.

Le fonctionnement du procédé SBR est assuré comme suit :

**b-1 Phase d'alimentation :**

Dans un réacteur en verre d'une capacité de 3litres nous avons introduit (figure III-3):

- 100ml du surnageant prévenant de la coagulation-floculation
- 500ml de boue activée
- 2400ml d'eau

**b-2 Phase d'agitation et d'aération :**

L'effluent à traiter est mélangé avec la biomasse épuratrice et sont mis sous agitation (150tr/min) en présence d'oxygène.

**b-3 Phase de décantation :**

Après 24 heures l'agitation et l'aération sont arrêtées, le réacteur est mis au repos pour favoriser la décantation et la séparation de la boue et de l'effluent à traiter.

**b-4 Phase de soutirage :**

Pendant cette phase, tout le surnageant est soutiré et différentes mesures seront effectuées (DCO, pH, nitrates, nitrites.....), puis le surnageant est remplacé par le même volume, suite à quoi un nouveau cycle commence pour 15 jours de traitement.

Le dispositif expérimental est le suivant :

- 1 : Réacteur en verre de capacité de 3litres
- 2 : Résistance chauffante
- 3 : Pompe aquarium(Diffuseur air)
- 4 : Tuyau
- 5 : Un moteur mécanique qui permet l'agitation
- 6 : Récipient (bain marie)
- 7 : Boue



**Figure III-3:** Réacteur biologique (SBR)

### III-2-3 Traitement par aération intensive

Dans un réacteur en verre de capacité de trois litres nous avons introduit 2000ml du lixiviat brut qui a subi une aération intensive pendant 25 jours comme le montre la figure ci-dessous.

Différentes mesures ont été effectuées (DCO, turbidité, conductivité .....)

- 1: Réacteur en verre de capacité de 3litres;
- 2: Pompe aquarium (Diffuseur d'air);
- 3: Tuyau.



**Figure III-4** : Réacteur à aération intensive

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussions**

La présente étude a pour but la caractérisation et le traitement de lixiviat de CET de corso, par le procédé coagulation-floculation suivi d'un traitement biologique, ainsi qu'un traitement par aération intensive.

#### IV.1 Composition des lixiviats de C.E.T de Corso

Les lixiviats de décharges renferment de nombreux contaminants organiques et minéraux souvent très toxiques. Leur composition varie ainsi en fonction de la nature des déchets, l'âge de la décharge, la géométrie et la gestion du site, en particulier la façon dont les apports en eau sont contrôlés. Afin de caractériser ces lixiviats, des analyses physico-chimiques ont été effectuées. Ces analyses sont représentées dans le tableau IV.1

**Tableau IV.1 : Caractérisation de lixiviat brut de C.E.T de Corso**

Paramètres	Unité	Valeur	Normes de rejet
Odeur	-	Indésirable	-
Couleur	-	Noir	-
pH	-	6,8	6,5 - 8,5
Conductivité	ms/cm	4,55	-
Turbidité	NTU	316	-
Température	°C	19,5	30
MS	g/L	6,47	-
MES	g/L	5,23	35
MVS	g/L	4,53	-
DCO	mg d'O <sub>2</sub> /L	7886,25	120
DBO <sub>5</sub>	mg d'O <sub>2</sub> /L	1954	35
Nitrates	mg/L	30,1	-
Nitrites	µg/L	173,85	-
Chlorures	mg/L	1300	-
Ortho-phosphates	mg de P/L	42,68	10

Les résultats que nous avons obtenus montrent que le lixiviat de CET de Corso dépassent les normes conventionnelles Algériennes.

## **IV.2 Discussion des paramètres :**

### **❖ La couleur :**

Le lixiviat étudié arbore une couleur noire ceci doit être dû essentiellement aux MES et à la présence des ions de sulfure dont le pouvoir colorant est élevé.

### **❖ L'odeur :**

Le lixiviat dégage une odeur désagréable, due probablement à la fermentation anaérobie des microorganismes dégradant la matière organique.

### **❖ pH :**

Notre lixiviat présente un pH= 6,8 ce qui signifie qu'il est riche en acides gras volatiles [35]

### **❖ conductivité :**

La mesure de la conductivité apporte une information globale sur la quantité d'espèces chargées présentes dans les différents lixiviats, c'est un paramètre qui permet l'évaluation de la charge minérale polluante présente dans un effluent[35].

La conductivité de notre échantillon a une valeur moyenne de 4,55(ms/cm), ce qui justifie une forte pollution minérale. La réglementation sur les rejets en stations d'épurations ou milieu naturel, ne prévoit pas de limite pour ce paramètre.

### **❖ Turbidité :**

La turbidité de notre échantillon est estimée à 316 NTU, une valeur assez importante due à la teneur en matières en suspension.

### **❖ Température :**

Notre échantillon est au voisinage de 19,5 °C qui reste inférieure à la norme de rejet qui est de 30 °C.

### **❖ La demande chimique en oxygène DCO :**

La DCO exprime, la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique oxydable existante dans une eau, à l'aide d'un oxydant fort (bichromate de potassium) sous des conditions données [36]

Le résultat d'analyse présente une valeur de 7886,25 mg d'O<sub>2</sub>/L, ce qui signifie que notre échantillon présente une importante charge polluante qui est très élevée par rapport aux normes de rejet dans le milieu récepteur.

❖ **DBO<sub>5</sub>/DCO :**

- ❖ Selon le rapport DBO<sub>5</sub> /DCO < 0,3 nous constatons que nos lixiviats sont moyennement biodégradable, d'où la nécessité de procéder à un prétraitement physico-chimique.
- ❖ Notre lixiviat présente une valeur du rapport DBO<sub>5</sub>/DCO de 0,25. Cela confirme qu'il est modérément stable ce qui fait de lui un lixiviat intermédiaire dont la biodégradabilité est faible

❖ **Les Nitrate et les Nitrites (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Les concentrations moyennes mesurées pour les nitrates sont de 30,1 (mg/l), et celle de nitrites sont de 173,85 (µmg/l). Ceci explique que le lixiviat est modérément stable il y a donc dénitrification, c'est un procédé qui repose sur la transformation du nitrate en nitrite.

❖ **Les ortho-phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

Le résultat moyen obtenu en ortho-phosphates est de 42.68 (mg de P/L). Nous remarquons que cette valeur est très élevée par rapport à la norme de rejet qui est de 10 (mg/l)

❖ **Matière volatile sèche (MVS)**

C'est la partie des matières en suspension susceptibles d'être volatilisées à 550 °C. Les MVS sont généralement assimilées aux matières organiques en suspension. La valeur obtenue est de 5,23 g/L.

❖ **Matière en suspension (MES)**

Notre échantillon est très chargé en MES (5,23g/L) une valeur qui dépasse la norme de rejet dans le milieu naturel.

### **IV-3 Traitement des lixiviats**

Cette partie porte sur le traitement du lixiviat jeune de C.E.T de Corso par les deux procédés de traitement suivants :

- Traitement physico-chimique par coagulation –floculation
- Traitement biologique SBR couplé au système de coagulation-floculation
- Traitement par Aération intensive

### IV -3-1 Traitement par coagulation-floculation :

#### IV -3-1-1 Etape de coagulation :

Rappelons que l'objectif de notre étude est de traiter le lixiviat du CET de CORSO chargé en matière organique colloïdale en suspension, et de matière alcaline riche en métaux lourds qui se traduit par une forte concentration en DCO (7886,25 mg d'O<sub>2</sub>/L). Afin de réduire ces paramètres, nous proposons un traitement par coagulation dans un premier temps où nous allons essayer de déterminer le pH optimal ainsi que, la dose optimale du coagulant qui éliminera un maximum de DCO. Une fois ces deux paramètres optimisés, nous entamerons la partie coagulation-floculation, où nous allons étudier l'efficacité de deux floculants naturels (gel d'Aloevera et de cactus) sur l'abattement de la DCO.

##### a- Optimisation du pH du coagulant FeCl<sub>3</sub> :

Le pH est l'un des paramètres les plus influents dans le procédé de coagulation-floculation, il nous a paru utile d'étudier l'influence de ce paramètre sur notre procédé. Pour cela, une série d'expériences a été effectuée tout en fixant la dose du coagulant à 100mg/L, et en variant le pH de (5,8 à 8,2). La variation de la DCO en fonction du pH est représentée sur la figure suivante :

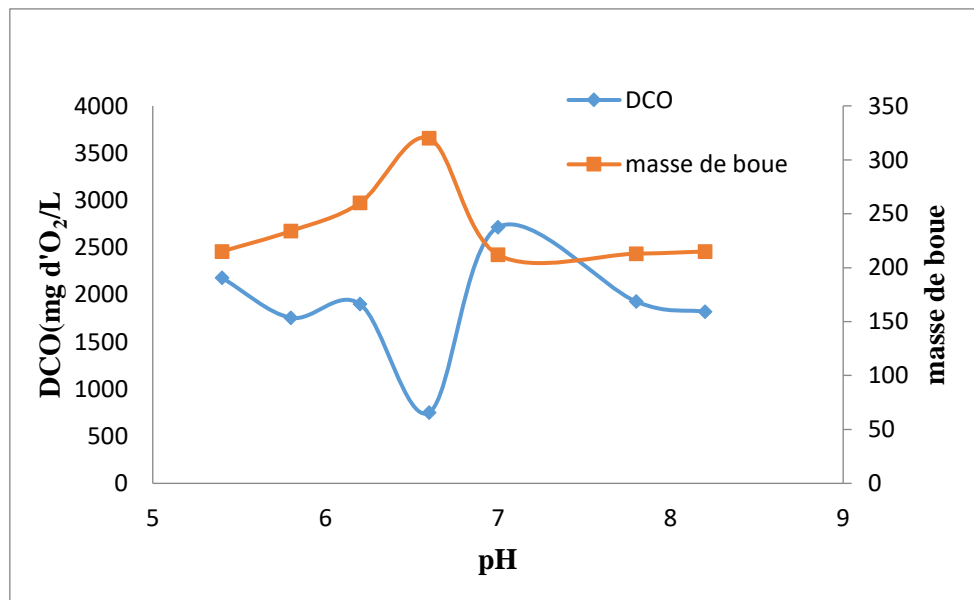
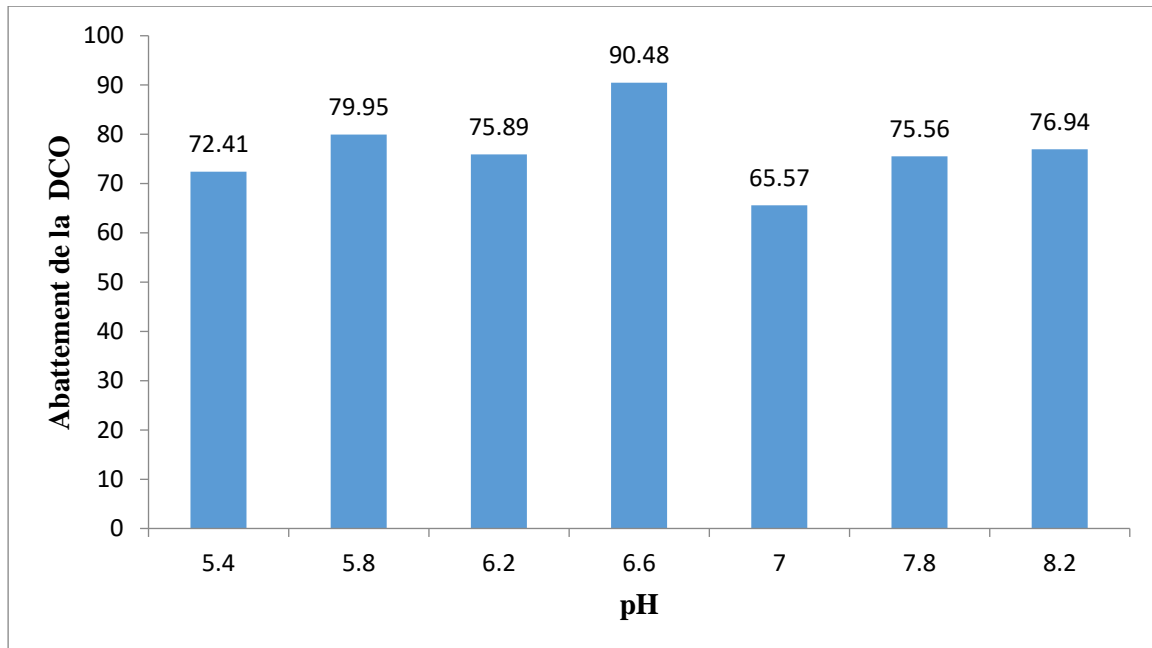


Figure IV.1 : Variation de la DCO et la masse de boue en fonction du pH

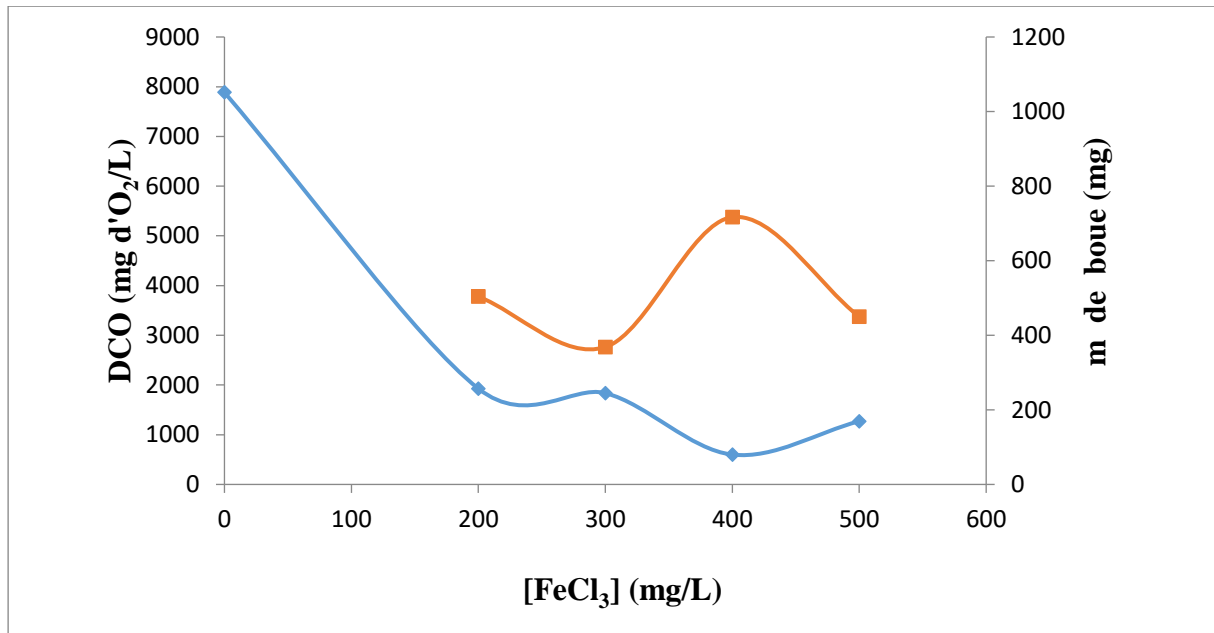


**Figure IV.2** Abattement de la DCO en fonction du pH

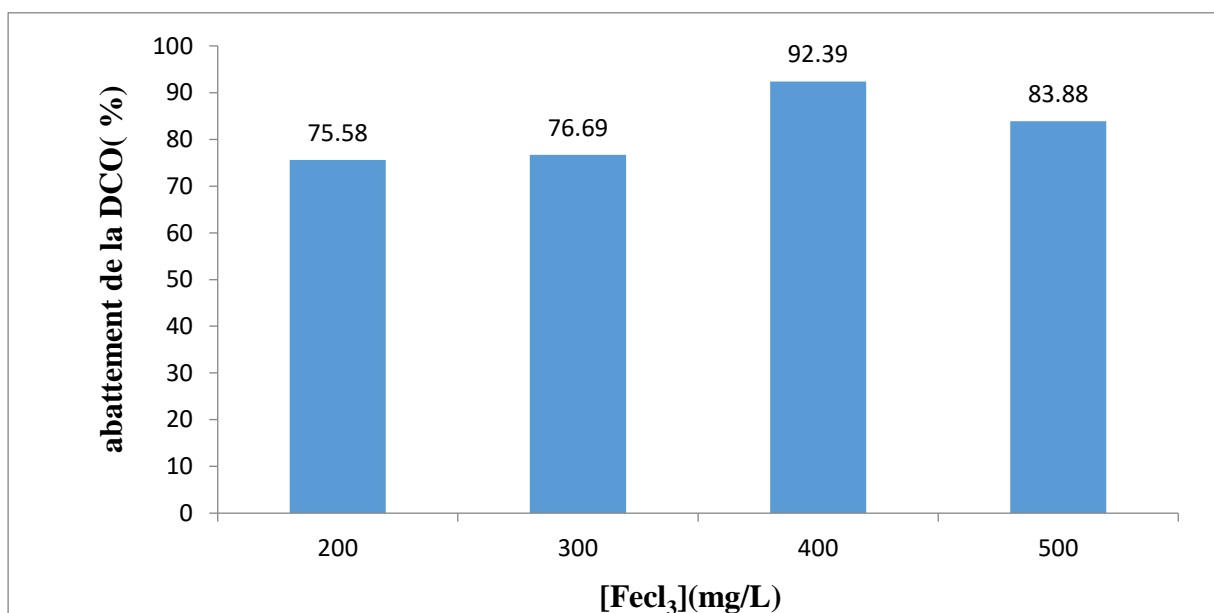
la figure IV.1 montre une diminution de la demande chimique en oxygène en augmentant le pH, jusqu'à atteindre une valeur de 750mg d'O<sub>2</sub>/L soit un abattement de 90,48 % (figure IV.2), pour un pH optimal qui avoisine de 6,8, entraînant une masse de boue de 320mg/l. Cela est due à l'ajout du chlorure ferrique et son efficacité sur la déstabilisation et l'adsorption ainsi que la précipitation des particules colloïdales dans cette plage de pH ((**zone I**) du diagramme de coagulation au chlorure ferrique) Amirtharajah & Mills, (1982) et Pallier (2008) [36] qui donnent une valeur de pH optimum dans des gammes supérieures à 6,4.

### **b- Optimisation de la dose du coagulant FeCl<sub>3</sub> :**

Il est attendu un effet positif de la dose du coagulant. Il s'agit en effet, du premier facteur influençant la coagulation-floculation, cependant plusieurs auteurs mentionnent un effet de saturation et donc l'existence d'un optimal de concentration [37]. Pour cela et dans le but d'étudier l'effet de la dose du coagulant FeCl<sub>3</sub> sur le processus de coagulation-floculation, une série d'essais ont été effectuées en fixant le pH à 6,8 et en variant les doses du coagulant (200 – 500 mg/L). La variation et l'abattement de la DCO, la masse de boue formée en fonction des différentes doses du coagulant appliquées, sont représentées sur les figures suivantes :



**Figure IV.3:** Variation de la DCO et de la masse de boue en fonction des doses du coagulant FeCl<sub>3</sub>



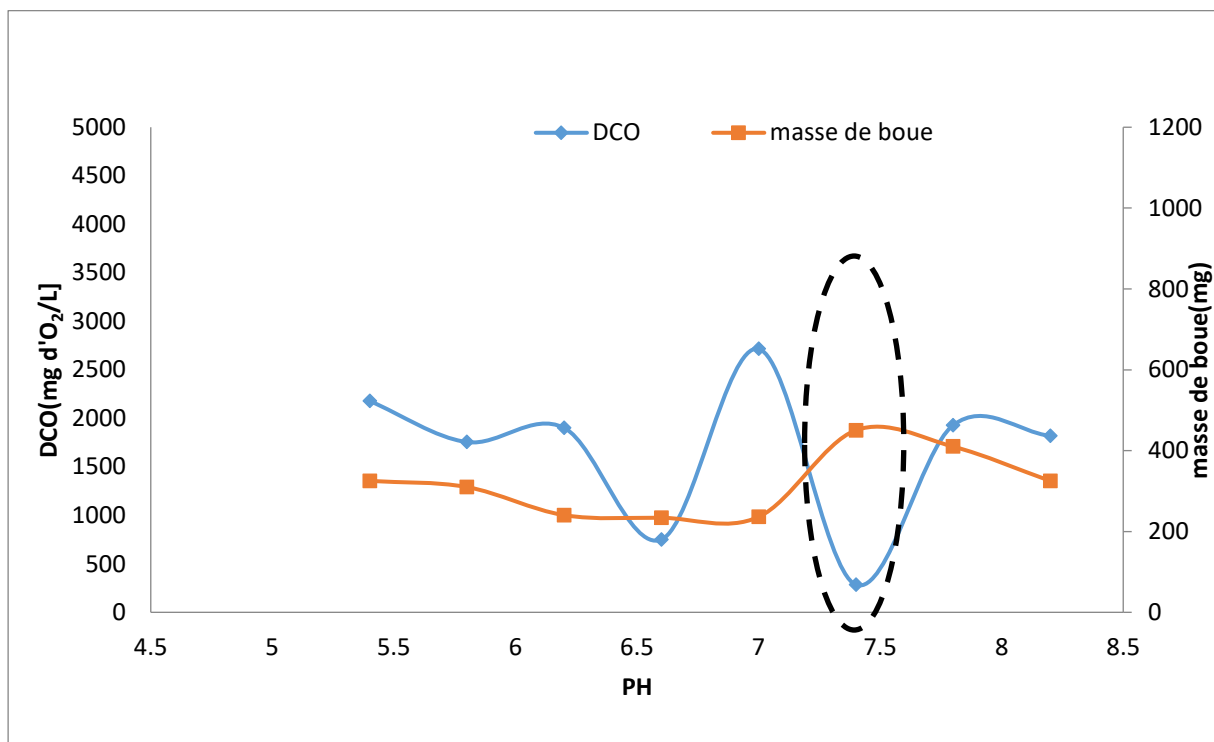
**Figure IV.4** Abattement de la DCO en fonction des doses du coagulant FeCl<sub>3</sub>.

Il ressort de la figure IV.3, que l'addition progressive des doses de coagulant a entraîné une diminution de la valeur initiale de la DCO (7886,25mg d'O<sub>2</sub>/L) jusqu'à 600 mg d'O<sub>2</sub>/L correspondant à une concentration de 400 mg/L du coagulant qui se traduit par un taux d'abattement de 92,39% (Figure IV.4). Résultat qui peut être expliqué par le rôle que joue le coagulant (FeCl<sub>3</sub>) lors de son ajout, qui est de déstabiliser toutes les particules en suspension puis la neutralisation des charges et ensuite l'adsorption des colloïdes neutralisés sur un

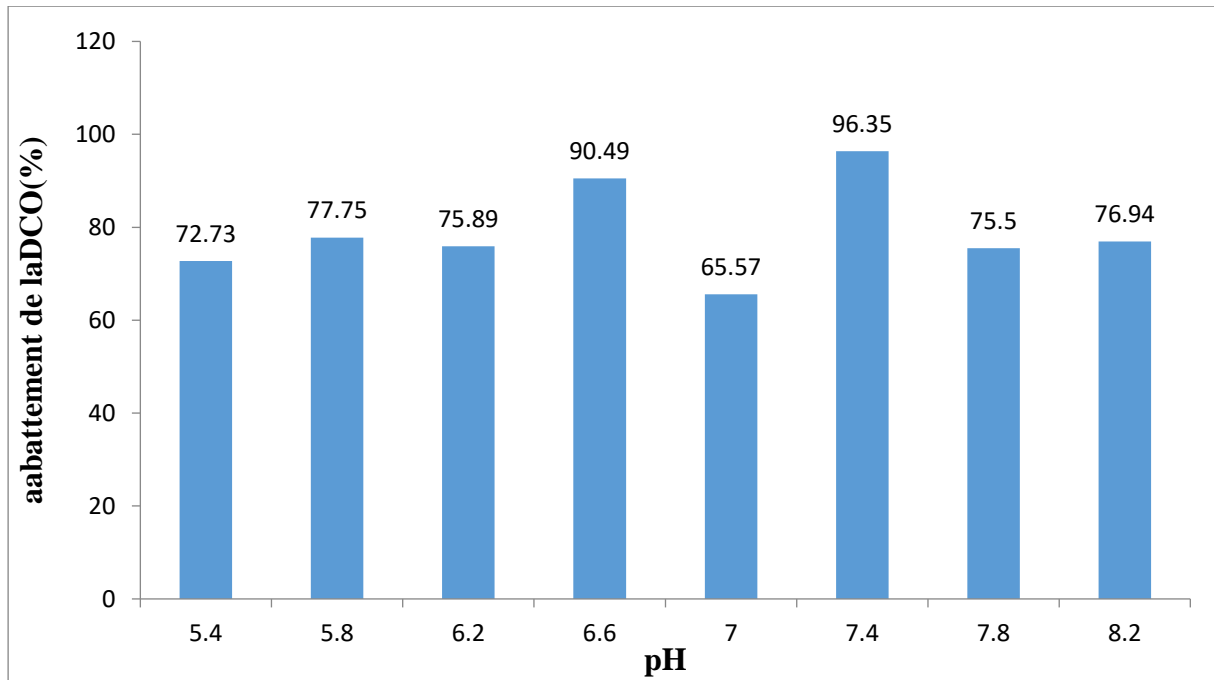
précipité d'hydroxyde de fer [36] (pallier, 2008), ce qui favorise la formation du précipité entraînant une masse de boue importante estimée à 716 mg pour la dose optimale du coagulant ( $\text{FeCl}_3$ ).

### c- Optimisation du pH du coagulant $\text{Ca}(\text{OH})_2$ :

De même, nous avons étudié l'effet du pH sur le procédé coagulation-floculation en utilisant la chaux ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), pour cela une série d'expériences a été réalisée tout en fixant la valeur du coagulant à 100 mg/L et en variant le pH de 5,4 à 8,2, afin de déterminer le pH optimal. La variation et l'abattement de la DCO, la masse de boue formée en fonction des différentes valeurs du pH, sont représentées sur les figures suivantes :



**Figure IV-5** : variation de la DCO et la masse de boue en fonction du pH

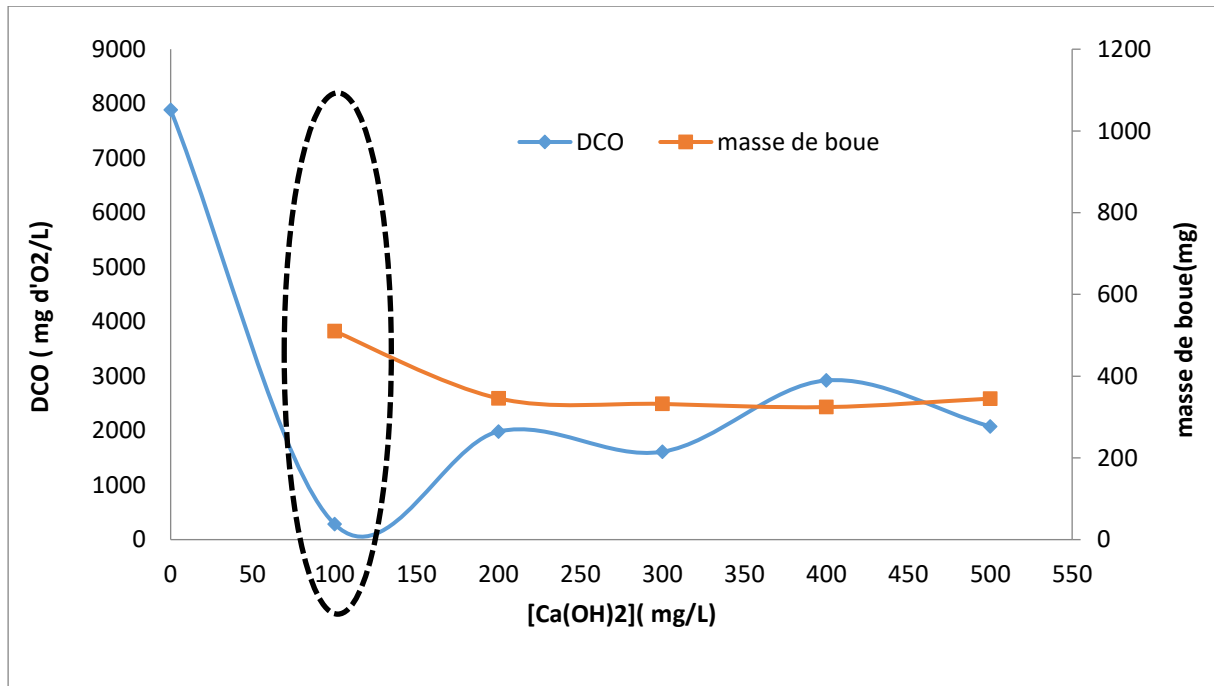


**Figure IV.6** Abattement de la DCO en fonction du pH

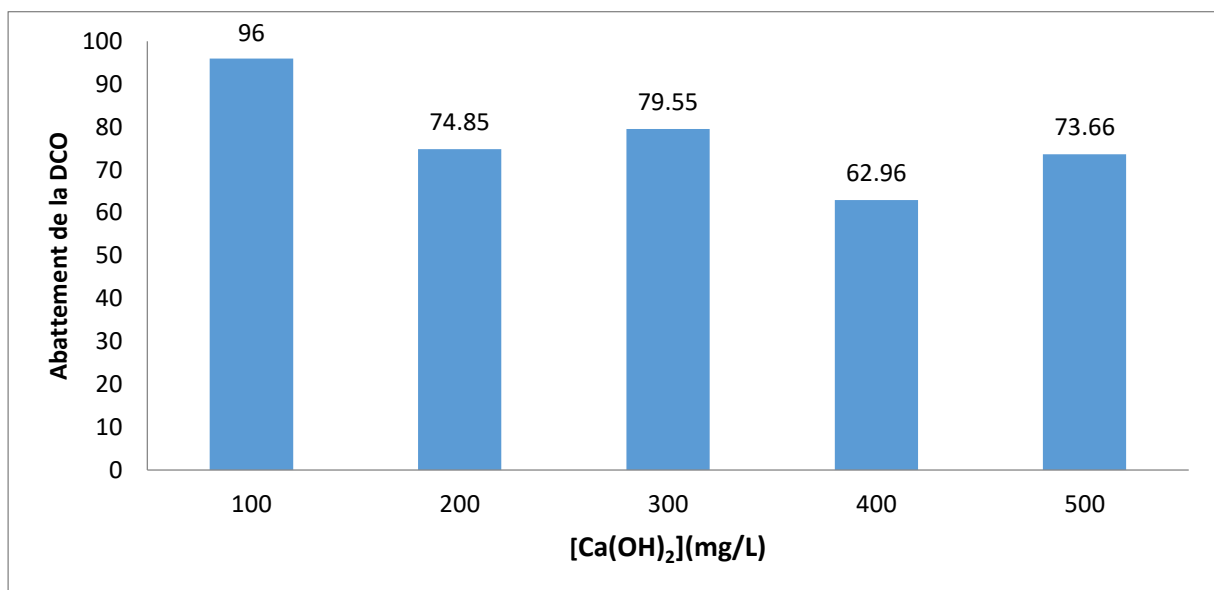
D'après la figure IV.5 nous remarquons que l'injection de 100 mg/L de chaux a entraîné une diminution de la DCO en augmentant le pH jusqu'à atteindre une valeur minimale de 285 mg d'O<sub>2</sub>/L soit un abattement de 96% (figure IV.6) pour un pH optimal de 7,4 qui est due à l'adsorption des particules en suspension dans cette plage de pH, cette diminution a entraîné une formation de boue importante (450mg) qui correspond à la valeur la plus faible de la DCO.

#### **d- Optimisation de la dose du coagulant Ca(OH)<sub>2</sub> :**

Nous avons voulu étudier l'influence de la dose de ce coagulant sur le procédé coagulation-floculation, pour cela une série d'expériences a été réalisée. Afin d'optimiser ce paramètre nous avons fixé le pH à 7,4 puis nous avons varié les doses de la chaux de 200 à 500 mg/L, la variation et l'abattement de la DCO, la masse de boue formée en fonction des différentes doses de la chaux sont représentées sur les figures suivantes :



**Figure IV-7** variation de la DCO et la masse de boue en fonction de  $[Ca(OH)_2]$



**Figure IV.8** Abattement de la DCO en fonction de la dose de  $Ca(OH)_2$

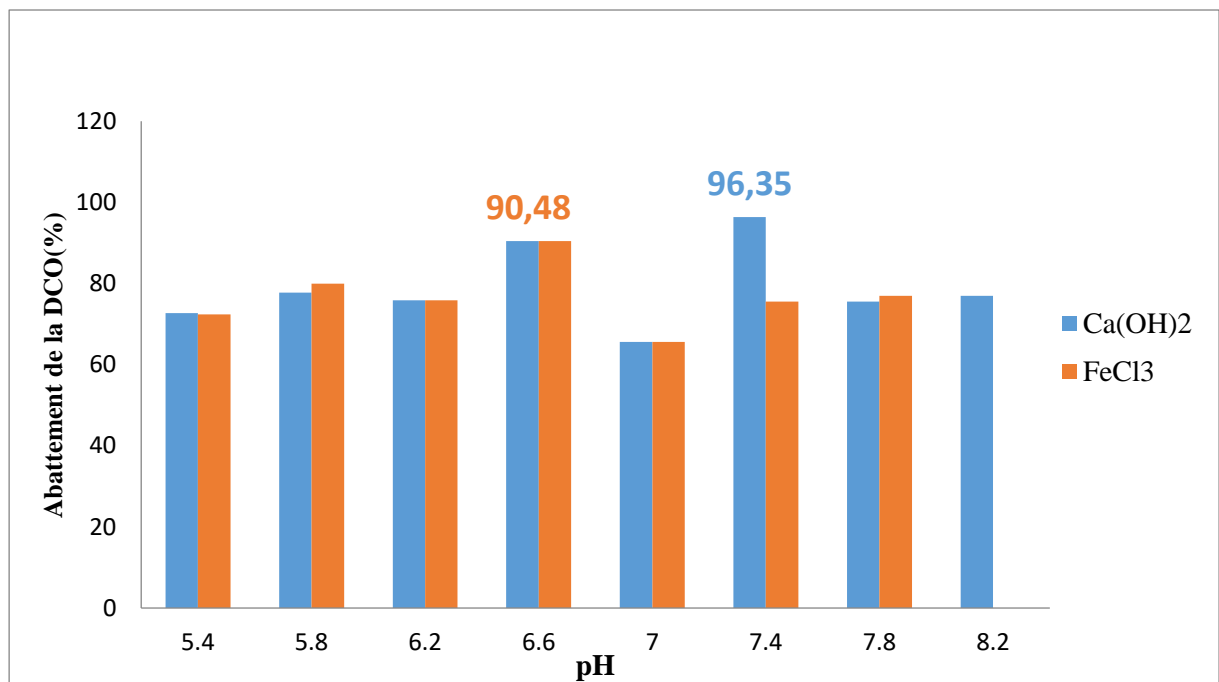
D'après la figure IV.7, nous constatons que l'addition progressive des doses de coagulant a entraîné une diminution de la DCO jusqu'à 285 mg d'O<sub>2</sub>/L, soit un abattement de 96% (figure IV.8) pour une dose optimale de 100 mg/L. Cela est dû à l'adsorption de la matière en suspension sur les molécules de la chaux. Nous remarquons aussi que la courbe associée à la formation des boues est inversement proportionnelle à celle de la DCO. En effet, cette

élimination se traduit par la formation d'une masse importante de boue (510 mg) qui nécessite un traitement par la suite.

#### e-Comparaison entre les deux coagulants :

Dans le but de déterminer le meilleur coagulant nous avons fait une comparaison entre les deux les coagulants utilisés :

##### ❖ En fonction du pH :

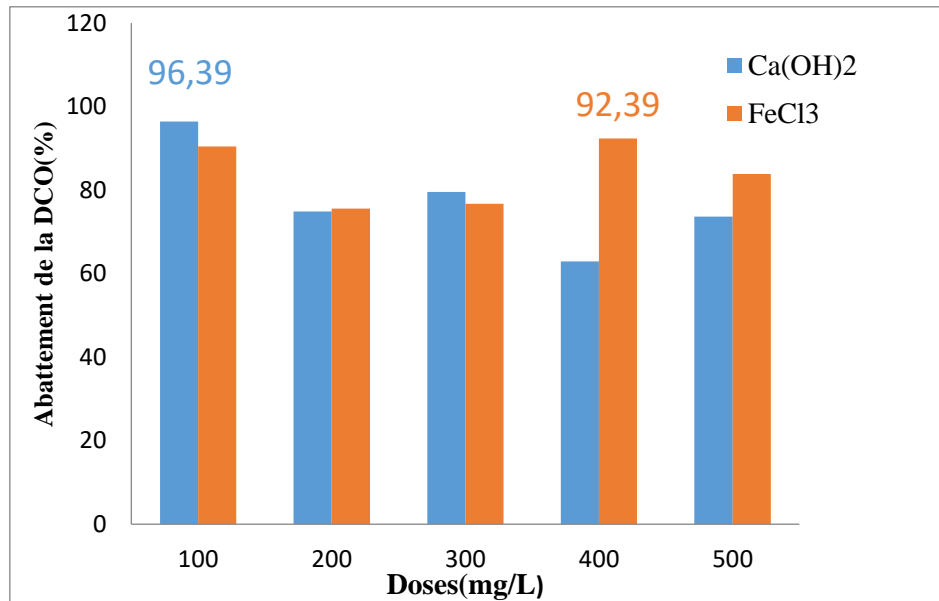


**Figure IV.9** comparaison entre les deux coagulants en fonction du pH

La figure VI.9, illustre la variation de l'abattement de la DCO en fonction des différentes valeurs du pH, pour les deux coagulants utilisés :

- Pour FeCl<sub>3</sub> : le meilleur abattement est observé à pH= 6,8 avec un rendement de 90,48 %
- Pour (Ca(OH)<sub>2</sub>) : le meilleur abattement est observé à pH= 7,4 avec un rendement de 96,34 %

### ❖ En fonction de la dose des coagulants :



**Figure IV-10** comparaison entre les deux coagulants en fonction de leurs doses

Cette figure, illustre la variation de l'abattement de la DCO des deux coagulants utilisés en fonction de leurs doses :

- Pour FeCl<sub>3</sub> : le meilleur abattement est observé à 400mg/L, avec un rendement de 92,39 %
- Pour (Ca(OH)<sub>2</sub>) : le meilleur abattement est observé à 100mg/L, avec un rendement de 96,39

Donc la chaux apporte 4 % de rendement de plus par rapport au chlorure de fer.

### VI -3-1-2 Etape de coagulation-floculation :

Dans ce procédé de coagulation-floculation nous avons utilisé des flocculants biodégradables (gels de cactus et d'Aloevera) afin de tester leurs efficacités sur le traitement du lixiviat, leurs caractéristiques physico-chimiques sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2 Caractérisation des bio-gels**

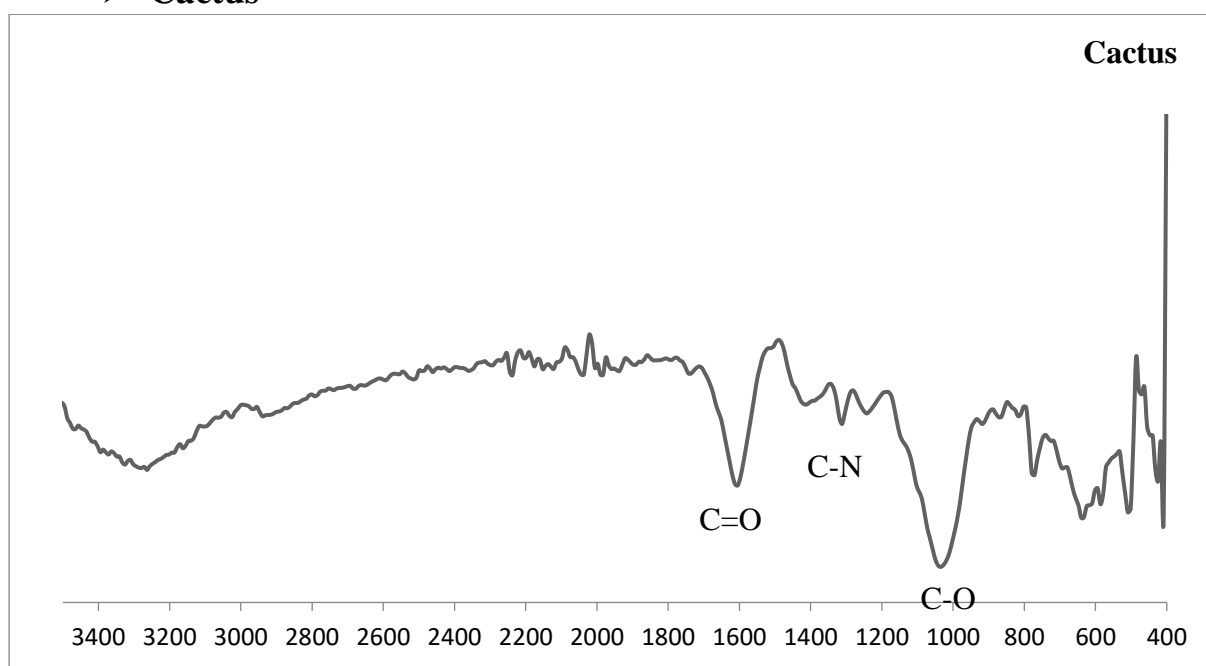
Paramètres	Gel d'Aloe vera	Gel de cactus
pH	5,05	4,99
Turbidité (NTU)	591	143
Conductivité (ms/cm)	3,72	7,72
Température (°C)	19,5	19
Chlorures (mg/L)	1000	1400
Ortho phosphates (mg de P /L)	0,75	0,52
Nitrites (µg/L)	557,44	935,22
Nitrates (mg/L)	12,3	28,96
MES (g/L)	4,98	26,38
MVS (g/L)	2,60	24,20

### a- Caractérisation spectrale des bio-floculants :

La poudre des bio-floculants a été analysé par FTIR afin d'identifier les groupes fonctionnels de surface et localiser les différentes bandes d'adsorption caractéristiques. Cette analyse a été effectuée à l'aide d'un spectromètre FTIR, sur une gamme de fréquence comprise entre 400-4000  $\text{Cm}^{-1}$ .

### b- Spectres IR du cactus et d'Aloevera

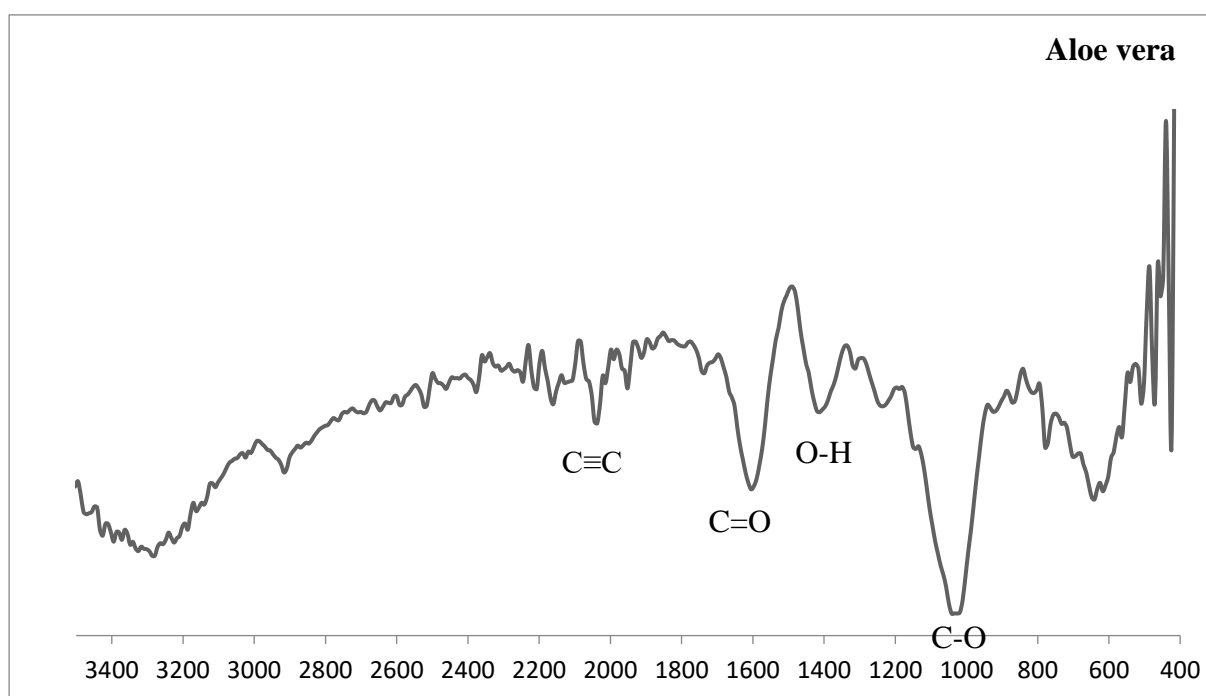
#### ➤ Cactus



**Figure IV-11 spectre IR du cactus**

Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Type de vibration
<b>500-700</b>	déf. hors plan C-H dans les aromatiques et alcènes et déf. Hors plan N-H (amines)
<b>1070</b>	al. C-O lié aux phénols, éthers et composés azotés (amines)
<b>1300</b>	déf. dans le plan C-N liées aux amides
<b>1650</b>	al. C=O lié aux acides carboxyliques / déf de la liaison -NH <sub>2</sub> (amides)

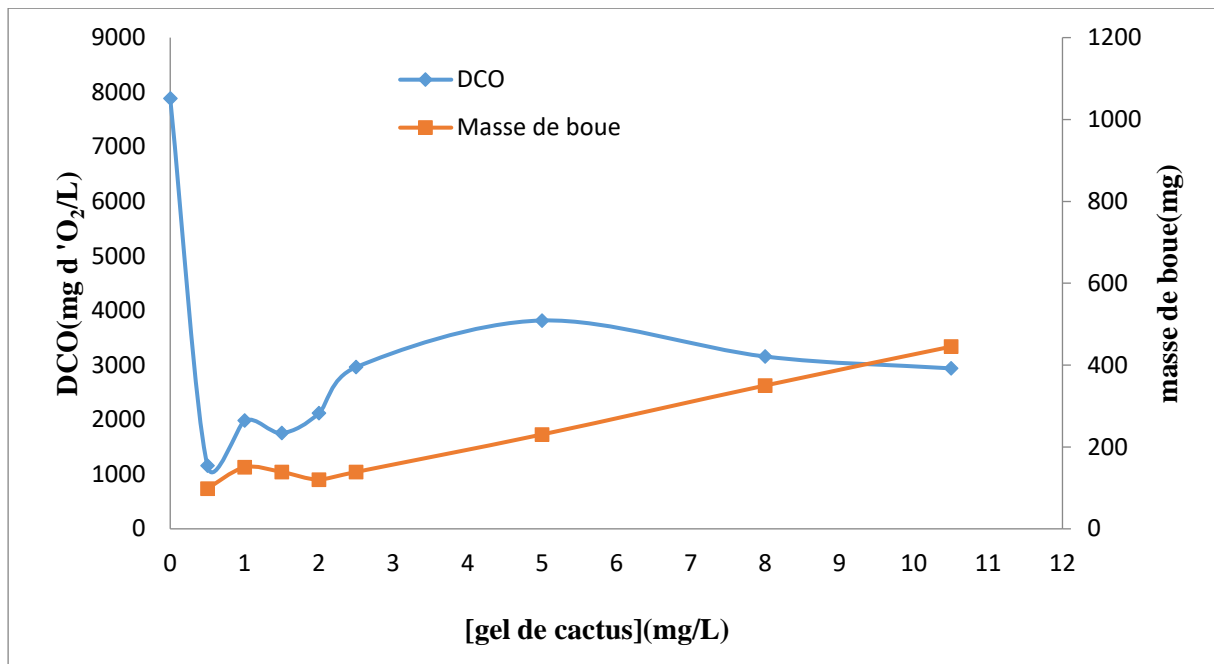
➤ **Aloevera**



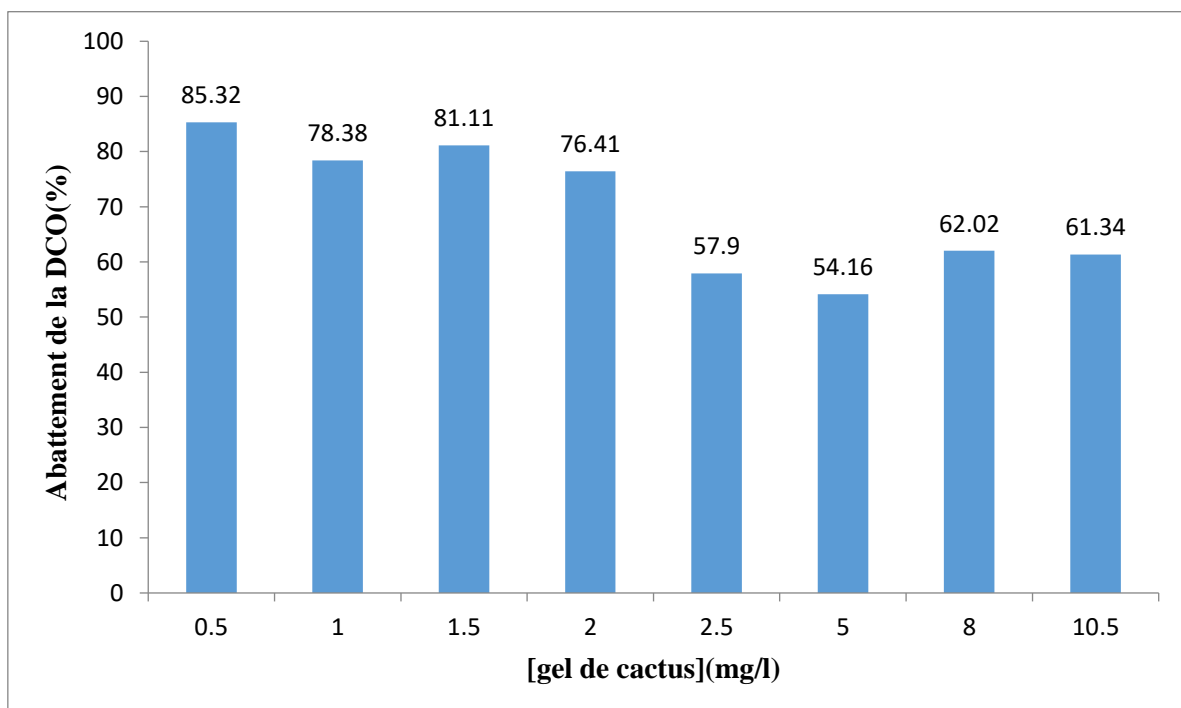
**Figure IV -12** spectre IR d'Aloevera

Nombre d'ondes (cm <sup>-1</sup> )	Type de vibration
<b>620</b>	groupes aromatiques
<b>1070</b>	al. C-O lié aux phénols, éthers et composés azotés (amines)
<b>1400</b>	déf. O-H lié aux composés carboxyliques/ déf des groupements CH <sub>3</sub>
<b>1610</b>	al. C=O lié aux composés azotés (amides)/ alcènes
<b>2050</b>	al. C≡C lié aux alcynes
<b>2900</b>	al. C-H des groupements CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> et CH dans les chaînes hydrocarbonées

**c- Optimisation de la dose du flocculant (gel de cactus) associé au coagulant  $FeCl_3$  :**



**Figure IV-13** Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du flocculant

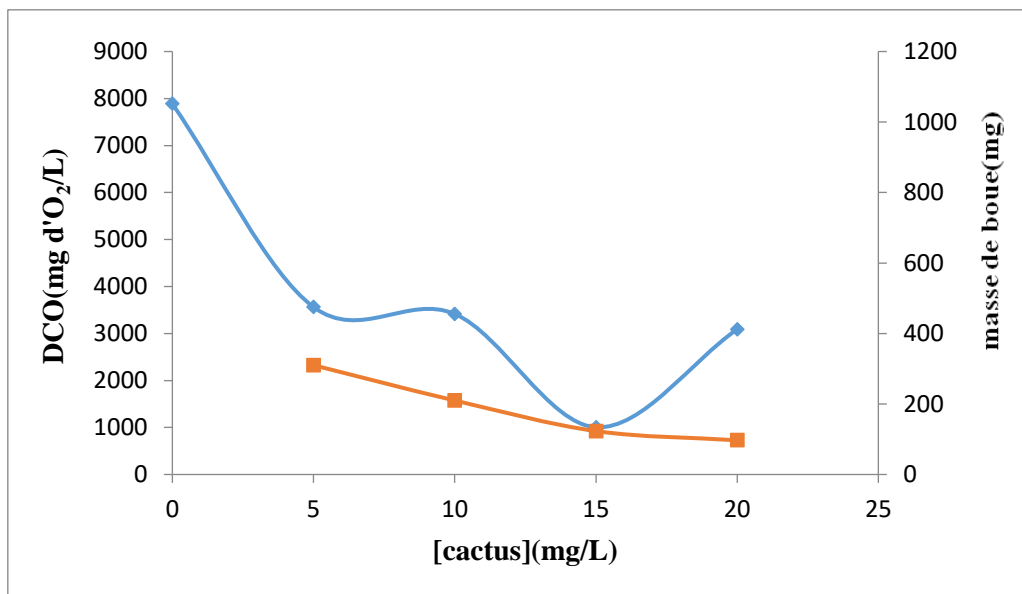


**Figure IV-14** Abattement de la DCO en fonction de la dose de  $FeCl_3$

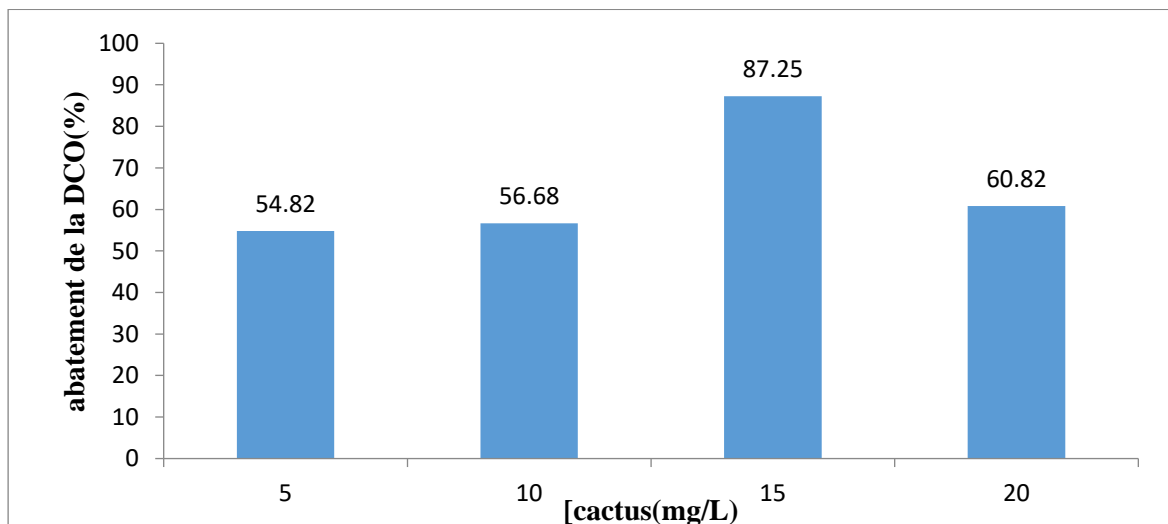
D'après la figure IV.13, nous remarquons que l'addition des doses du flocculant a entraîné une diminution de la DCO pour atteindre 1158 mg d'O<sub>2</sub>/L, qui correspondent à une concentration optimale de 0.5mg/L du gel de cactus, le taux d'abattement est de l'ordre de 85,32 %. (Figure IV-14). Nous constatons donc que l'ajout du gel de cactus n'a pas amélioré le taux

d'abattement de la DCO comparé à celui obtenu par ajout du coagulant seul, cela a entraîné une réduction d'abattement de la DCO de l'ordre de 7,07%. Ce résultat peut être dû à la richesse du gel de cactus en matières organiques et minérales oxydables qui font augmenter la DCO. D'autre part, selon Abid et al (2004) l'activité du floculant du gel de cactus diminue en présence du chlorure ferrique comme coagulant, ce qui a été confirmé par la masse de boue formée (455mg) à la plus grande dose du floculant (10,55 mg/L).

**d- Optimisation de la dose du floculant (gel de cactus) associé au coagulant  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  :**



**Figure IV-15** Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant

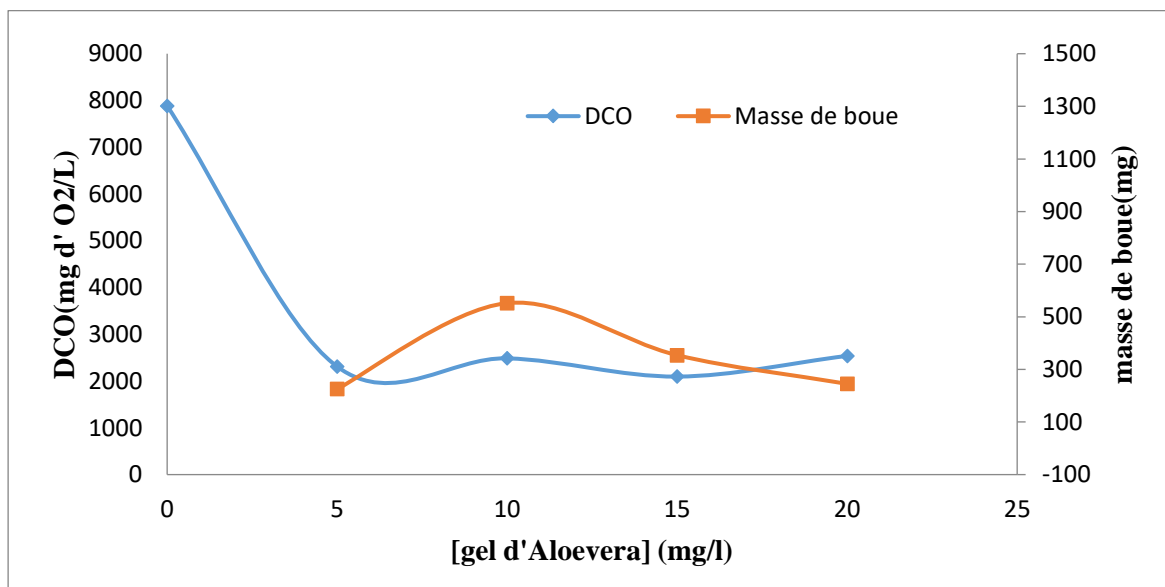


**Figure IV-16** Abattement de la DCO en fonction de la dose du floculant

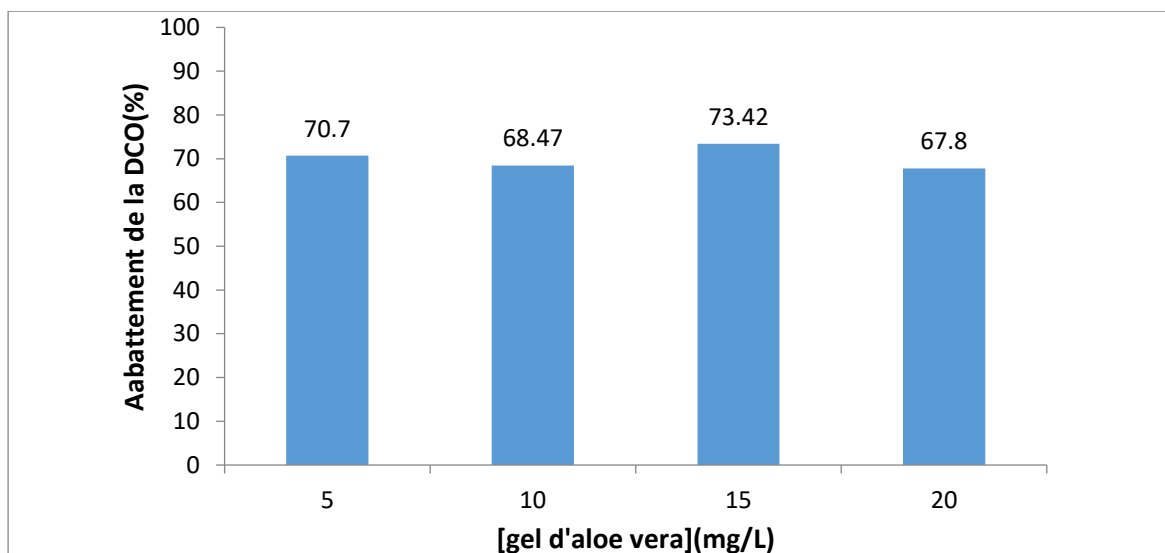
La figure IV.15, présente la variation de la DCO en fonction des doses de floculant (gel de cactus), elle montre une diminution de la DCO atteignant une valeur de 1005,25 mg d'O<sub>2</sub>/L,

pour une dose optimale de cactus de 15 mg/L qui correspond à un rendement de 87.25%, connu par son pouvoir floculant due au mucilage .Ceci a favorisé la formation des floes qui se décantent de suite et génèrent une masse de boue de 310mg, alors que l'utilisation de la chaux seule nous a permis d'avoir une meilleure efficacité, soit 8,75 % d'abattement de plus.

**e- Optimisation de la dose du floculant (gel d’Aloevera) du coagulant FeCl<sub>3</sub> :**



**Figure IV-17** Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant

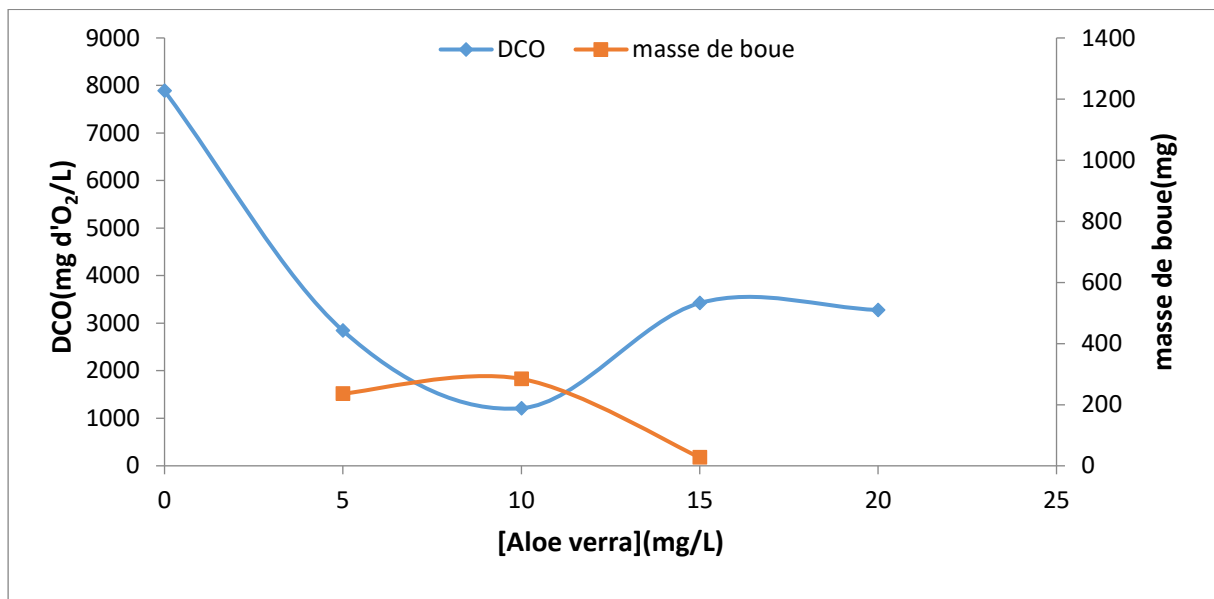


**Figure IV-18** Abattement de la DCO en fonction de la dose du floculant

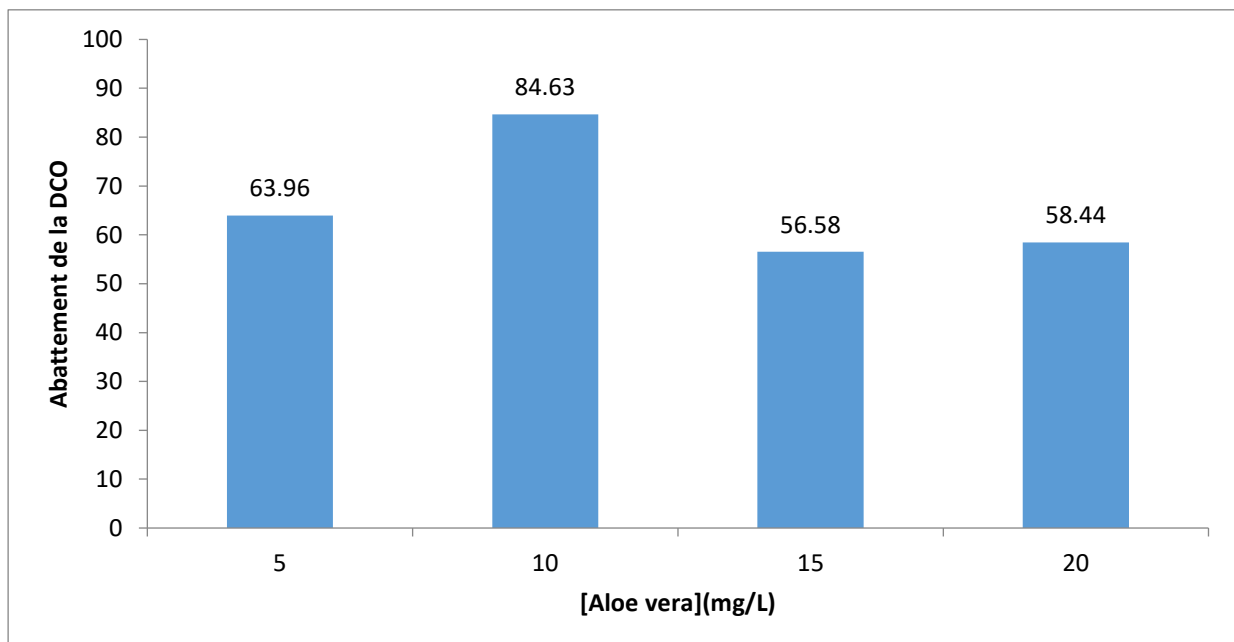
L'addition progressive des doses du floculant a entraîné une diminution de la DCO jusqu'à 2096,27 mg d'O<sub>2</sub>/L, pour une dose optimale de 15mg/L du gel d'Aloevera, soit un abattement de 73,42%. Cela est dû a la formation des floes, et leur agglomération après l'adsorption des

MES formés lors de l'ajout du coagulant, et leur décantation qui engendre 552 mg de boue. Il est à relever, que l'utilisation du coagulant seul, a abouti à un rendement plus important (92,39 %) soit une différence de 18,97 %, cela montre que l'ajout du floculant n'a pas amélioré le traitement.

**f- Optimisation de la dose du floculant (gel d'Aloevera) du coagulant  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**



**Figure IV-19** Variation de la DCO et la masse de boue en fonction des doses du floculant



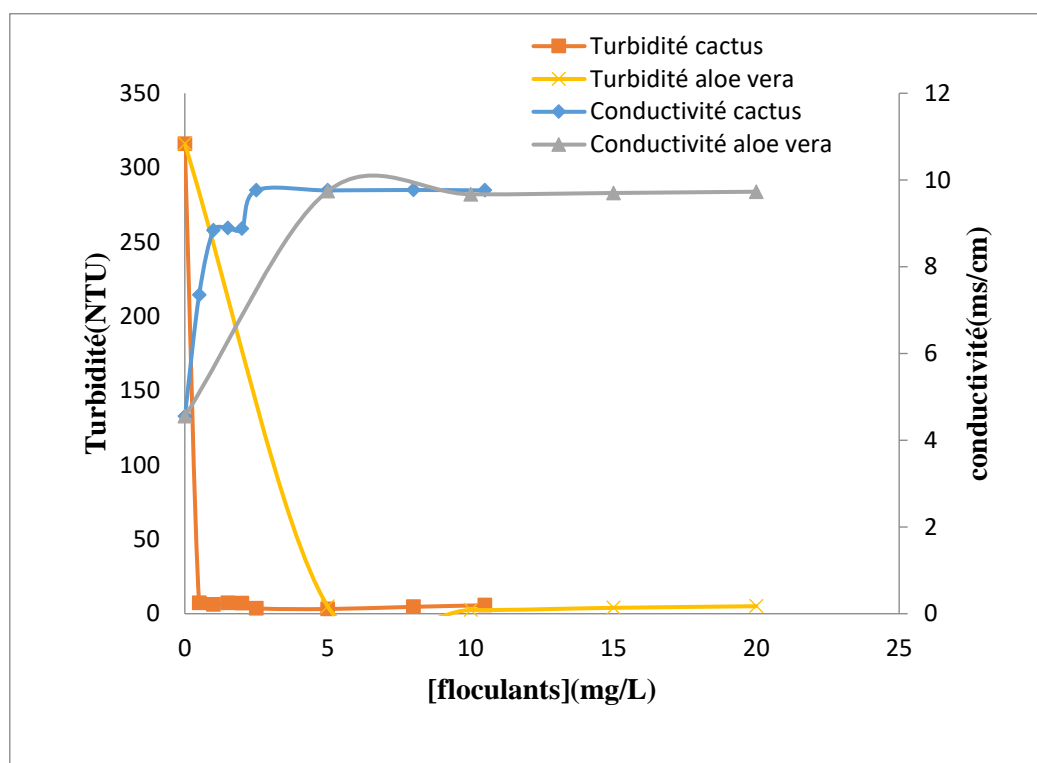
**Figure IV-20** Abatement de la DCO en fonction de la dose du floculant

L'injection du floculant (gel d'Aloevera) a provoqué, une diminution de la DCO pour atteindre une valeur de 1121 mg/L pour une dose optimale de 10mg/L, soit un taux

d'abattement de 84,63 % ( Figure VI-20) avec 284,4 mg de boue formée après décantation. Cette élimination reste moins efficace par rapport à l'utilisation de la chaux seule, on observe une différence d'élimination estimée à 12%, cela est probablement due aux composés phénoliques présents dans le latex ainsi qu'aux polysaccharides et glucose que l'Aloevera contient et qui font augmenter la matière organique, la présence d'acide uronique démontre des réactions d'oxydation qui induisent à l'augmentation de la DCO comparé au coagulant seul.

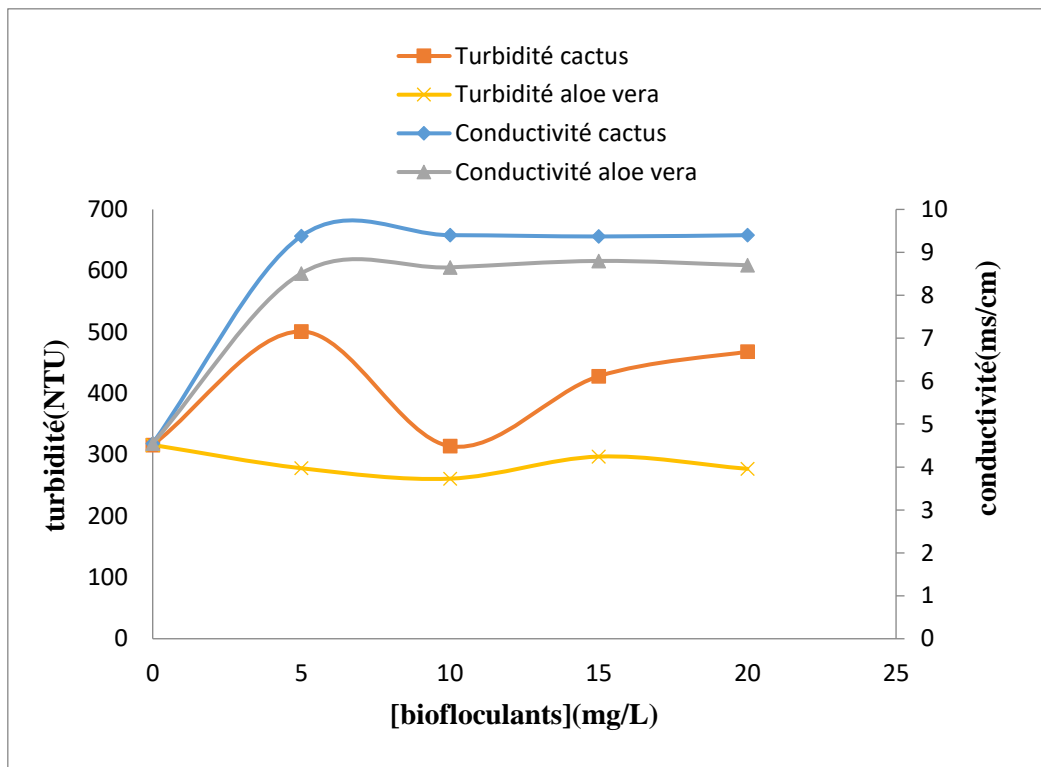
### g-Evolution de la variation de la turbidité et de la conductivité en présence de bio-floculants :

#### a- Pour $FeCl_3$ :



**Figure IV-21** variation de la conductivité et la turbidité en fonction des doses des bio-floculants.

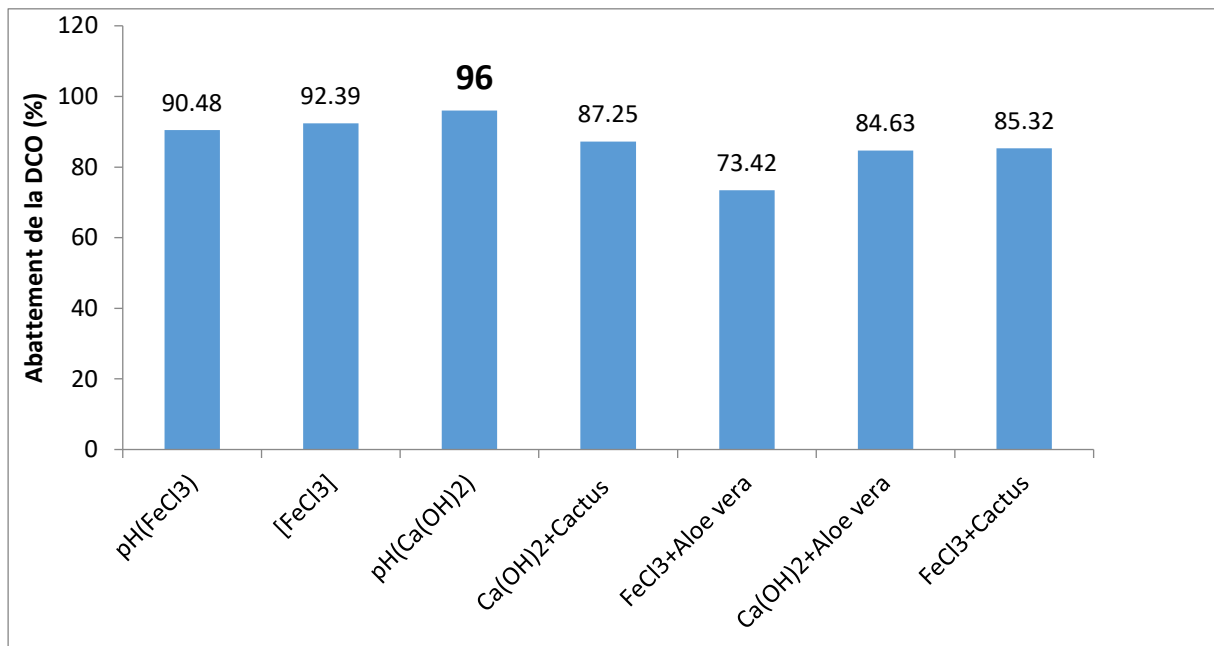
D'après la figure nous remarquons une diminution de la turbidité pour des doses optimales qui sont de l'ordre de 0,5 et 5 mg/L respectivement pour le cactus et l'Aloevera pour former de suite un palier et se stabiliser à des doses croissantes, ce qui montre l'efficacité des bio-floculants vis-à-vis de l'élimination des MES et l'abattement de la turbidité, d'autre part nous remarquons une augmentation significative de la conductivité pour les mêmes doses. Constat, qui peut être expliqué par le dosage avec le chlorure ferrique, et lorsque ce dernier s'introduit dans l'échantillon, la quantité d'électrolytes augmente ce qui augmente la conductivité.

b- Pour  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  :

**Figure IV-22** variation de la conductivité et la turbidité en fonction des doses des bio-floculants.

Cette figure montre qu'il n'y a pas un abattement de la turbidité pour le cactus et l'Aloé vera tandis qu'une augmentation de la conductivité pour les deux gels est observée à la dose optimale (5mg/L) ce qui est dû à la richesse des bio-floculants par des sels minéraux qui font augmenter la conductivité.

### IV -3-1-3 Etude comparative :



**Figure IV-23** variation de l'abattement en fonction des différents paramètres

D'après cette figure nous concluons que le meilleur traitement par coagulation floculation est celui qui s'est fait avec la chaux (100mg/L) à pH (7,4) pour un rendement d'abattement d'ordre de 96 %.

### IV-3-2 Traitement par SBR :

Dans cette étude, nous avons couplé le système de traitement par coagulation-floculation avec le traitement biologique par SBR (Sequencing Batch Reactor). Le lixiviat brut a été traité par coagulation floculation. Après décantation, le surnageant résultant caractérisé par une demande chimique en oxygène estimée à 1158 mg d'O<sub>2</sub>/L a été introduit dans le réacteur SBR pour qu'il soit traité par la boue activée. À la fin du cycle de traitement, l'eau soutirée doit être conforme aux normes de rejet en vigueur. Dans ce procédé de traitement du lixiviat, nous avons effectué des analyses sur trois types de lixiviats: Lixiviat brut; Lixiviat à l'entrée de l'SBR et celui de Sortie de l'SBR, leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous:

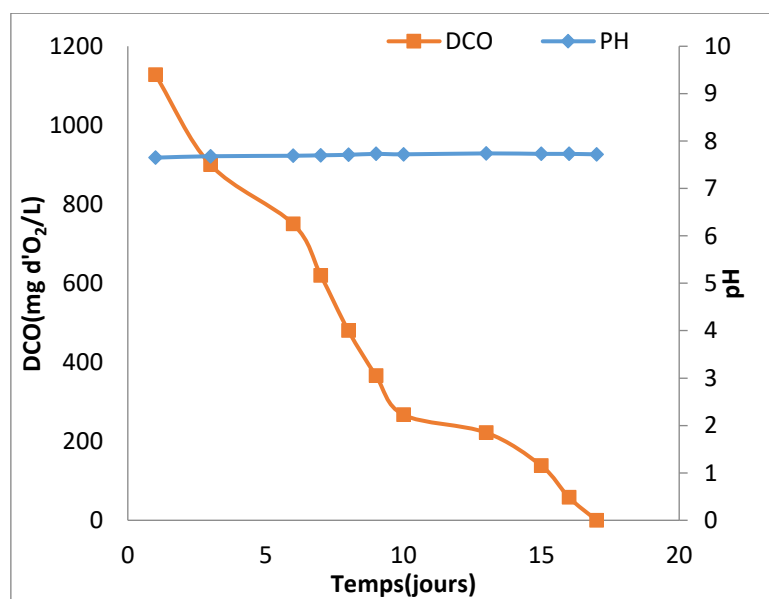
**Tableau IV.3:** Caractérisation de lixiviat au cours de son traitement par coagulation-floculation couplé au SBR

Paramètres	Unité	Lixiviat brut	Entrée SBR	Sortie SBR
pH	-	6,8	7,44	7,76
Température	°C	19,5	19,3	23,6
conductivité	ms/cm	4,55	4,524	0,98
turbidité	NTU	316	1,14	0,45
DCO	mg d'O <sub>2</sub> /L	7886,25	1158	58
DBO5	mg d'O <sub>2</sub> /L	1954	907,2	21,9*
MES	g/L	5,23	5,96	0,41
MVS	g/L	4,53	5,01	6,58
MS	g/L	6,47	7,28	8,86
Nitrates	mg/L	30,1	18,33	13,33
nitrites	µg/L	173 ,85	38,5	3,83
chlorures	mg/L	1300	1600	1000
Ortho-phosphates	mg de P/L	51,12	13,7	0,05
DBO5/ DCO	-	0,25	0,78	0,37

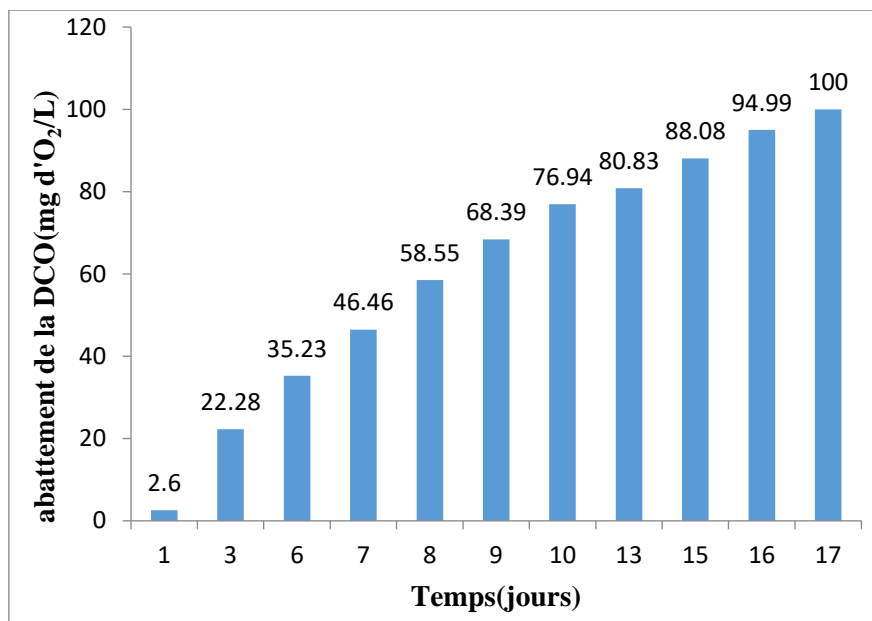
L'effluent est un rejet prétraité par coagulation –floculation, le rapport DBO5/DCO=0,78 rentre dans le seuil de biodégradabilité ce qui justifie le traitement par SBR.

Afin de mieux comprendre, les phénomènes mis en jeu et les cinétiques de dégradation des différents polluants, un suivi des différents paramètres, au cours d'un cycle de fonctionnement pendant 15 jours a été effectué, Les résultats obtenus sont représentés par les figures suivantes :

#### a- Abatement de la DCO :



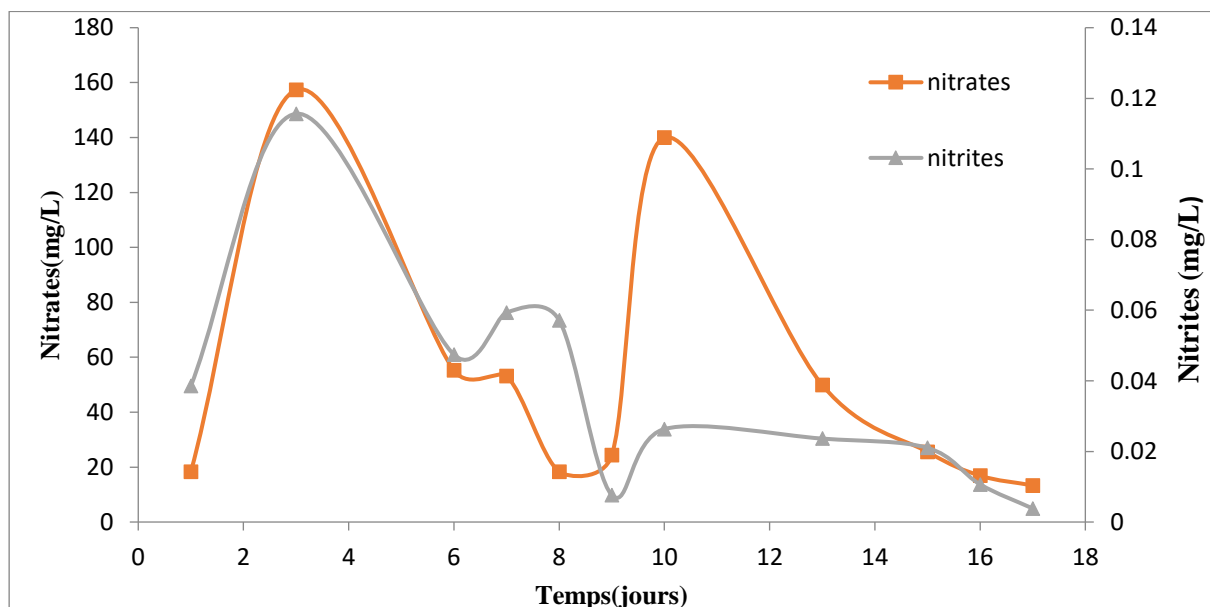
**Figure IV-24** variation de la DCO et du pH en fonction du temps



**Figure IV-25** Abattement de la DCO en fonction du temps.

D'après les figures ci-dessus nous remarquons une stabilisation du pH à des valeurs neutres, un milieu propice pour la croissance de notre biomasse épuratrice, ce qui l'aide à accomplir son rôle car on constate une diminution de la valeur de la DCO de sa valeur initiale de 1158 mg d'O<sub>2</sub>/L jusqu'à 0, soit un abattement de 100%, soit une dégradation totale, due à la consommation de la matière organique biodégradable par la performance des micro-organismes présents dans le réacteur.

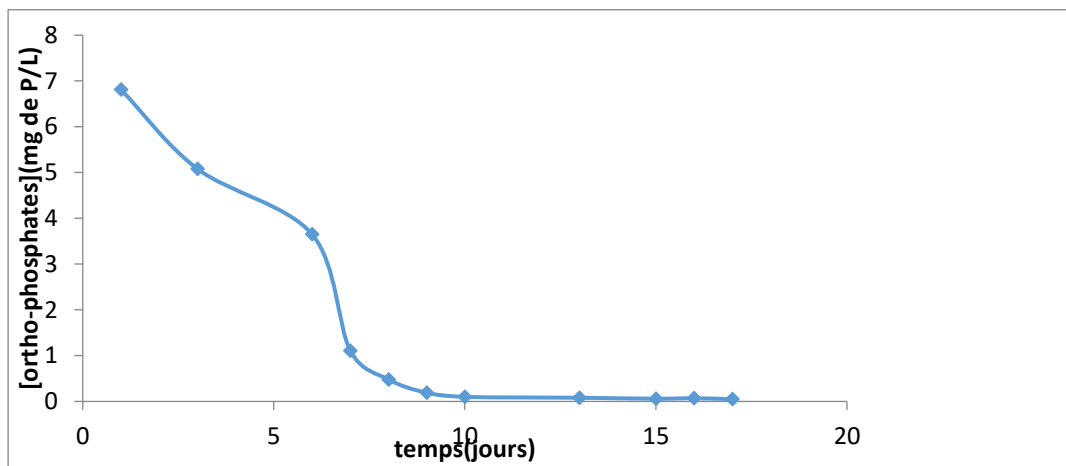
**b- Abattement des nitrites et nitrates:**



**Figure IV-26** variation des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>); nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

D'après la figure nous remarquons une augmentation des nitrates pendant les deux premiers jours, ce qui peut être expliqué par la nitrification qui conduit à la formation des nitrates à partir de l'ammonium. Au bout de trois jours, nous observons une diminution de la valeur des nitrates qui se succède par une augmentation des nitrites; cela est dû à la transformation de l'ammonium en nitrites par ces bactéries en présence d'oxygène (Nitrification). Les nitrates augmentent ultérieurement à cause de la conversion des ions nitrites en ions nitrates (nitrification) par les bactéries autotrophe.

### c- Abattement des ortho-phosphates :



**Figure IV-27** variation des ortho-phosphates en fonction du temps.

D'après la figure nous remarquons une diminution progressive des orthophosphates de leur valeur initiale de 6,81 mg de P/L pour atteindre une valeur minimale de 0,05 mg de P/L, cela est due à l'utilisation des phosphates par les micro-organismes comme source d'énergie ce qui conduit au processus de déphosphatation biologique.



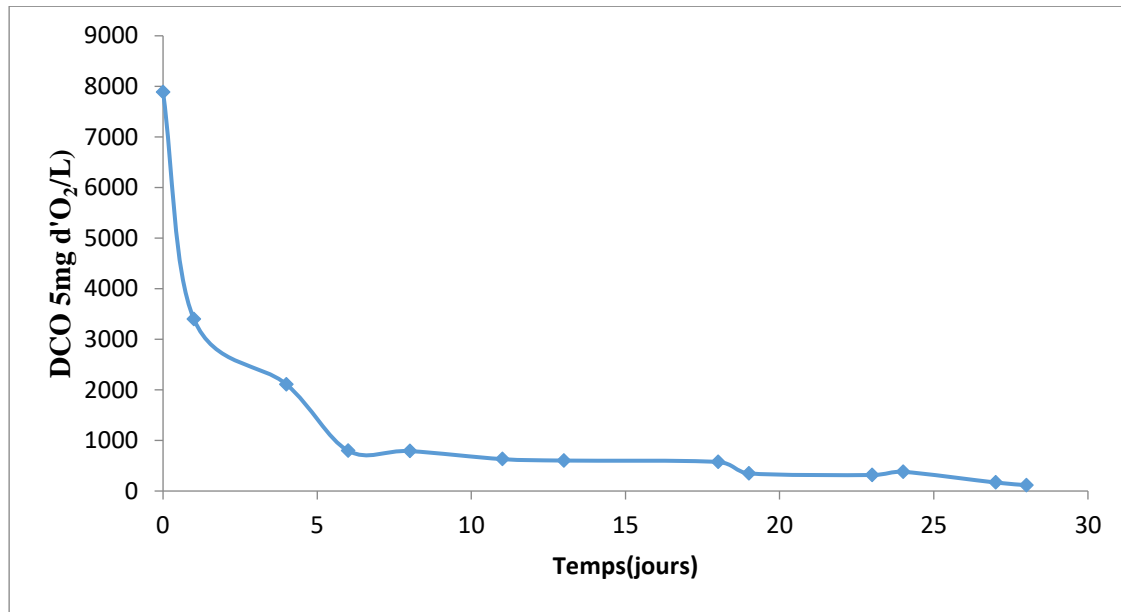
**Figure IV-28** lixiviat avant et après traitement par SBR couplé à la coagulation-floculation.

### IV-3-3 Traitement par aération intensive :

Dans cette étude nous avons voulu tester l'efficacité du traitement par injection d'air sur le lixiviat brut à forte charge polluante. Lors de ce travail, l'effluent a été caractérisé avant et après qu'il soit traité, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.4 :** Caractéristiques du lixiviat avant et après traitement par aération intensive

Paramètres	unité	Lixiviat brut	Lixiviat traité
Odeur	-	Indésirable	inodore
Couleur	-	Noir	Marron clair
pH	-	6,8	7,2
Conductivité	ms/cm	4,55	2,21
Turbidité	NTU	316	54
Température	°C	19,5	28
MS	g/L	6,47	4,32
MES	g/L	5,23	2,01
MVS	g/L	4,53	1,30
DCO	mg d'O <sub>2</sub> /L	7886,25	117
DBO <sub>5</sub>	mg d'O <sub>2</sub> /L	1954	45
Nitrates	mg/L	30,1	14,63
Nitrites	µg/L	173,85	90,88
Chlorures	mg/L	1300	156
Ortho-phosphates	mg de P/L	42,68	0,94

**❖ Abattement de la DCO****Figure IV.29** variation de la DCO en fonction du temps

D'après la figure VI.27 nous remarquons une diminution progressive de la valeur de la DCO de sa valeur initiale (7886,26 mg d'O<sub>2</sub>/L) jusqu'à une valeur minimale de (117 mg d'O<sub>2</sub>/L), soit un taux d'abattement de 98,51% ce qui montre l'efficacité du traitement par injection d'air sur le lixiviat, qui peut être expliqué par le fait que l'oxygène provenant de l'aération prolongée, favorise la dégradation biologique de la matière organique contenue dans le lixiviat par les microorganismes autochtones de cette dernière.

**Figure IV-30** Lixiviat avant et après traitement par aération intensive

# **Conclusion générale**

En Algérie, au cours de ces dernières années, les pouvoirs publics ont pris en charge la gestion des décharges, particulièrement dans les grandes agglomérations où leurs impacts sur l'eau et le sol sont devenus préoccupants. Malgré cette volonté, les décharges causent jusqu'au jourd'hui un problème de pollution très important. La question de la gestion des déchets reste délicate.

Cette étude, qui s'inscrit dans le cadre général de la dépollution de l'eau, repose sur l'étude de la composition des lixiviats des Décharges, l'évaluation de ses risques sur la qualité des eaux souterraines et la fiabilité de l'application des techniques pour le traitement des lixiviats ainsi que leur couplage.

La caractérisation physico-chimique et microbiologique de l'effluent brut, a montré, en générale, la quasi-totalité de ces paramètres de pollution analysés dépassent les normes de rejets admises (des DCO élevées, les nitrates, les nitrites, les chlorures et les ortho-phosphate ...), d'où la nécessité de traiter et de diminuer au maximum tous les polluants, afin de limiter leurs impacts nocifs sur les eaux souterraines.

Ce travail repose sur l'étude de la composition des lixiviats du C.E.T de Corso, et la fiabilité de l'application du procédé physico-chimique (coagulation floculation) et d'un traitement SBR couplé à celui de coagulation-floculation ainsi qu'un traitement par aération intensive pour le traitement de ces lixiviats. Les résultats obtenus à l'issue de cette étude nous ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes:

- Les rendements d'abattement de DCO obtenus après le traitement de lixiviat par coagulation-floculation sont très satisfaisants soit (96,39 %)
- Les résultats obtenus à l'issue du réacteur séquentiel biologique ont montré un meilleur taux d'abattement de la charge polluante allant même au-delà de nos attentes puisque la charge polluante a été totalement éliminée.
- Le traitement par aération intensive apparaît très intéressant en question de coût et abattement de la DCO, mais le seul inconvénient de cette opération c'est qu'elle demande de très longues durées de traitement qui peuvent atteindre des mois

Si vraiment nous voulons parvenir à régler les problèmes que constituent les lixiviats de décharges, il faut revenir à la source, c'est-à-dire aux niveaux de nos foyers, car un travail de sensibilisation et de responsabilisation de chacun consisterait à faire attention à ce que l'on rejette en triant nos ordures ménagères et en réutilisant et recyclant ce qui peut l'être, afin que n'arrive en décharge que les déchets dits « ultimes ». Ceci conduirait nécessairement à une

diminution des quantités de percolats produits, mais aussi leur concentration en éléments polluants et nocifs, ce qui aurait pour conséquence une meilleure protection pour l'homme et son environnement.

A la fin de ce travail, on propose les recommandations suivantes :

- Les résultats de DCO finales après traitement de lixiviats par coagulation-floculation nous ramènent à proposer ce type de procédé comme un prétraitement dans une station de traitement des lixiviats et cela en introduisant des volumes de chaux dans les bassins de récupération des lixiviats après ajustement du pH.
- Application du traitement SBR sur les lixiviats jeunes vu son efficacité sur l'abattement de la matière polluante, afin de réduire l'utilisation des grandes quantités de produits chimiques et gagner en terme de coût et d'énergie.
- Equiper les bassins des lixiviats des dispositifs (aérateurs) de traitement par aération intensive qui servent à réduire la charge organique et la mauvaise odeur dégagée lors de leur stockage.

# **Annexes**

## TECHNIQUES ANALYTIQUES

### **I. Dosage des nitrates : Méthode au réactif Sulfophénique (Norme AFNOR NF 90 012)**

Le dosage des nitrates se fait par colorimétrie dans le visible.

#### **I.1. Réactifs :**

- Acide sulfurique (36N).
- Ammoniac.
- Phénol.

#### **I.2. Préparation du réactif sulfophénique :**

Dissoudre 12 grammes de phénol dans 140ml d'acide sulfurique dans un bain marie.

#### **I.3. Appareillage :**

- Un photomètre UV visible, pour travailler à 440nm

#### **I.4. Mode opératoire :**

1. Prendre 5ml de l'échantillon à analyser, le faire évaporer à sec.
2. Laisser refroidir et ajouter 2ml du réactif sulfophénique.
3. Attendre 10minutes, puis ajouter 15ml d'eau distillée et 15ml d'ammoniac qui développe la couleur jaune.
4. Compléter à 50ml avec de l'eau distillée.
5. Effectuer la lecture sur le photomètre à  $\lambda = 440\text{nm}$ .
6. La teneur en nitrates de l'échantillon est déduite à partir de la courbe d'étalonnage.

### **II. Dosage des nitrites : Méthode au réactif de Diazotation (Norme AFNOR NF T 90 013)**

#### **II.1. Réactif de diazotation :**

- Acide orthophosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).
- Sulfaniamide ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2\text{S}$ ).

- Dichlorure de N-(1-naphty) éthylène diamine ( $C_{10}H_7NHCH_2CH_2, 2HCl$ ).

## II.2. Préparation du réactif de diazotation :

- A 800 ml d'eau distillée, ajouter 100ml d'acide orthophosphorique concentré, et 40g de Sulfaniamide.
- Après dilution, ajouter 2g de dichlorure de N-(1-naphty) éthylène diamine
- Compléter à 1000ml avec de l'eau distillée.

## II.3. Appareillage :

- Un photomètre UV visible, pour travailler à 537nm.

## II.4. Mode opératoire :

1. Prendre 50ml de l'échantillon à analyser.
2. Ajouter 1ml de réactif de diazotation.
3. Attendre 10minutes pour le développement de la couleur rose.
4. Effectuer la lecture sur le photomètre à  $\lambda = 537nm$
5. La teneur en nitrites de l'échantillon est déduite à partir de la courbe d'étalonnage.

## III. Dosage des chlorures : Méthode de MOHR (Norme AFNOR NF T 90 014)

### III.1. Principe :

On fait agir un milieu neutre, une solution de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue en présence de chromate de potassium comme indicateur.

### III.2. Réactifs :

- Solution de nitrates d'argent à 4,79 g/l.
- Solution de chromate de potassium à 50 g/l.

### III.3. Mode opératoire :

- Essai à blanc : le volume de nitrates d'argent nécessaire pour produire des virages sur une eau déminéralisée.
- Prélever 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 0,1 ml de solution chromate de potassium.

- Doser avec le nitrate d'argent jusqu'à virage de la coloration jaune à une faible teinte brunâtre.

#### III.4. Expression du résultat :

La teneur en chlorures de l'échantillon est donnée en milligramme d'ion  $\text{Cl}^-/\text{l}$ , suivant l'expression :

$$[(v - b) \times 1000] / (V \times K)$$

**v** : volume de solution de nitrate d'argent utilisé (ml)

**b** : volume de solution de nitrate d'argent consommé par l'essai à blanc (ml)

**V** : volume de la prise d'essai (10 ml)

**K** : facteur dépendant de la dilution

#### V. Dosages des orthophosphates :

Le dosage des orthophosphates se fait par colorimétrie dans le visible.

##### V.1. Réactifs :

- Acide sulfurique pur ( $d = 1.84$ ) à 15% environ en volume.
- Acide ascorbique : solution à 50g/l.
- Tartrate de potassium et d'antimoine solution à 2.8g/l.
- Paramolibdate d'ammonium : solution à 40g/l.

##### V.2. Préparation des réactifs :

- Tartrate de potassium et d'antimoine : solution à 2.8g/l :

Dissoudre 0,28g de tartrate de potassium et d'antimoine ( $\text{K}(\text{SbO})$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ,  $4\text{H}_2\text{O}$ ) dans de l'eau distillée et compléter à 100ml avec celle –ci.

- Paramolibdate d'ammonium : solution à 40g/l :

Dissoudre 20g de Paramolibdate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ,  $4\text{H}_2\text{O}$ ) dans de l'eau distillée et compléter à 500ml avec celle –ci. Filtrer éventuellement. La solution obtenue peut être conservé à 4°C dans un flacon de polyéthylène.

- Acide ascorbique : solution à 50g/l.

Dissoudre 5g d'acide ascorbique dans de l'eau distillée et compléter à 100ml avec celle-ci. Préparer cette solution chaque jour.

- Réactif combiné :

Dans une fiole jaugée de 100ml, mélanger :

- 50ml d'acide sulfurique.
- 5ml de la solution de tartrate.
- 15ml de la solution de paramolybdate d'ammonium

Compléter au volume avec de l'eau distillée, Ce réactif peut être conservé à 4°C.

### **V.3. Appareillage :**

- Un photomètre UV visible, pour travailler à 700nm
- Cellule de dosage.
- Verrerie courante de laboratoire : doit être lavée à l'acide chlorhydrique et rincée à l'eau distillée.

### **V.4. Mode opératoire :**

1. Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 à 7, l'ajuster si nécessaire.
2. Introduire 20ml de d'échantillon à analyser ou solution étalon dans une fiole jaugée de 25ml.
3. Ajouter 1ml de solution d'acide ascorbique, agiter, puis ajouter 4ml de réactif combiné, mélanger soigneusement.
4. Attendre 30minutes le développement et la stabilisation de la coloration bleue.
5. Effectuer la lecture sur le photomètre à  $\lambda = 700$  ou 880nm.
6. La teneur en orthophosphates de l'échantillon est déduite à partir de la courbe d'étalonnage, et exprimée en milligramme par litre de phosphore.

## **VI. Dosage de la demande chimique en oxygène DCO :**

### **VI.1. Appareillage :**

- Un photomètre UV visible, pour travailler à 600 nm.

**VI.2. Réactif de digestion :**

- Dissoudre 10.216g de  $K_2Cr_2O_7$ , préalablement chauffé à 103°C pendant 2h, dans 500 ml d'eau distillée.
- Ajouter 167 ml de  $H_2SO_4$  concentré + 33.3  $HgSO_4$ , dissoudre à température ambiante et diluer à 1000 ml avec de l'eau distillée.

**VI.3. Réactif d'acide sulfurique :**

Ajouter  $AgSO_4$  à  $H_2SO_4$  concentré avec un taux de 5.5g de  $Ag_2SO_4$ /kg  $H_2SO_4$ .

**VI.4. Mode opératoire :**

1. Prendre 1.5 ml de réactif de digestion + 3.5 ml de d'acide sulfurique dans des tubes spécifiques, après le mélange les tubes doivent être immédiatement bien fermés afin d'éviter toute évaporation suite à un fort échauffement dû à une réaction exothermique.
2. Bien mélange les tubes au vortex, et les laisser refroidir.
3. Mettre le bloc chauffant en marche à 148°C,
4. Ajouter 2,5 ml de l'échantillon à analyser pour le tube déjà préparé, fermer le tube et agiter ;
5. Positionner le tube dans le bloc chauffant probablement préchauffé, régler le minuteur sur 120 min.
6. Après minéralisation des tubes échantillon, le bloc s'arrête automatiquement de chauffer.
7. Sortir les tubes, les laisser refroidir ;
8. Effectuer la lecture sur le photomètre à  $\lambda = 600nm$ .
9. La DCO de l'échantillon est déduite de la courbe d'étalonnage.

# **Références bibliographique**

- [1] : A.DAMIEN : Guide du traitement des déchets ; DUNOD, paris, 2002.
- [2] :S.KADOUCHE : Cours traitement des déchets solides, Master I chimie de l'environnement, Université Mouloud MAMMERI de TIZI OUZOU.
- [3] : M.MERZOUKI, H.FADEL, M.BENLEMLIH: traitement des effluents urbains et industriels : originalité et performance, Agrobiologia 2014 ; N°6, 36-41.
- [4] : Article, Agence nationale des déchets. (Rapport de caractérisation des déchets de déchets entrant au C.E.T de Corso),2005
- [5] : C.BOUCHET Mémoire fin d'étude traitement des lixiviats des effluents complexes qui nécessitent un traitement.
- [6] : M. SOKONA MOHAMED YOUBA et M. CISSE MOUHAMDOUN, Étude du centre d'enfouissement technique de corso, caractérisation des déchets et du lixiviat. Génie de l'environnement. Université M'Hamed bougara de boumerdes, 2013.
- [7] : M M.BARRES, MA.BARLAZ: Méthane production des lixiviats de décharge, le point de connaissance . T.S.M/AG.HTM ; N°6,1990.
- [8] : O. Dia : Combinaison des procédés de bio filtration et électrocoagulation pour le traitement des lixiviats des sites d'enfouissement sanitaire thèse de doctorat université de Québec page 314.
- [9] : S.Renou ; S.Poulin :Lixiviat de centre de stockage :déchets générés par des déchets ,l'eau, l'industrie les naissances page 310.
- [10] : Trabelsi, S. Etudes de traitement des lixiviats des déchets urbains par les procédés d'oxydation avancée photochimique et électrochimiques: application aux lixiviats de la décharge tunisienne « JebelChakir ». Science de la terre université paris-est ; 2011.
- [11] : S. Renou, S. Poulain, P. Moulin et J. Gagnaire, Les filières classiques de traitement des lixiviats, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES,N°311,30 avril, p 66-73,2008 .
- [12] : S. Renou, S. Poulain, P. Moulin et J. Gagnaire, Les filières classiques de traitement des lixiviats, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES, N°311,30 avril, p 66-73,2008.
- [13] : (POULIOT,WANG et al ; 2004; GACHET, 2005;WISZNIOWSKI et al., 2006; RENOUE et al., 2008)

- [14] :A Amokrane . Epuration des lixiviats de décharge. Prétraitement par coagulation-floculation. Traitement par osmose inverse. Post-traitement par incinération. Thèse INSA de Lyon (LCPAE) ; 254 p,1994.
- [15] : S. Renou, S. Poulain, P. Moulin et J. Gagnaire, Les filières classiques de traitement des lixiviats, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES,N°311, pp 66-73 ,30 avril 2008
- [16] : Christophe Bouchet, Traitement des lixiviats: des affluents complexes qui nécessitent un traitement poussé, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES,N°371, 30 avril, 2014.
- [17] : S. Renou, S. Poulain, P. Moulin et J. Gagnaire, Les filières classiques de traitement des lixiviats, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES,N°311,30 avril, 2008.
- [18] : Christophe Bouchet, Traitement des lixiviats: des affluents complexes qui nécessitent un traitement poussé, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES,N°371, 30 avril, 2014.
- [19] : A. CHEIKH, O. Alli. travaux pratique : traitement des eaux par procédés physico-chimiques. Master Chimie de l'environnement.
- [20] : C. CARDOT . Génie de l'environnement, les traitements de l'eau pour l'ingénieur : procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus. Nouvelle édition.
- [21] : S. Renou, S. Poulain, P. Moulin et J. Gagnaire, Les filières classiques de traitement des lixiviats, L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES, N°311, 30 avril, 2008.
- [22] : MEMENTO, technique de l'eau, tome 1 Dégrèvement, 1989.
- [23] : O. Bouaouine. Caractérisation et valorisation de bioressources végétales pour le prétraitement d'effluents par coagulation-floculation. Sciences de la Terre. Université de Limoges; Université Sidi Mohamed ben Abdellah (Fès, Maroc), 2018.
- [24] : A. Marouf, G. Tremblin. Abrégé de biochimie appliquée, EditionEDP Sciences, 2eme édition p 578,2015.
- [25] S. KADOUICHE . Cours master 1 chimie de l'environnement, traitement des eaux, université MOULOUD MAMMERI Tizi ouzou, 2016 .

- [26] H. DHAOUADI , Procédés biologiques d'épuration. UVT, Tunisie, 2008.
- [27] R. MOLETTA, et TORRIJOS M. Traitement des effluents de la filière laitière, Techniques de l'Ingénieur, traité Génie des procédés (F 1 501), page 8 ,2001.
- [28] : A. Sillet . S. Royer ; Coque Y. Thomas O. les lixiviats de décharges d'ordures ménagères : genèse, composition et traitement, 2eme Edition, Déchets sciences & Techniques. DUNOD ,2001.
- [29] : A. DAMIEN ,. D ALAIN. Guide du traitement des déchets. 2eme édition. FRANCE : DUNOD.
- [30] : O. Dia Combinaison des procédés de biofiltration et d'électrocoagulation pour le traitement des lixiviats des sites d'enfouissement sanitaires, thèse de doctorat, , Université du Québec, p341,2017.
- [31] : Ammonium removal from landfill leachate by chemical precipitation. *Waste Manage.* 19(6):409-415,1999.
- [32]: A. Perez , A. Ramos , B. Moreno & Zamorano (Coagulation-flocculation as a submerged biological filter pre-treatment with landfill leachate. *Waste Management and the Environment* II. p 213-222.2004.
- [33]: S. Singh , Townsend T Boyer TH Evaluation of coagulation ( $\text{FeCl}_3$ ) and anion exchange (MIEX) for stabilized landfill leachate treatment and high-pressure membrane pretreatment. *Sep. Purif. Technol.* 96:98-106,2012.
- [34] : Wiszniewski J, Robert D, Surmacz-Gorska J, Miksch K & Weber J Landfill leachate treatment methods: A review. *Environ. Chem. Lett.* 4(1):51-61,2006.
- [35] : F Colin, Etude des mécanismes de la genèse des lixiviats. Inventaire et examen critique des tests de laboratoire, rapport. Université de Nancy,2004.
- [36] : Y MEDKOUR , caractérisation et traitement des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet, génie de l'environnement, école nationale polytechnique ,2012

[37] :A. cherkaoui , Optimisation de la dose du coagulant  $\text{FeCl}_3$  , 2014.

## **Résumé**

Avant le passage aux traitements des lixiviats des centres d'enfouissements techniques, nous avons déterminé la demande chimique en oxygène DCO qui est une étape primordiale car son analyse est un paramètre permettant d'évaluer la quantité de matières organique oxydable présente dans le lixiviat

La présente étude a pour objectif le traitement des lixiviats de décharge par couplage de traitements physico-chimiques et biologiques, ainsi qu'un traitement par aération intensive a été appliqué afin d'augmenter les performances épuratoires.

Ces traitements ont abouti à un abattement relativement important de la charge organique et minérale.

## **Abstract**

Prior to the treatment of landfill leachate, the chemical oxygen demand (COD) was determined, which is an important step as it is a parameter to evaluate the amount of oxidisable organic matter present in the leachate

The objective of the present study is to treat landfill leachate by coupling physico-chemical and biological treatments, as well as an intensive aeration treatment has been applied to increase the purification performances.

These treatments resulted in a relatively high reduction of the organic and mineral load.