



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

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie de l'environnement

Par :

Mme AINAD TABET Sara
Mlle BOUDINA Ferial

Sur le thème

Traitement de Lixiviat de décharge par des Techniques Conventionnelles de Traitement des Eaux

Soutenu publiquement le 30 Janvier 2024 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr MAKHOUKHI Benamar	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr BENGUELLA Belkacem	Professeur	Université de Tlemcen	Encadrant
Mme LANSARI Imane	M.A.B	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mr GUENFOUD Fouad	M.C.A	Université de Tlemcen	Examineur
Mr MAHTER Tani Nabil	Ingénieur d'état	C.E.T Tlemcen	Co-encadrant

Année Universitaire : 2023 ~ 2024

Remerciement

On tient avant tout à remercier le Bon Dieu (ALLAH) qui nous a donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Ce travail a été effectué à la Faculté des sciences de l'Université Aboubakr Belkaid de Tlemcen, Département de Chimie au sein du Laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE).

En premier lieu on adresse nos plus vifs remerciements au Professeur BENGUELLA Belkacem, notre encadrant, d'avoir proposé, dirigé et corrigé ce travail.

Monsieur MAHTER Tani Nabil, notre Co-encadrant, on le remercie pour ses précieux conseils, sa disponibilité.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du jury Professeur MAKHOUKHI Benamar, Mme LANSARI Imane et Mr GUENFOUD Fouad, d'avoir honorés leurs présences.

On exprime notre gratitude à tous les enseignants du département de chimie ceux du parcours du master chimie de l'environnement.

On adresse également nos remerciements à nos cher amis et camarades.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont soutenu ou qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ...

A mes parents

A mon mari

A mes enfants

A mon frère, mes sœurs

A toute ma famille

A mon binôme

A mes chers Amis

A mes collègues

Sara Ainad Tabet

Dédicace :

Je dédie ce travail à ma famille, pour leur soutien indéfectible, leur amour inconditionnel et leur encouragement constant tout au long de ce parcours académique exigeant surtout à mon père, ma mère, mes sœurs spécialement ma sœur « Ikram » qui m'a beaucoup soutenue.

À mes amis et collègues, pour leur soutien moral, leur conseil précieux et les moments de détente qui ont rendu cette aventure plus agréable, sans oublier mon binôme pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

À mes professeurs et encadrant pour leurs expertises, leur patience et leur disponibilité à me guider et me pousser à donner le meilleur de moi-même.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire, je vous adresse toute ma gratitude.

Cette dédicace témoigne de l'importance de votre soutien dans la réussite de mon projet Merci du fond du cœur.

Feriel Boudina

Table des matières

Introduction Générale :	1
I. Les lixiviats de décharge	2
I.1. Définition du lixiviats	2
I.2. La lixiviation	3
I.2.1 Les mécanismes physico-chimiques	3
I.2.2 Les processus biologiques	3
I.3. Origine et quantification de lixiviats	4
I.3.1. Les lixiviats des centres d'enfouissement des déchets urbains	4
I.3.2. Quantités de lixiviat	5
I.3.3. Facteurs influençant le processus de la lixiviation	6
I.4. Phénomènes mis en jeu lors de la production de lixiviats (évolution)	7
I.4.1. Phase hydrolyse (phase aérobie)	7
I.4.2. Phase de transition	7
I.4.3. Phase acétogénique	8
I.4.4. Phase methanogénique	8
I.5. Types de lixiviats	9
I.5.1. Les lixiviats jeunes (< 5 ans)	9
I.5.2. Les lixiviats intermédiaires (5 à 10 ans)	10
I.5.3. Les lixiviats stabilisés (> 10 ans)	10
I.6. Composition des lixiviats	11
I.7. Les risques environnementaux et sanitaires du lixiviat	11
I.8 Traitement des eaux usées	12
I.8.1 Introduction	12
I.8.2. Procédés de traitement des eaux usées	13
I.8.2.1. Traitement préliminaire (prétraitement)	13
I.8.2.2. Traitement primaire (traitement de clarification)	14
I.8.2.3. Traitement secondaire (traitement biologique)	16
I.8.2.4. Traitement tertiaire	17
II.1. Présentation du centre d'enfouissement technique (CET) Tlemcen	19
II.1.1. Introduction	19
II.1.2. Historique	19
II.1.3. Situation géographique	21
II.1.4 La Structure du CET	21
II.1.4.1. Clôture	22

II.1.4.2. Poste de garde	22
II.1.4.3. Pont bascule	22
II.1.4.4. Casier d'enfouissement	23
II.1.4.5. Bassin de récupération de lixiviat	25
II.1.4.6. Système de récupération du biogaz.....	26
II.1.5. La composition des déchets admis :	27
II.2. Objectif de l'étude	29
II.3. Prélèvement et échantillonnage.....	29
II.3.1. Site de prélèvement des échantillons :	29
II.3.2. Conditions du prélèvement des échantillons :.....	30
II.4. Matériel et méthodes	30
II.4.1. Analyses organoleptiques :	30
II.4.2. Dilution du lixiviat.....	31
II.4.2.1. Mode opératoire	31
II.4.3. Analyse des métaux lourds	32
II.4.4. Traitement du lixiviat :	33
II.4.4.1. Traitement physico-chimique.....	33
II.4.3.2. Analyses physico-chimiques	37
III.1. Résultats et discussion	43
III.1.1. Analyses organoleptique :	43
III.1.2. Caractérisation du lixiviat brute	43
III.1.3. Traitement du lixiviat :	44
III.1.3.1. Coagulant : NaOH	44
III.1.3.2. Coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$	50
III.1.3.3. Coagulant FeCl_3 :	56
III.1.3.4. Coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:	61
III.1.4. L'adsorption :	69
III.1.5. Conclusion :	70
Liste des Références	72
Partie bibliographique :	72
Partie Expérimentale :	73

Liste des Figures :

Figure 1 Formation de lixiviat [7]	2
Figure 2 Schématisation des modèles macroscopiques de prédiction de génération de Lixiviat [16] ...	6
Figure 3 Résumé le déroulement des différentes phases	9
Figure 4 Processus de coagulation, floculation et de sédimentation	14
Figure 5 schéma du traitement biologique aérobie à boue activée	17
Figure 6 Centre d'enfouissement technique (CET) de Tlemcen	19
Figure 7 Décharge sauvage	20
Figure 8 Vue satellite de CET -Tlemcen -	21
Figure 9 Poste de garde	22
Figure 10 Pont bascule	23
Figure 11 Casier durant exploitation	23
Figure 12 Phase de saturation	24
Figure 13 Les matériaux d'isolation	24
Figure 14 Protection passive et active	25
Figure 15 Drain en PEHD	26
Figure 16 Bassin de récupération de lixiviat au niveau du 1er et 2eme casiers	26
Figure 17 Tube de biogaz	27
Figure 18 Composition des déchets (DMA) en 2019	28
Figure 19 Canal d'évacuation de lixiviat vers l'oued ben Brahim (CET Ouled Fayet) Alger.	28
Figure 20 Site de prélèvements des échantillons	30
Figure 21 Prélèvement des échantillons	30
Figure 22 Dilution du lixiviat	32
Figure 23 Spectromètre d'absorption atomique	32
Figure 24 Jar test	35
Figure 25 Filtration sur sable et charbon actif	36
Figure 26 Ph mètre	38
Figure 27 Conductimètre	38
Figure 28 Turbidimètre	39
Figure 29 DCO mètre	40
Figure 30 DBO ₅	40
Figure 31 Les réactifs de NH ₄ ⁺	42
Figure 32 Résultat du traitement par le coagulant NaOH	44
Figure 33 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation- floculation)	45
Figure 34 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)	46
Figure 35 Pictogramme de la conductivité (µS/cm) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)	47
Figure 36 Pictogramme de la conductivité (µS/cm) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)	48
Figure 37 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)	49
Figure 38 Pictogramme de la demande chimique en oxygène du lixiviat brute et traité par le coagulant NaOH	50

Figure 39 Résultat du traitement par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$	51
Figure 40 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)	52
Figure 41 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)	52
Figure 42 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après coagulation-floculation).....	53
Figure 43 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)	54
Figure 44 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration).....	55
Figure 45 Pictogramme de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$	56
Figure 46 Résultat du traitement du lixiviat par le coagulant FeCl_3	56
Figure 47 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après filtration).....	57
Figure 48 Pictogramme du pH du lixiviat brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après filtration).....	58
Figure 49 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après filtration).....	59
Figure 50 Pictogramme de la DCO du lixiviat 100 fois diluée et traité par le coagulant FeCl_3	60
Figure 51 Résultat du traitement du lixiviat 100 fois dilué par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	61
Figure 52 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)	62
Figure 53 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration)	63
Figure 54 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)	64
Figure 55 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration)	65
Figure 56 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration).....	66
Figure 57 Pictogramme de la demande chimique en oxygène (mg/l) du lixiviat brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	67
Figure 58 Résultat du tableau 27	67
Figure 59 Pictogramme de l'azote ammoniacal du lixiviat brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	68
Figure 60 Lixiviat en présence du charbon actif (gauche), lixiviat en présence de l'argile (droite)	69
Figure 61 Pictogramme représentatif de l'adsorption a l'argile et au charbon actif.....	70

Liste des tableaux :

Tableau 1 Inventaire des principales réactions intervenant dans le processus de dégradation des déchets [15]	5
Tableau 2 Caractéristiques principales des différents types des lixiviats [11]	10
Tableau 3 Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules	15
Tableau 4 Les caractéristiques des réactifs et matériaux utilisées en traitement du lixiviat [3].....	33
Tableau 5 Caractérisation du lixiviat de C.E.T de Tlemcen au niveau du bassin 2	43
Tableau 6 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)	44
Tableau 7 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration).....	45
Tableau 8 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)	46
Tableau 9 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration).....	47
Tableau 10 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration).....	48
Tableau 11 Valeurs de la demande chimique en oxygène du lixiviat brute et traité par le coagulant NaOH	49
Tableau 12 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)	51
Tableau 13 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)	52
Tableau 14 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après coagulation-floculation).....	52
Tableau 15 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration).....	53
Tableau 16 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration).....	54
Tableau 17 Valeurs de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$	55
Tableau 18 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après coagulation-floculation)	56
Tableau 19 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après coagulation-floculation)	57
Tableau 20 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl_3 (après filtration).....	58
Tableau 21 Valeur du DCO (mg/L) du lixiviat brute (100 fois diluée) et traité par le coagulant FeCl_3 (0,01M).....	59
Tableau 22 Valeur du DBO5 (mg/L) du lixiviat brute (100 fois diluée) et traité par le coagulant FeCl_3 (0,01M).....	60
Tableau 23 Types de traitement des eaux usées selon le rapport DCO/DBO ₅ (Wethe, 2002).....	60
Tableau 24 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)	62
Tableau 25 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration).....	62
Tableau 26 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après coagulation-floculation).....	63
Tableau 27 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration).....	64

Tableau 28 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant Fe (ClO ₄) ₃ (après filtration).....	65
Tableau 29 Valeurs de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat Brute et traité par le coagulant Al ₂ (SO ₄) ₃	66
Tableau 30 Valeurs de la demande biologique en oxygène (mg/L) du lixiviat traité par le coagulant Al ₂ (SO ₄) ₃	67
Tableau 31 Valeurs de l'azote ammoniacal du lixiviat brute et traité par le coagulant Al ₂ (SO ₄) ₃	68
Tableau 32 Paramètres physico-chimiques du lixiviat brute après adsorption a l'argile et au charbon actif.....	69

Liste des abréviations :

CET : centre d'enfouissement technique

LCIE : laboratoire de chimie inorganique et environnement

pH : potentiel hydrogène

CO₂ : dioxyde de carbone

DCO : demande chimique en oxygène

DBO : demande biologique en oxygène

AOV : acide organique volatil

CH₄ : méthane

CH₄⁺ : ammonium

Ca²⁺ : ion calcium cation

Mg²⁺ : ion magnésium cation

K⁺ : ion potassium cation

Na⁺ : ion sodium cation

Fe²⁺ : ion ferreux cation

Mn²⁺ : ion manganèse cation

Zn : zinc

Cd: cadmium

Co: cobalt

Cr: chrome

Cu : cuivre

Ni : nickel

NaOH : hydroxyde de sodium

FeCl₃ : chlorure ferrique

Fe(ClO₄)₃.H₂O : perchlorate ferrique hydraté

Al(SO₄)₃ : sulfate d'aluminium

Pb: plomb

MES : matière en suspension

UV : ultraviolets

PEHD : polyéthylène haute densité

H₂SO₄ : acide sulfurique

PVC : polychlorure de vinyle

KS : kaolin modifié

FTU : unité de turbidité néphélobimétrie

Introduction Générale

Introduction Générale :

L'enfouissement technique est un mode important d'élimination des déchets. Un centre d'enfouissement technique **C.E.T** doit permettre une gestion efficace des déchets [1].

L'un des problèmes majeurs associés à cette mise en décharge est la production d'effluents liquides riches en matières organiques et minérales appelés lixiviats ou communément "jus de décharge". Ils proviennent de la percolation des eaux de pluie à travers les dépôts ainsi que les eaux contenues dans les déchets et celles de leur dégradation [2] En effet, dès la phase de dépôts.

Les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions biologiques et physico-chimiques complexes. L'eau s'y infiltre et produit des lixiviats qui engendrent une pollution essentiellement de type organique et inorganique (dégagement d'odeurs, risques d'incendies, création d'un biotope favorable à l'accroissement des populations d'insectes et de rongeurs, contribution à l'aggravation de l'effet de serre....)en relation avec la biodégradation naturelle des déchets confinés.[3, 4]

Plusieurs études tant à l'échelle du laboratoire qu'à celle du pilote ou en grandeur vraie ont été réalisées afin de sélectionner la méthode la plus fiable pour traiter ces eaux particulières.

Les premières recherches, datant des années 1970[5] se sont basées sur le traitement à la fois des eaux usées domestiques et des lixiviats de décharges. L'inefficacité de ce procédé a poussé les chercheurs à traiter les deux types d'eau séparément par le biais de boues activées[6].

Notre travail, consiste à une contribution de trouver des solutions simples et moins couteux à l'échelle du laboratoire afin d'extrapoler les résultats obtenus à l'échelle des centres d'enfouissement techniques dans le but de minimiser les effets néfastes des lixiviats pour l'environnement et la santé publique.

Chapitre I :
Partie
bibliographique

I. Les lixiviats de décharge

I.1. Définition du lixiviat

Le lixiviat (ou percolât) vient de l'adjectif latin *lixivius*, qui signifie : « jus de lessive, eau qui sert à laver » [7]. 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 c'est « le jus des poubelles » [8].

Il résulte de la solubilisation de composés lors de la percolation non uniforme 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 et 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 [9].



Figure 1 Formation de lixiviat [7]

I.2. La lixiviation

La lixiviation est une technique d'extraction de produits solubles. Elle consiste à faire passer lentement un liquide à travers un solide en poudre.

Le lixiviat, liquide que produit l'opération, peut ensuite être traité pour en extraire les substances dissoutes [7]. Exemple : Le café filtré est obtenu par lixiviation. L'eau passe à travers la poudre de café moulu.

La lixiviation est le phénomène de lessivage d'éléments solubles dans le domaine de l'altération des matériaux.

Dans l'environnement, la lixiviation est le processus par lequel les constituants d'un matériau solide sont libérés dans une phase aqueuse en contact, de sorte que tous les constituants (composants majeurs ou mineurs de la matrice ainsi que contaminants inorganiques, organiques et radionucléides) sont libérés sous un ensemble commun de phénomènes physico-chimiques et de processus biologiques. L'eau finissant dans la nappe phréatique par ruissellement. Le phénomène est très présent dans toutes les anciennes décharges ménagères et industrielles.

I.2.1 Les mécanismes physico-chimiques

Ils peuvent inclure le processus de dissolution, de désorption, d'oxydoréduction, de neutralisation, de complexation des minéraux et de transfert de matière. À leur tour, ces phénomènes sont affectés par certains facteurs qui peuvent modifier le taux ou l'étendue du lessivage. Parmi ces facteurs figurent : le pH, la salinité et le potentiel d'oxydoréduction [10].

I.2.2 Les processus biologiques

La dégradation biologique aérobie et anaérobie joue un rôle important dans la production des lixiviats. Au fait, le déchet enfouis présente la source principale du substrat aux micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique biodégradable (bactéries, levures et champignons).

L'activité microbienne entraîne d'autres phénomènes physico-chimiques secondaires au sein de la décharge. Il en résulte alors des changements des conditions du milieu tel que le pH, la Température et également le potentiel d'oxydoréduction [11].

I.3. Origine et quantification de lixiviats

Afin de comprendre la problématique sur les polluants liés aux lixiviats et leurs modes de traitement, il est judicieux de faire un état des lieux sur l'origine de ces derniers [12].

Les lixiviats sont en grande partie formés des eaux d'infiltration pluviales ou celles de fonte de neige. Les eaux de percolation, lors du passage dans les strates des déchets enfouis, entraînent avec elles de la matière organique décomposée ou partiellement décomposée et des matières inorganiques.

L'humidité contenue dans les déchets s'ajoute également aux eaux infiltrées. Ces infiltrations influencent à la fois la quantité des lixiviats produits, mais aussi leurs qualités en termes de contaminants.

I.3.1. Les lixiviats des centres d'enfouissement des déchets urbains

Les Centres d'Enfouissement Technique sont conçus pour stocker les déchets en minimisant les risques de pollution ou contamination de l'environnement.

Les « décharges » sont devenues contrôlées faisant l'objet d'une gestion de plus en plus technique. Les sites présentent des configurations variables, le plus souvent en remblai et en tumulus.

En Algérie, comme partout ailleurs, on distingue trois classes de CET en fonction du type de déchets accepté en enfouissement, à savoir : Classe I (déchets spéciaux), Classe II (déchets ménagers et assimilés) et class III (déchets inertes) [13].

Lors de l'enfouissement des déchets, ces derniers vont subir un processus de dégradation à long terme. Les déchets seront soumis à la fois à des processus physiques, chimiques et biologiques [14].

Tableau 1 Inventaire des principales réactions intervenant dans le processus de dégradation des déchets [15]

Processus chimiques	Processus physiques	Processus biologiques
Neutralisation	Échange d'ions	Hydrolyse
Précipitation	Adsorption	Catabolisme
Oxydation	Absorption	Fermentation
Réduction	Filtration	Nitrification
Complexation	Évaporation	Dénitrification
Ionisation	Extraction	Réduction des sulfates
Réaction acide-base	Encapsulation	Minéralisation

I.3.2. Quantités de lixiviat

Les modèles les plus courants et les plus fiables à mettre en œuvre afin d'estimer les volumes de lixiviats formés et récupérés en fond de décharge sont basés sur des bilans hydriques généraux tels que les modèles « Water Balance Method » (WBD) ou l'« Hydrologic Evaluation of Landfill Performance » (HELP) (Remson& al (1968), Farquhar (1989). Ils reposent sur l'équation de conservation suivante [16] :

$$\text{Percolation} = \text{Infiltration} - \text{Evaporation} - \text{Ruissellement} + \text{Infiltration d'eau souterraine} - \text{Rétention}$$

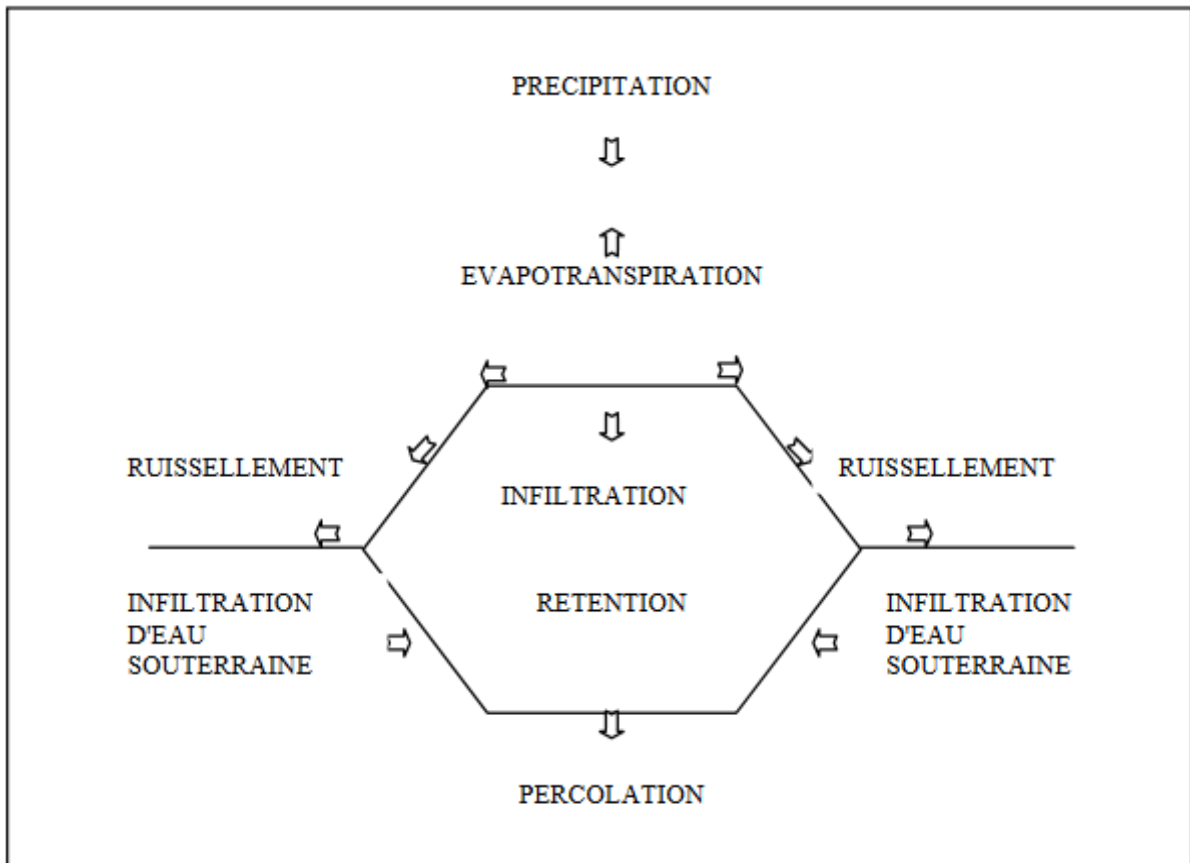


Figure 2 Schématisation des modèles macroscopiques de prédiction de génération de Lixiviats [16]

I.3.3. Facteurs influençant le processus de la lixiviation

La production des lixiviats se fait lorsque le taux d'humidité dépasse une valeur maximale de rétention [17]. Plusieurs éléments influent sur les propriétés et la quantité des lixiviats :

- Facteurs climatiques et hydrogéologiques (précipitation, évapotranspiration)
- Qualité des déchets ;
- Mode d'exploitation et de gestion du site ;
- Mécanismes internes (décomposition de la matière organique, formation de biogaz et génération de la chaleur).

I.4. Phénomènes mis en jeu lors de la production de lixiviats (évolution)

Une stabilisation des déchets se fait en quatre phases successives et distinctes ce qui montre que l'activité du micro-organisme est variable dans les différentes phases de la décharge. Cela dépend aussi des environnements créés à l'intérieur de la décharge, c'est-à-dire des conditions physiques, chimiques, climatiques et microbiennes [17].

I.4.1. Phase hydrolyse (phase aérobie)

Lors de l'enfouissement, l'oxygène présent dans les espaces vides des déchets fraîchement enfouis est rapidement consommé (décomposition aérobie), aboutissant à la production du CO₂, d'azote ammoniacal, d'eau .et une augmentation considérable de la température des déchets entre 50 °C et 70 °C.

Lors de cette phase, les déchets solides acquièrent de l'humidité à l'intérieur de la décharge. L'accumulation d'humidité est importante pour déclencher l'activité microbienne qui sert à la dégradation de la matière organique oxydable (5 % jusqu'à 15 % de la matière biodégradable sera consommée), avec une dégradation principale des macromolécules telles que les glucides.

Cette phase se prolonge de quelques jours à quelques semaines, car l'oxygène n'est pas renouvelé une fois les déchets recouverts. Ce type de lixiviat contient des particules fines en suspension, des sels hautement solubles et des microbes issus du processus de décomposition aérobie [18].

I.4.2. Phase de transition

Comme la présence d'oxygène dans les déchets est limitée, la décomposition aérobie se termine rapidement et commence la décomposition anaérobie dans cette phase.

La chaleur générée par la décomposition aérobie et la diminution de l'humidité contenue dans les déchets favorise l'environnement anaérobie. Une chute du potentiel redox est remarquée en faveur des réactions de réduction (en changeant les accepteurs d'électrons).

A la fin de cette étape, des concentrations mesurables de DCO (480 mg/L à 18000 mg/L) et d'acides organiques volatils (AOV) (100 mg/L à 3000 mg/L) peuvent être détectées dans le lixiviat. Cette étape peut durer de des jours à des semaines [19].

I.4.3. Phase acétogénique

Pendant cette étape, la production des acides gras volatils, d'ammoniaque, d'hydrogène et de CO₂ est élevée. Les microorganismes stricts et facultatifs aident à désintégrer les déchets de sorte que le potentiel redox des déchets diminue, ce qui favorise la croissance de micro-organismes méthanogènes.

Cela provoque la baisse de la valeur du pH résultant du lixiviat chimiquement actif. Les concentrations les plus élevées de DBO (1000 à 57700 mg/L), de DCO (1500 à 71100 mg/L) se produisent pendant la phase de formation acide. La principale caractéristique de ce stade est la croissance de bactéries acidogènes et une forte dégradation du substrat et des nutriments. Elle peut se prolonger sur plusieurs années voire plusieurs décennies [20].

I.4.4. Phase methanogénique

Cette phase débute après 4 à 10 ans et dure plusieurs années. Durant cette période, les acides organiques complexes sont consommés par les consortiums (bactéries méthanogènes), ce qui affecte les caractéristiques de solubilité des sels inorganiques et les précipite. Par exemple, la réduction du sulfate et du nitrate en sulfures et en ammoniaque.

Pendant ce temps, la concentration de DCO et de DBO diminue car une grande partie des acides organiques sont convertis en gaz ; production du méthane CH₄ (de 50 à 60 % en volume) et du CO₂ (entre 40 % et 60% de volume) [21].

Au cours du processus de décomposition anaérobie, certains composés organiques ne sont pas décomposés. Ils restent sous forme de résidus dans les décharges et sont des constituants très importants pour l'adsorption et le siège des réactions compliquées [16]. Le niveau de pH augmente mais entrave le système tampon

bicarbonate qui soutient l'activité des bactéries méthanogènes et la concentration en acide acétique diminue rapidement.

Ces bactéries se décomposent lentement mais efficacement pendant de nombreuses années et dégradent les matières organiques résiduelles. Au cours de ce processus, les métaux lourds sont progressivement éliminés par précipitation [22].

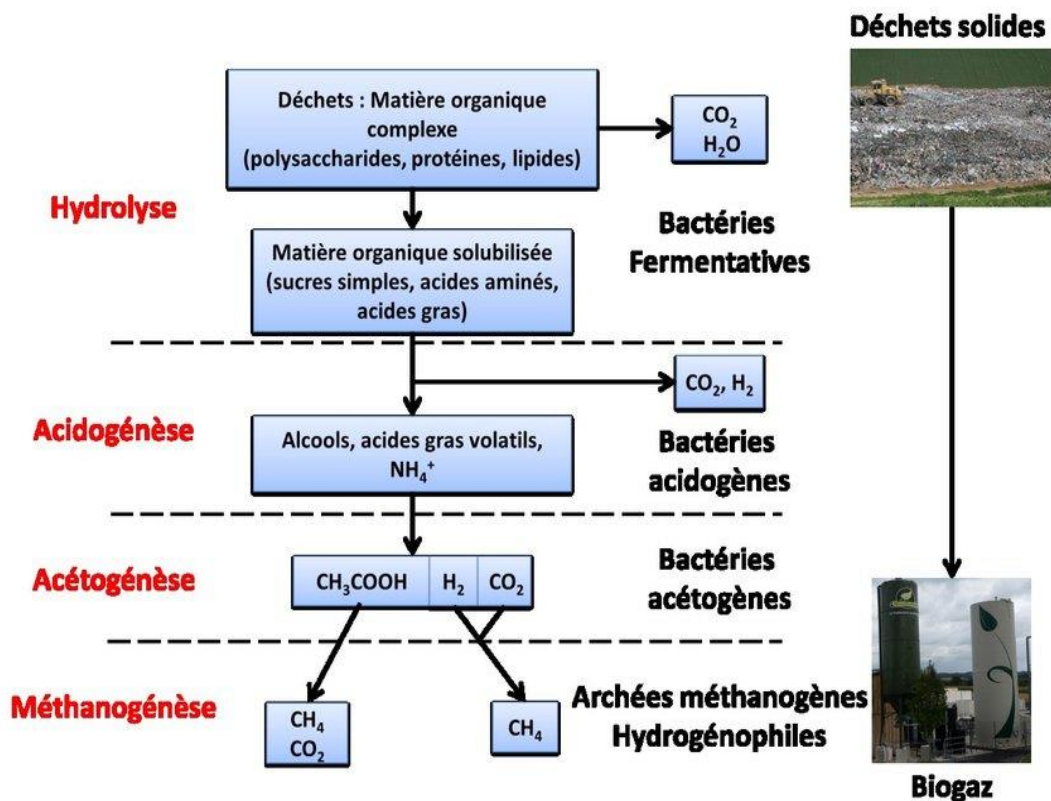


Figure 3 Résume le déroulement des différentes phases

I.5. Types de lixiviats

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

I.5.1. Les lixiviats jeunes (< 5 ans)

Ces lixiviats se caractérisent par une charge organique élevée [18], relativement biodégradable (seuil de biodégradabilité $\text{DBO}_5/\text{DCO} > 0,5$) constitués, principalement, d'acides gras volatils, une demande biochimie en oxygène (DBO) élevée (4000 à 13000

mg/L), une demande chimique en oxygène (DCO) de l'ordre de (30 000 – 60 000 mg/L) et une forte teneur en azote ammoniacal (500 - 2000 mg/L).

Ces lixiviats peuvent être chargés en métaux (jusqu'à 2 g/L) du fait de leur pH relativement bas (< 6,5). Ils correspondent aux premières phases non méthanogènes de l'évolution d'une décharge [11].

I.5.2. Les lixiviats intermédiaires (5 à 10 ans)

Au fur et à mesure que la décharge vieillit et que les déchets se stabilisent, la charge organique diminue et les acides gras volatils se forment. L'émergence de ces composés tend à diminuer la biodégradabilité du lixiviat (DBO5/DCO entre 0,1 à 0,5). De ce fait, le pH est voisin de la neutralité et la charge en métaux devient négligeable. Ces lixiviats correspondent globalement à la phase méthanogène stable.

I.5.3. Les lixiviats stabilisés (> 10 ans)

Ils sont caractérisés par une faible charge organique et par la présence de composés à haut poids moléculaire (composés réfractaires tels que les substances humiques et composés de type fulviques). Une forte teneur en azote ammoniacal (3000 – 5000 mg/L) et un faible ratio de biodégradabilité DBO5/DCO < 0,1 [11]. Ces lixiviats sont aussi caractérisés par un pH >7,5. Ils correspondent à la phase de maturation de la décharge.

Tableau 2 Caractéristiques principales des différents types des lixiviats [11]

Types de lixiviats	Age de la décharge	pH	DCO (g/L)	DBO5/DCO
Lixiviats jeunes	< 5ans	<6,5	10 à 20	> 0,5 bonne
Lixiviats intermédiaires	5 à 10 ans	6,5 à 7,5	5 à 10	0,1 à 0,5 assez faible
Lixiviats stabilisés	>10 ans	>7,5	<5	< 0,1 très faible

I.6. Composition des lixiviats

Les compositions chimiques et biochimiques des lixiviats sont non seulement très diverses mais aussi variables dans le temps et dans l'espace. Les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat sont :

- La composition des déchets enfouis
- Leur degré de décomposition
- Leur taux d'humidité, leur température
- Le taux d'infiltration de l'eau dans les déchets
- Les conditions climatiques
- L'âge de la décharge.

Malgré sa complexité, quatre groupes de polluants caractérisent le lixiviat :

- ❖ La matière organique dissoute,
- ❖ Les composés organiques anthropiques (hydrocarbures aromatiques, phénols, composés aliphatiques chlorés...) – concentration inférieure à 1 mg. L⁻¹,
- ❖ Les composés minéraux majeurs : Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ ...,
- ❖ Les métaux lourds (Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb...) – à l'état de traces [7].

I.7. Les risques environnementaux et sanitaires du lixiviat

L'infiltration et/ou le rejet de lixiviats non-traités entraîne des perturbations physiques et chimiques des milieux récepteurs qui se traduisent par une détérioration de la qualité des eaux.

Les lixiviats sont la source polluante majeure des décharges sur les eaux alentour, et suivant leur toxicité et leur dilution, les modifications du milieu environnant ne seront pas les mêmes. Des fuites de lixiviats chargés en polluants et substances toxiques peuvent donc se produire dans l'environnement autour du site de la décharge, mettant en danger les végétaux, les animaux qui les ingèrent et, au sommet de la chaîne alimentaire, l'homme.

L'homme est plus directement touché lorsque la décharge se situe à proximité d'une nappe phréatique alimentant la population en eau potable.

La contamination peut avoir lieu par infiltration directe dans le substratum et polluer les nappes phréatiques, où par rejet des effluents, traités ou non, dans le réseau hydrographique de surface et le détériorer.

Les effets de ces deux types de contamination pouvant interagir entre elles sont :

- D'une part, pour les eaux souterraines, un problème d'alimentation en eau potable par pollution des captages d'eau si ceux-ci sont hydro-géologiquement accessibles ;
- D'autre part, pour le réseau hydrographique superficiel, une détérioration des écosystèmes aquatiques, en particulier liée au problème d'eutrophisation qui menacera la vie aquatique par asphyxie, et également l'alimentation en eau potable.

Les pollutions engendrées par les décharges, et leurs impacts sanitaires et environnementaux sont difficiles à déterminer avec certitude car ils sont diffus dans le temps et dans l'espace.

Plusieurs polluants interagissent dans des milieux naturels différents (air, sol, eaux etc.) sur le long terme [23].

I.8 Traitement des eaux usées

I.8.1 Introduction

Dans le but de produire des effluents traités acceptable pour la santé humaine et l'environnement, l'objectif de cette partie est de trouver une solution alternative concernant le traitement du lixiviat qui présente un inconvénient pour les eaux conventionnelles.

À cet égard, les traitements proposés à notre niveau seront les plus appropriés à fournir des effluents, de qualité chimique et microbiologique conformes pour des utilisations différentes et avec un cout faible.

I.8.2. Procédés de traitement des eaux usées

I.8.2.1. Traitement préliminaire (prétraitement)

Ces traitements comprennent le dégrillage, le dessablage et le déshuilage de l'effluent brut. Cette étape vise à enlever les grosses particules de l'eau (débris, huiles, graisses, sable). Ces déchets sont récupérés et traités.

Les prétraitements visent à retirer de l'eau usée les matières qui peuvent nuire à la qualité du traitement aval ou à la pérennité des ouvrages. Ces matières sont les objets encombrants, les graisses, huiles et autres matière flottantes, les sables et matières facilement décantables [24].

I.8.2.1.1. Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement.

Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage) [25].

I.8.2.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, l'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessabler » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe.

Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant et une instabilité mécanique du matériau [26].

I.8.2.1.3. Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface [27].

I.8.2.2. Traitement primaire (traitement de clarification)

I.8.2.2.1. Coagulation-floculation

Ce procédé permet ensuite de rendre l'eau limpide en la débarrassant des matières en suspension qu'elle contient dites particules colloïdales (de diamètre compris entre 0,1 et 10 μm). Elle s'effectue en deux temps : on injecte d'abord dans l'eau des réactifs chimiques appelés coagulants. La charge positive du coagulant neutralise la charge négative des particules dissoutes et suspendues dans l'eau. Ces particules s'agglomèrent les unes aux autres et forment des "flocons" : c'est la floculation. Ces "flocons" plus lourds que l'eau, se déposent au fond d'un bassin de décantations et sont évacués régulièrement sous forme de boues [28].

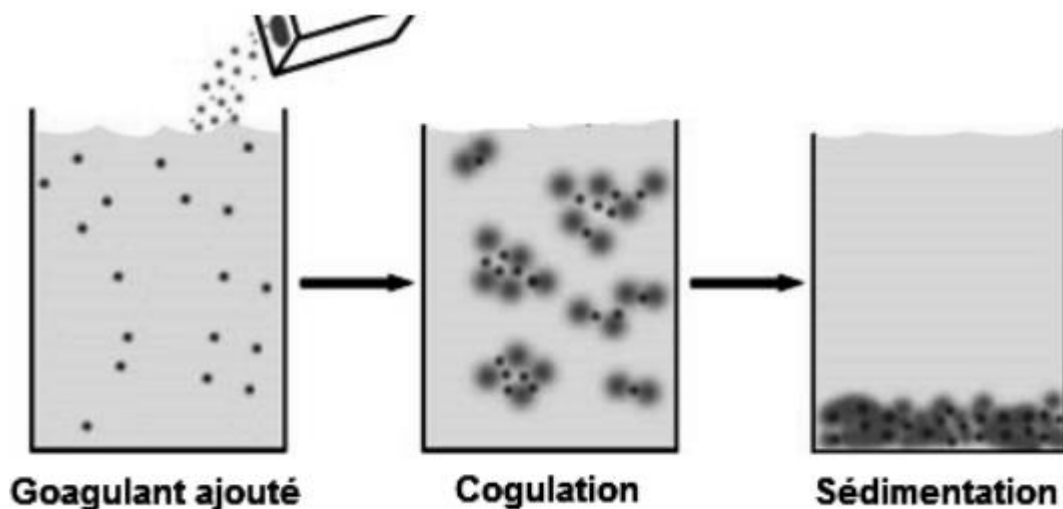


Figure 4 Processus de coagulation, floculation et de sédimentation

- **Coagulants utilisés** : Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et pour produire un floc sont des électrolytes minéraux à polycations. Les coagulants les plus répandus sont :

Tableau 3 Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules

Coagulant	Forme chimique
Sulfate d'aluminium	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Aluminate de sodium	NaAlO_2
Chlorure ferrique	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Sulfate ferrique	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
Sulfate ferreux	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Sulfate de cuivre	CuSO_4

1.8.2.2.2. La décantation

La décantation est la méthode de séparation gravitaire la plus fréquente de MES (Matière en suspension) et colloïdes (rassembles sous forme de floc après l'étape de coagulation / floculation). Il s'agit d'un procédé de séparation solide/liquide basé sur la pesanteur. Ces particules s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée [28].

1.8.2.2.3. La filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux. La filtration permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs.

- Les filtres les plus utilisés peuvent être : des tissus de fibres, des toiles métalliques ou des pierres poreuses à interstices très fins. on utilise principalement :
- Filtration sur le sable (lente ou rapide) : Cette étape consiste à faire passer l'eau à travers une épaisse couche de sable fin (80cm à 1,50m) disposée sur un plancher poreux.

- Filtration membranaire : Les membranes (sont fabriquées `à partir de polymères organiques ou `à partir de matières inorganiques (métaux, oxydes métalliques, verre, carbone, carbure de silicium, etc.) [28].

I.8.2.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

Le traitement biologique consiste à provoquer une prolifération microbienne plus au moins contrôlée aux dépens des matières organiques apportées par l'effluent, en présence ou non d'oxygène. L'élimination de la pollution organique sous forme finement colloïdale ou en solution, est essentiellement le fait de procédés d'épuration.[24].

- a) **La voie anaérobie** : si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, CH₄ et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentré en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)
- b) **La voie aérobie** : si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse

I.8.2.3.1. Boues activés

Le procédé d'épuration biologique par boues activées peut s'effectuer par voie aérobie ou anaérobie. Dans les deux cas, ce sont des microorganismes adapté au procédé qui se multiplient en absorbant la pollution organique [24].

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice, - un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne,

- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché,
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,
- Un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture [29].

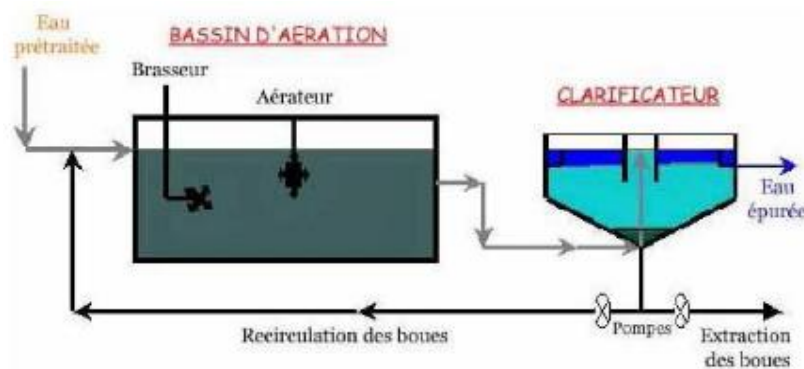


Figure 5 schéma du traitement biologique aérobie à boue activée

I.8.2.4. Traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires [30]. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques »; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable

I.8.2.4.1. Traitement bactériologique par rayonnement UV

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque

directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30 secondes).

1.8.2.5.2. Traitement par voie physico-chimique

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants :

- Désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes).
- Neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

1.8.2.5.3. Traitement des odeurs

Les premières phases du traitement, le dégrillage, le dessablage/déshuilage et la phase anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées dans des bâtiments plus ou moins étanches afin que les mauvaises odeurs ne se répandent pas dans l'environnement de la station. Ce qui provoquerait des nuisances olfactives inacceptables par les riverains.

Cet air nauséabond est collecté et traité. Il passe par trois tours de lavage : une d'acide sulfurique (H_2SO_4), une de Javel et une de soude [30].

Chapitre II :

Partie Expérimentale

II.1. Présentation du centre d'enfouissement technique (CET) Tlemcen :

II.1.1. Introduction :

La wilaya de Tlemcen a été dotée d'un centre d'enfouissement technique type classe 2, une décharge contrôlée conçue pour le stockage des déchets ultimes afin de minimiser les risques de pollution ou contamination de l'environnement.



Figure 6 Centre d'enfouissement technique (CET) de Tlemcen

II.1.2. Historique :

Le centre s'étend sur une superficie de 25 hectares, cette décharge peut recevoir les communes suivantes : Tlemcen – Mansourah – Chetouane – Amieur et Ain Fezza avec un volume de déchets de l'ordre de 214.3 T / J soit 631.855 T / an actuellement le centre reçoit un volume journalier de l'ordre de 400 T / J jusqu'à 460 T / J durant périodes des pics et cela après l'ajout des communes suivantes : Hennaya – Remchi Ouled Riah-Zenata – Ben Sakrane et Oued Lakhdar (Chouli) – Tirnni.

Le centre d'enfouissement technique de Tlemcen a été réalisé après l'éradication de l'ancienne décharge sauvage de SAF SAF (30 ans d'existences) et cela durant l'année 2006. Directive de la loi 01-19 (gestion contrôle et élimination des déchets) et la loi 03-10 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.



Figure 7 Décharge sauvage

L'objectif de ces lois :

- La préservation de l'hygiène publique.
- L'amélioration du cadre de vie du citoyen et la protection de sa santé.
- L'élimination saine et écologique rationnelle des déchets
- La valorisation des déchets recyclables et la création d'emplois.

Le centre s'étant sur une superficie de 25 hectares ; regroupe selon (PROGDEM-2002) un groupement représenté par : Tlemcen ; Mansourah ; Chetouane ; Amieur et Ain Fezza pour un tonnage de 190 T/J. Depuis la création de l'EPWG/CET Tlemcen le 03/02/2010 suivant la décision du wali N° 293 jusqu'à maintenant l'entreprise publique renferme 31 communes dont 13 sont affectée au CET de Tlemcen avec un tonnage journalier égal à 400 T/J.

II.1.3. Situation géographique :

La zone d'étude est localisée dans la partie occidentale du Nord - Ouest algérien. Le centre d'enfouissement technique du groupement du grand Tlemcen est situé, sur le tiers médian du versant oriental du Djebel El Hadid avec une altitude de 678 m et se localise près de la commune de chetouane et à 7 km de la ville de Tlemcen relié par la route nationale RN 2.

- A l'Ouest il est bordé par la partie haute du Djebel El Hadid recouvert par un maquis compose en grande partie d'oléastres
- A l'Est une plantation d'oliviers associant une céréaliculture extensive alternative.
- Au Nord des terrains agricoles en jachère et qui sont occupées alternativement par la céréaliculture extensive.
- Au Sud - Est des parcelles occupées par la viticulture.
- Au Sud - Ouest par l'ancienne décharge sauvage de Saf Saf.



Figure 8 Vue satellite de CET -Tlemcen -

II.1.4 La Structure du CET :

II.1.4.1. Clôture :

Le C.E.T. de Saf Saf clôture sur la majorité de son périmètre par un montage d'éléments préfabriqués, sur un lit de béton de propreté de deux (02) mètres de hauteur et une longueur de 2180 m.

L'objectif est de garder les issues de l'installation et d'interdire tout accès en dehors d'heures de travail.

II.1.4.2. Poste de garde :

Installé à l'entrée du CET, où se fait la réception des camions, puis l'agent permet l'accès seulement aux camions autorisés par le CET après un contrôle visuel des déchets afin d'assurer qu'ils sont conformes aux normes d'acceptation signalées dans une plaque à l'entrée.



Figure 9 Poste de garde

II.1.4.3. Pont bascule :

C'est un dispositif de pesage, il constitue un composant indispensable d'un CET afin de prévenir l'évolution de quantités à enfouir. Une fois que le camion monte sur le pont bascule, l'agent de contrôle prend en plus d'informations citées précédemment, son poids, la date et heure de son accès.



Figure 10 Pont bascule

II.1.4.4. Casier d'enfouissement :

Le CET du grand groupement du Tlemcen comporte actuellement deux casiers le premier d'une capacité de 300 000 m³ a été exploité depuis le :24/04/2010 jusqu'au 01/09/2016.



Figure 11 Casier durant exploitation



Figure 12 Phase de saturation

Qui est actuellement fermé et le deuxième casier exploité depuis 21/08/2019 avec une capacité de 400.000 m³ actuellement en saturation depuis le 25/07/2022. Il est réalisé avec des terrassements en terrain meuble et dur et des remblais de digues.



Figure 13 Les matériaux d'isolation

Pour l'étanchéité du fond il a été déposé une couche argileuse compacte, surmontée d'une géo membrane en PEHD de 2 mm disposant d'une certification ISO 9001 et d'une densité de 0.94, recouverte d'une autre couche d'argile sur laquelle repose la couche de drainage. L'étanchéité des talus est assurée par un géotextile non tissé de densité 800g / m² surmonté d'une geomenbrane en PEHD de 2 mm d'épaisseur.

En ce qui concerne la rampe avec une pente de 10% son système d'étanchéifiassions est composé d'une première couche d'argile compactée, recouverte par le géotextile non tissé de densité 1200g / m², surmontée de la géo membrane en PEHD de 2 mm, puis d'une deuxième couche d'argile compactée.



Figure 14 Protection passive et active

II.1.4.5. Bassin de récupération de lixiviats :

Le CET comporte une station de lagunage composée de trois (3) bassins d'un volume total de 3120m^3 avec une profondeur de 1,2 m et une superficie de 2600m^2 . Les lixiviats venant du casier par le biais de deux drains constitués de conduites en PEHD.



Figure 15 Drain en PEHD

Ces drains sont raccordés au lagunage par le biais d'un réseau formé de trois (3) regards et conduites en PVC.



Figure 16 Bassin de récupération de lixiviat au niveau du 1er et 2eme casiers

II.1.4.6. Système de récupération du biogaz :

Au niveau de ce site on remarque l'existence d'une installation de système de récupération de biogaz en PVC



Figure 17 Tube de biogaz

II.1.5. La composition des déchets admis :

- Déchets ménagers résultant de la préparation des aliments des maisons et des bureaux.
- Déchets des commerces.
- Déchets résultant de balayage des rues et de nettoyage de jardins.
- Déchets résultant de nettoyage des marchés et des magasins.
- Déchets non toxiques issus des écoles et des hôpitaux.
- Déchets non dangereux de toutes les autres sources.

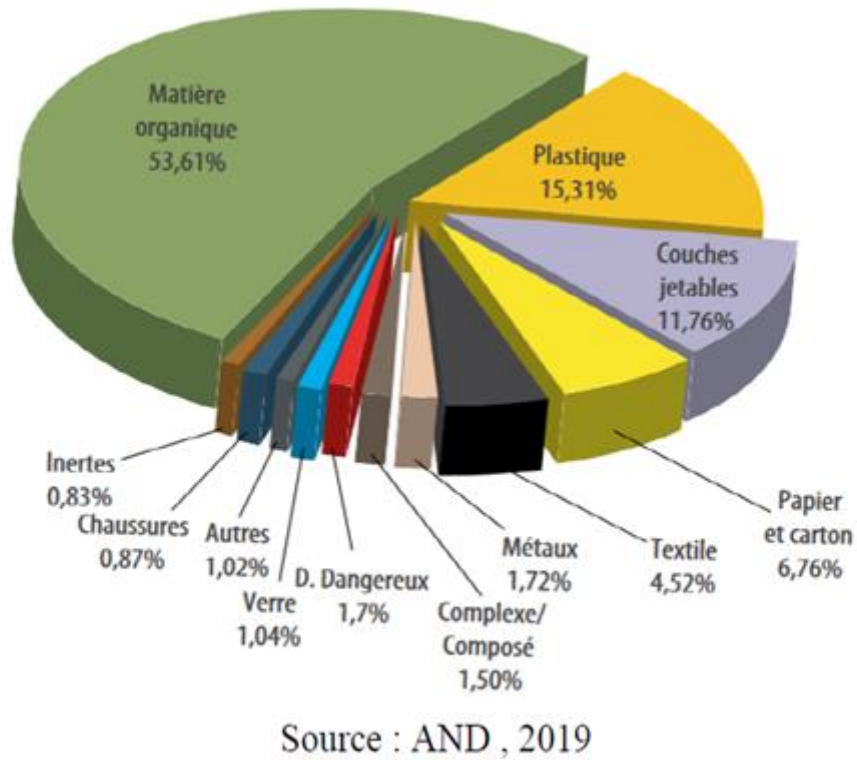


Figure 18 Composition des déchets (DMA) en 2019

Les risques du rejet du lixiviat dans le milieu naturel ;

- Risques environnementales et sanitaires
- Pollution de la nappe phréatique



Figure 19 Canal d'évacuation de lixiviat vers l'oued ben Brahim (CET Ouled Fayet) Alger.

Dans les décharges, la décomposition des déchets par les micro-organismes génère des composés solubles qui, sous l'action du lessivage et de l'infiltration des eaux météoriques, se mélangent pour former le (jus de déchets) dénommé "lixiviat "

Les lixiviats représentent une source concentrée de polluants chimiques et microbiologiques. Les plus grands risques sont liés à la production de lixiviat et test la contamination de la nappe phréatique.

Les différents modes de traitement de lixiviat ;

- Traitement biologique.
- Traitement chimique
- Traitement physico- chimique.
- Traitement membranaire :
- Traitement par concentration.

II.2. Objectif de l'étude :

La raison de notre passage à l'établissement public de wilaya de gestion des centres d'enfouissement technique de Tlemcen, est d'apporter une actualité sur les procédés de traitement de lixiviat à partir des techniques conventionnelles de traitement des eaux en utilisant différents coagulants. Notre travail a été effectué au sein du Laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE), université de Tlemcen.

II.3. Prélèvement et échantillonnage :

II.3.1. Site de prélèvement des échantillons :

Le prélèvement d'un échantillon de lixiviat est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui sera donnée.



Figure 20 Site de prélèvements des échantillons

II.3.2. Conditions du prélèvement des échantillons :

Le prélèvement a été effectué le 14 février 2024 à 09h50, à une température de 17°C. Une bouteille en plastique a été utilisée pour prélever directement de la source de lixiviat sortant du casier.



Figure 21 Prélèvement des échantillons

II.4. Matériel et méthodes :

II.4.1. Analyses organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques des échantillons d'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

Test de la couleur : la couleur a été évaluée par observation oculaire.

Test de l'odeur : l'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive.

II.4.2. Dilution du lixiviat :

Vu que la région connaît depuis des années un stress hydrique, le lixiviat est particulièrement chargé en MES, pour cela, on a procédé à une dilution interne qui a pour but de diminuer la charge polluante et faciliter les différents modes d'analyses. En réduisant la concentration des substances indésirables dans le Lixiviat par l'ajout d'un liquide ou d'un solvant. La dilution est le processus consistant à réduire la concentration d'une substance en y ajoutant un liquide ou un solvant.

Pour effectuer une dilution nous avons besoins d'une solution mère ou solution concentrée (Lixiviat Brute), et d'un solvant généralement de l'eau distillé [1].

II.4.2.1. Mode opératoire :

- Mesurer une quantité de solution mère (Lixiviat Brute) pour préparer de nouvelles solutions diluées (2 fois diluée, 10 fois diluée, 100 fois diluée).
- Verser la solution mère dans un contenant propre
- Ajouter le solvant (eau distillé) au contenant de la solution mère
- Mélanger soigneusement la solution pour assurer une répartition uniforme
- Utiliser des équipements résistants à la corrosion et adaptés aux liquides potentiellement toxiques ou nuisibles.
- Préparer des contenants propres pour la dilution et le stockage.
- Porter l'équipement de protection individuel nécessaire (gants, lunettes, masque).
- Ajouter le lixiviat lentement au diluant pré-mesuré selon les ratios déterminés lors de l'évaluation préliminaire.

- Agiter doucement la solution pour assurer une homogénéisation complète.
- Étiqueter les conteneurs dilués clairement avec la date, la concentration, et tout risque associé.



Figure 22 Dilution du lixiviat

II.4.3. Analyse des métaux lourds :

L'analyse de métaux lourds est une analyse qui s'applique à la surveillance des niveaux de pollution dans l'eau, à l'identification des sources de pollution et à la caractérisation du comportement des métaux sous certaines conditions [2].

A. Appareillage:

- Spectromètre d'absorption atomique PERKIN ELMER PinA Aclé 900H

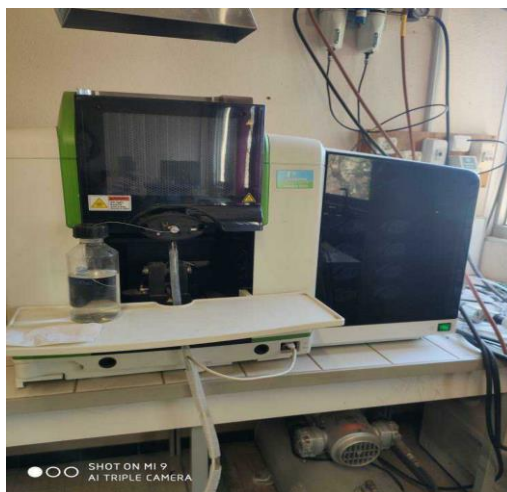


Figure 23 Spectromètre d'absorption atomique

B. Réactifs:

- Solutions étalons (Cu, Cr, Fe, Ni, Co)
- Effluent à analyser : lixiviat 100 fois diluée (Brute, traité)

II.4.4. Traitement du lixiviat :

II.4.4.1. Traitement physico-chimique :

a) Préparation des réactifs:

Pendant cette étude, nous avons utilisé par nécessité plusieurs réactifs chimiques tels que mentionnés dans le tableau ci-dessous (Tableau 1). Les composés modèles sont principalement des réactifs pour différentes applications.

L'eau distillée qui sert à la préparation des solutions et le rinçage de la verrerie, ainsi que pour faire la dilution admet une valeur de : pH = 6,0 et une conductivité électrique qui vaut : 6,0 μ S/cm.

Tableau 4 Les caractéristiques des réactifs et matériaux utilisées en traitement du lixiviat [3].

Produit (s)	Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Pureté (%)	Utilisations
Coagulant monovalent hydroxyde de sodium	NaOH	39.997	98.8%	Pour ajuster et contrôler le PH
Coagulant Trivalent Perchlorate ferrique hydraté	Fe(ClO ₄) ₃ .H ₂ O	354.19	99%	Applications en tant que réactif et catalyseur disponible pour les synthèses organique
Coagulant trivalent Chlorure ferrique	FeCl ₃			
Coagulant trivalent Sulfate D'aluminium	Al(SO ₄) ₃	133.3405	98.5%	Dans les réactions de polymérisation et d'isomérisation
Floculant	Polymère	/	/	/

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Argile de Sebiaate (Ain Temouchent)	Kaolin + Bentonite	/	/	Adsorption
Charbon actif	Grain	12.01	100%	Traitement d'affinage des eaux. Pour traitement physico- chimique Pour adsorption

b) Coagulation-floculation :

Coagulation est un terme latin qui signifie "agglomérer". La présence de particules de très faible diamètre (les colloïdes) est responsable de la couleur et de la turbidité d'une eau de surface. Ils ne peuvent être éliminés par simple décantation.

Effectivement, leur taux de sédimentation est très bas. Il peut prendre plusieurs années pour parcourir 1 mètre en chute libre.

Ensuite, les particules instables sont floculées. Le déplacement des solides en suspension et des particules colloïdales d'une solution est facilité par cette technique.

Cette technique est généralement abordée en ajustant le pH et en ajoutant des sels de fer ferrique/aluminium comme coagulant afin de surmonter les forces répulsives entre les particules [4].

C. Appareillage:

- Jar test (6 postes)

D. Réactifs:

- Hydroxide de sodium $NaOH$ (saturée, $10^{-3}M$, $10^{-4}M$)
- Perchlorate ferrique hydraté $Fe(ClO_4)_3 \cdot H_2O$ (0,5M, 0,1M, 0,01M)
- Chlorure ferrique $FeCl_3$ (0,1M, 0,01M, 0,02M)
- Sulfate d'aluminium $Al(SO_4)_3$ (0,1M, 0,01M, 0,02M, 0,001M)
- Floculent (polymère)
- Effluent traité : lixiviat

E. Mode opératoire :

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Pour effectuer la coagulation, d'abord il faut préparer les solutions mère des trois coagulants :

- Préparer trois concentrations différentes pour chaque coagulant
- Calculer la masse de ce dernier à partir de sa concentration et sa masse molaire
- A l'aide d'une balance analytique mesurer la masse du coagulant puis prendre un entonnoir et verser cette masse dans une fiole jaugée de 100ml et compléter le volume avec de l'eau distillée jusqu'au traits de jauge. Répéter cette opération pour les concentrations restantes.
- Et après la préparation des réactifs, verser dans chaque Bécher de 500ml de la solution Lixiviat diluée (deux fois, dix fois, cent fois) et 100ml de la solution de chaque coagulant $NaOH$, $Fe(ClO_4)_3 \cdot H_2O$, $FeCl_3$, $Al(SO_4)_3$ a différentes concentrations.
- Laisser agiter pendant 30 minutes a 40Km/H (coagulation : mécanisme rapide).
- Une fois le temps du la coagulation terminé, ajouter quelque goutte du flocculant (polymère) à l'aide d'une pipette et continuer l'agitation pendant deux heures (floculation : mécanisme lent).

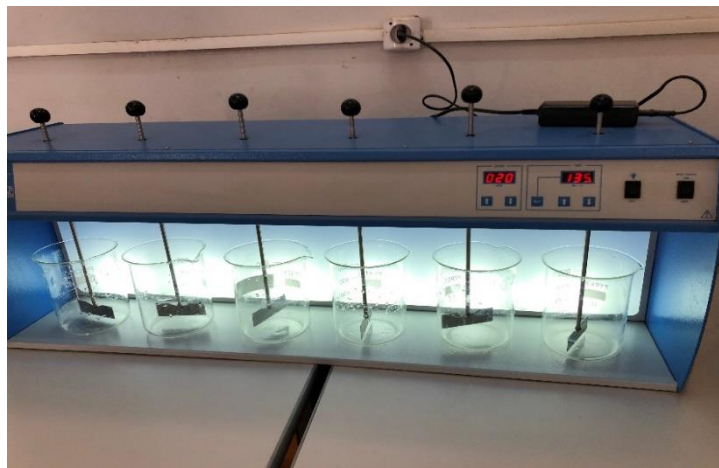


Figure 24 Jar test

c) Filtration:

- **Filtre à sable:**

Dans une burette de hauteur de 15 cm et un diamètre de 3 cm, contenant une couche de sable fin de 8cm. Le Lixiviat traverse ces couches avec un très faible débit (4ml/min) [5].

- **Charbon actif:**

Dans le cas du charbon actif, on suit le même principe seulement on remplace la couche du sable par le charbon actif (grain) ayant la même hauteur de 8cm [6].



Figure 25 Filtration sur sable et charbon actif

- d) **Adsorption:**

L'adsorption est largement utilisée pour la séparation et la purification des liquides et des gaz dans plusieurs domaines comme les industries pétrolières, pétrochimiques et chimiques, les applications environnementales et pharmaceutiques. Malgré les récentes recherches dans le domaine des traitements des eaux usées, l'adsorption reste toujours une procédure utilisable et avec des bons résultats pour l'élimination des substances organiques toxiques comme les colorants des eaux usées.

Dans le domaine de traitement des eaux usées, l'adsorption consiste à extraire de l'eau, les polluants résiduels solubles en utilisant les propriétés adsorbantes des matériaux argileux (argile ou argile modifiée) ou d'autres matériaux comme les charbons actifs [6].

- **Adsorbents:**

- ✓ **Charbon actif** : L'adsorption sur charbon actif est très efficace en ce qui concerne la diminution de la couleur et de la turbidité.

- ✓ **Bentonite** : Le mot « Bentonite », dérivé du nom Fort Benton dans le Wyoming (USA) où en 1888 fut découverte une nouvelle variété d'argile, il s'agit d'une appellation technique, donnée pour toute argile ayant comme composant principal la montmorillonite. La montmorillonite caractérise les milieux sédimentaires relativement riches en bases ; particulièrement en Mg et PH légèrement ou nettement alcalin.
- ✓ **Kaolin** : Kaolin naturel (K08) a montré une bonne affinité vis-à-vis de tous les polluants avec des capacités d'adsorption remarquables, cette capacité a considérablement évolué par la modification. Le kaolin modifié (KS) s'avère le meilleur adsorbant pour ces types de polluants (métaux lourds et colorants synthétiques)

- **Conditions opératoires :**

Pour chaque expérience d'adsorption, le protocole se déroule comme suit : une masse connue 5g de matériau sont mélangés avec 300 ml de solution de lixiviat brute à pH = 4,83 et à la concentration désirée sous une agitation constante de 600 tr/min-1E pendant 24h.

La fluctuation de températures ambiant à $T = 25^{\circ}\text{C}$, dans l'équilibre est atteint au bout de 20 minutes. Par la suite, le mélange la phase solide et la phase liquide sont séparés.

II.4.3.2. Analyses physico-chimiques :

a) Le potentiel Hydrogène:

On plonge la sonde dans la solution traitée lixiviat dilue après coagulation et floculation et on lit le pH (on fera attention à ce que l'agitateur magnétique ne touche pas les électrodes, fragiles). Si on effectue une mesure en continu, on laissera la sonde dans la solution lixiviat après traitement, si on change de solution, on rincera et on essuiera la sonde tout en mettant l'appareil en position repos [7].



Figure 26 Ph mètre

b) La conductivité:

La conductance se traduit par la capacité d'une solution à faire passer le courant électrique.

Dans notre travail on s'intéresse à effectuer une mesure aux bornes d'une cellule plongeant dans la solution lixiviée après traitement (coagulation et floculation). Les cellules sont en général formées de deux plaques conductrices parallèles de section, séparées par une distance l [8].



Figure 27 Conductimètre

c) La turbidité:

La turbidité est un paramètre de l'eau qui est très utilisé et représentatif de la qualité de celle-ci. Elle exprime, de façon claire et rapide, la concentration en matière en suspension et de quelques autres types de contaminants précis présents dans un échantillon d'eau. De façon générale, on dit d'une eau qu'elle est turbide lorsque la quantité de contaminants (MES et autres) est élevée et que leur présence affecte la netteté et la transparence de l'eau [9].



Figure 28 Turbidimètre

d) La demande chimique en oxygène (DCO) :

La matière oxydable contenue dans un échantillon est oxydée par chauffage à reflux en milieu fortement acide avec du bichromate de potassium dans une éprouvette fermée. La matière oxydable dans l'échantillon qui réagit avec le bichromate de potassium provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène [10].

Matériel :

- Spectrophotomètre
- Bloc chauffant à une température de $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tubes de DCO avec réactifs de digestion et sulfate de mercure achetés commercialement dont la gamme de concentrations se situe entre 20 et 1500 mg/l



Figure 29 DCO mètre

e) La demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La mesure de la DBO consiste en un test qui mesure la quantité d'oxygène consommée par les bactéries qui oxyde la matière organique contenue dans un échantillon d'eau, la pression dans les bouteilles des échantillons est contrôlée. Les bactéries présentes dans un échantillon utilisent de l'oxygène quand elles consomment la matière organique [10].

Matériels :

- DBO
- Incubateur



Figure 30 DBO₅

Mode opératoire :

- Sélectionner le volume correct de l'échantillon pour la plage de DBO. Mesurer l'échantillon dans une éprouvette graduée
- Ajouter la quantité nécessaire de l'inhibiteur de nitrification
- Verser le contenu de l'éprouvette graduée dans une bouteille DBO
- Placer un agitateur dans la bouteille

Chapitre II : Matériels et Méthodes

- Placer une capsule d'étanchéité dans le goulot de la bouteille
- Ajouter des pastilles d'hydroxyde de sodium a la coupelle d'étanchéité
- Mettre les bouteilles sur le châssis du DBO. Connecter le tube adaptable à la bouteille de l'échantillon et serrer le bouchon.
- Mettre l'appareil (l'ensemble) dans l'incubateur. La température de l'incubateur doit être de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Brancher et allumer l'appareil.
- Régler la durée de 5 jours.

f) Azote ammoniacal:

Dosage réflectométrique après réaction avec le réactif de Nessler ou par la méthode du bleu d'indophénol [10].

Protocole :

- Entrer le numéro du programme 380 (à une longueur d'onde de 425 nm)
- Pour l'effluent entrée en fait la dilution (1ml dans 25 ml distillée)
- Ajouter 3 gouttes de PVA+03 gouttes de MS +01 ml Nessler dans chaque flacon (le blanc, l'échantillon)
- Presser le shift timer, une période de réaction de 1nm commence ;
- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot, presser0 en suite placer l'échantillon préparé
- Le résultat en mg/L s'affiche (en multipliant le résultat par 1,29)



Figure 31 Les réactifs de NH_4^+

Chapitre III :

Résultats &

Discussions

III.1. Résultats et discussion :

III.1.1. Analyses organoleptique :

- **Couleur:**

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

- **Odeur:**

Le lixiviat du site dégage une odeur nauséabonde, très prononcée.

III.1.2. Caractérisation du lixiviat brute :

Tableau 5 Caractérisation du lixiviat de C.E.T de Tlemcen au niveau du bassin 2

Paramètre à analyser	Résultat	Norme algérienne
Odeur	Nauséabonde	/
Couleur	Noir	/
pH	8,57	6,5 et 8,5
Température	17°C	≤30
Conductivité	1860 µS/cm	/
Turbidité	37,8 FTU	/
MES	38,92 mg/L	35
NH ₄ ⁺	836 mg/L	/
DCO	13200 mg/L	1000
DBO ₅	2550mg/L	500
Biodégradabilité	5,17	/
DBO ₅ / DCO	0,03	/
Cu	0,03 mg/L	1
Co	0,001 mg/L	2
Cd	0,041 mg/L	0,1
Fe	1,452 mg/L	1
Ni	0,015	2

D'après les valeurs obtenues (pH, DCO, DBO₅ et le rapport DBO₅/DCO ainsi que la biodégradabilité) on constate que le lixiviat du CET Tlemcen est un lixiviat stabilisé et non biodégradable.

III.1.3. Traitement du lixiviat :

III.1.3.1. Coagulant : NaOH

L'ajout du coagulant NaOH (10^{-3}M , 10^{-4}M) au lixiviat 10 fois dilué regroupe les particules colloïdales et se décantent en éclaircissant la solution de base.



Figure 32 Résultat du traitement par le coagulant NaOH

- pH:
 - ✓ Après coagulation-floculation:

Tableau 6 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)

	Brute	NaOH Saturée	NaOH (10^{-3}M)	NaOH (10^{-4}M)
Lixiviat 2 fois diluée	8,58	13,7	9,1	9
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	13,89	9,36	9,71
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	12,24	13,62	11,01

Chapitre III : Résultats et Discussions

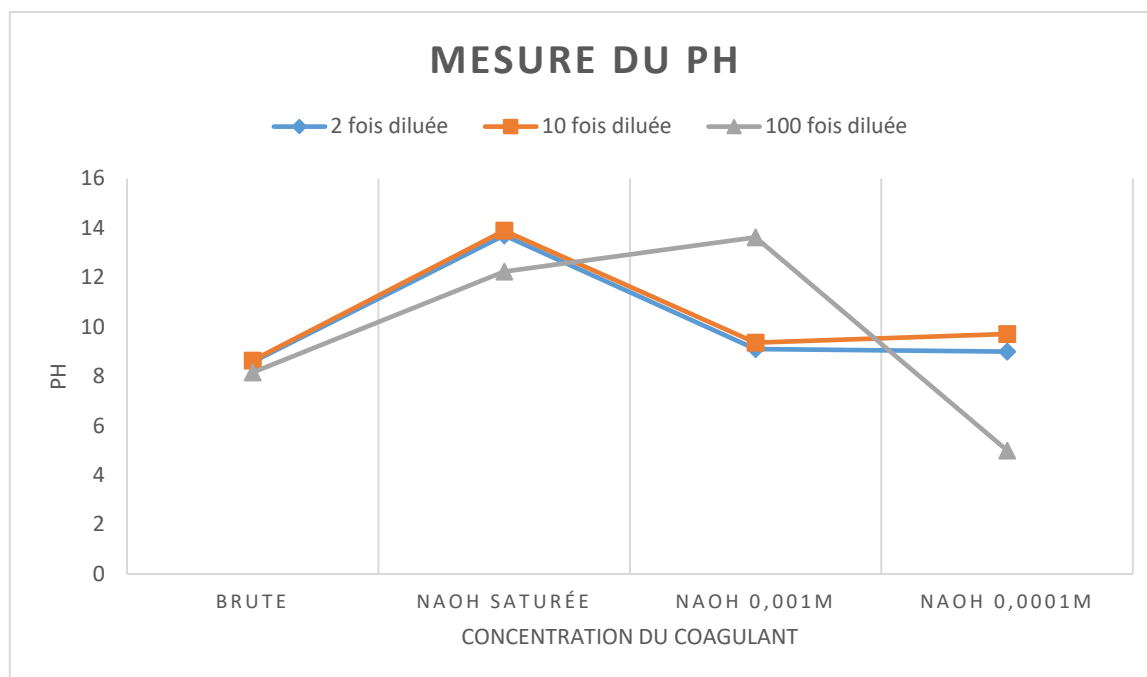


Figure 33 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)

✓ Après filtration:

Tableau 7 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

	Brute	NaOH Saturée	NaOH ($10^{-3}M$)	NaOH ($10^{-4}M$)
Lixiviat 2 fois diluée	8,58	4,64	4,64	4,66
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	9,57	9,4	9,4
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	7,94	8	8,8

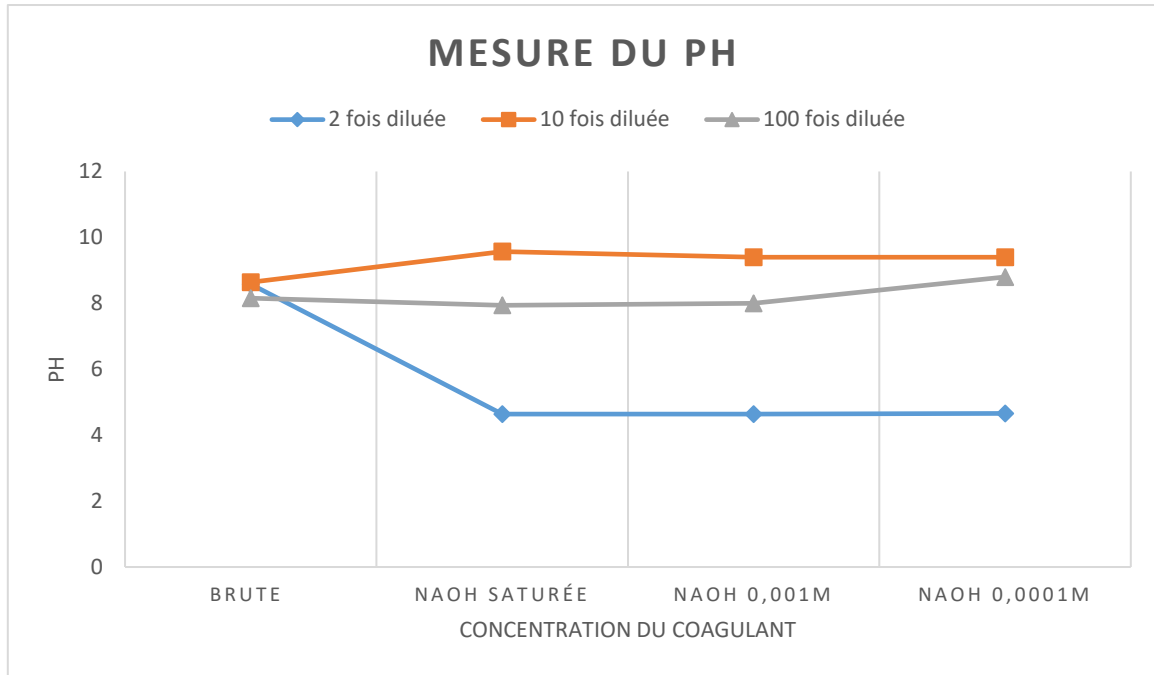


Figure 34 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

- **La conductivité:**

- ✓ **Après coagulation flocculation:**

Tableau 8 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-flocculation)

	Brute	NaOH Saturée	NaOH (10^{-3}M)	NaOH (10^{-6}M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	/	5040	5280
Lixiviat 10 fois diluée	2450	/	1580	1530
Lixiviat 100 fois diluée	326	/	930	725

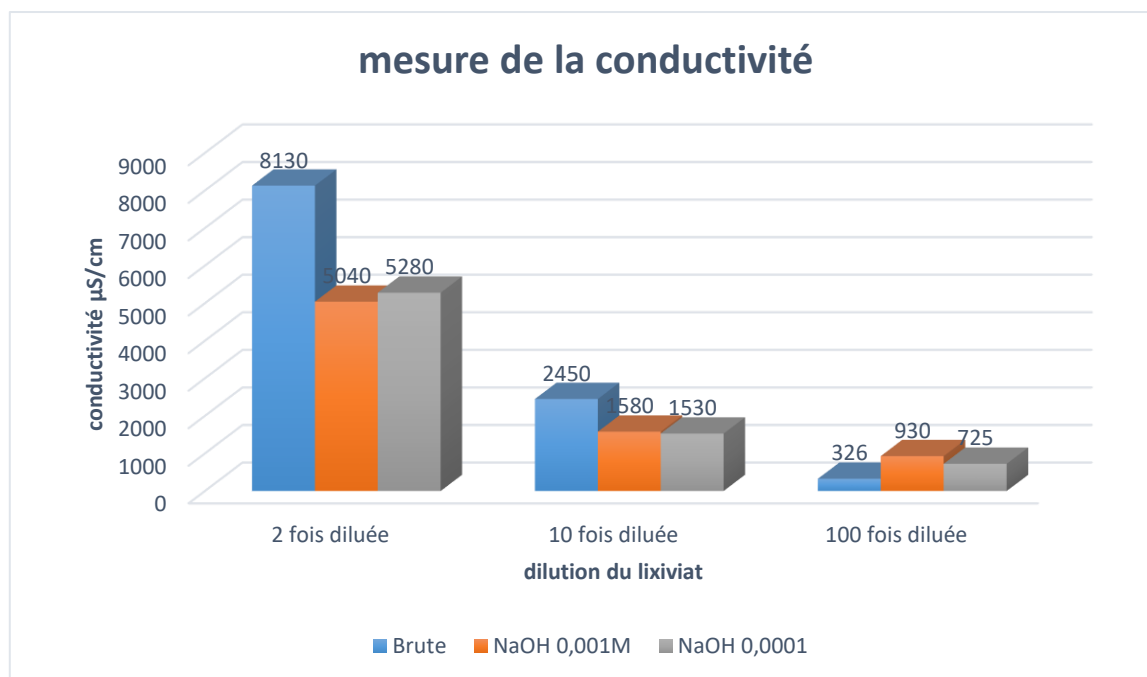


Figure 35 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après coagulation-floculation)

✓ **Après filtration:**

Tableau 9 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

	Brute	NaOH Saturée	NaOH (10^{-3}M)	NaOH (10^{-4}M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	13	11	10,2
Lixiviat 10 fois diluée	2450	465	434	2
Lixiviat 100 fois diluée	326	4	3	3,5

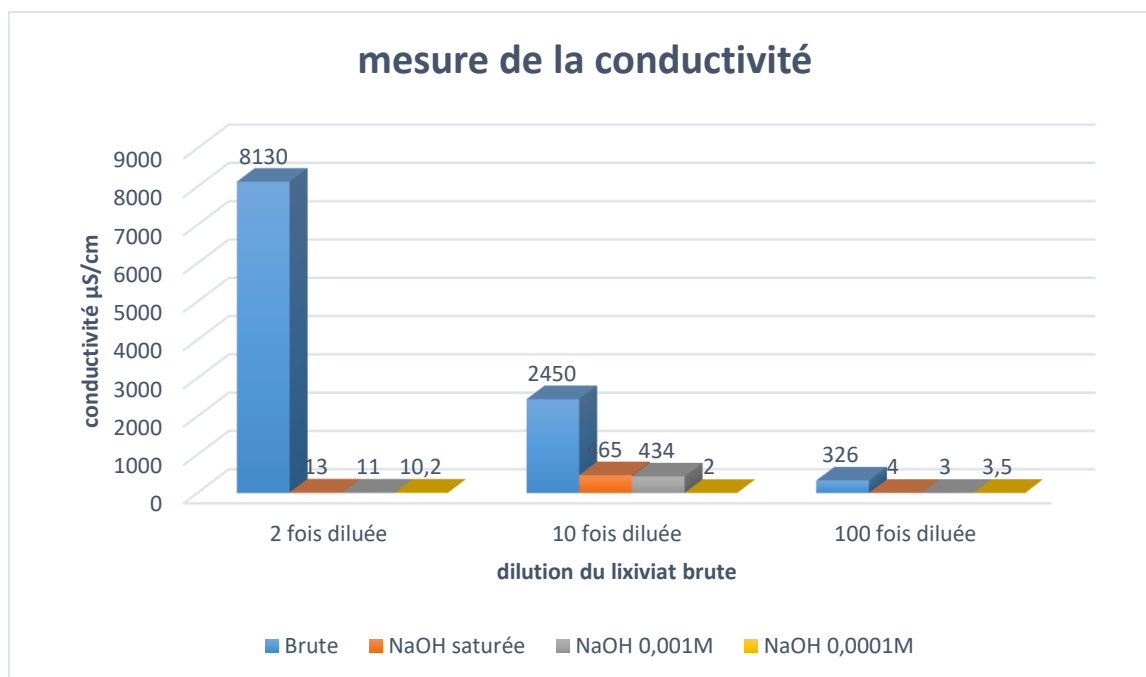


Figure 36 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

- **La turbidité:**

- ✓ **Après filtration:**

Tableau 10 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

	Brute	NaOH Saturée	NaOH (10^{-3}M)	NaOH (10^{-4}M)
Lixiviat 2 fois diluée	18	434	430	317
Lixiviat 10 fois diluée	8,10	55	9,58	4,33
Lixiviat 100 fois diluée	1,61	20,20	/	2,13

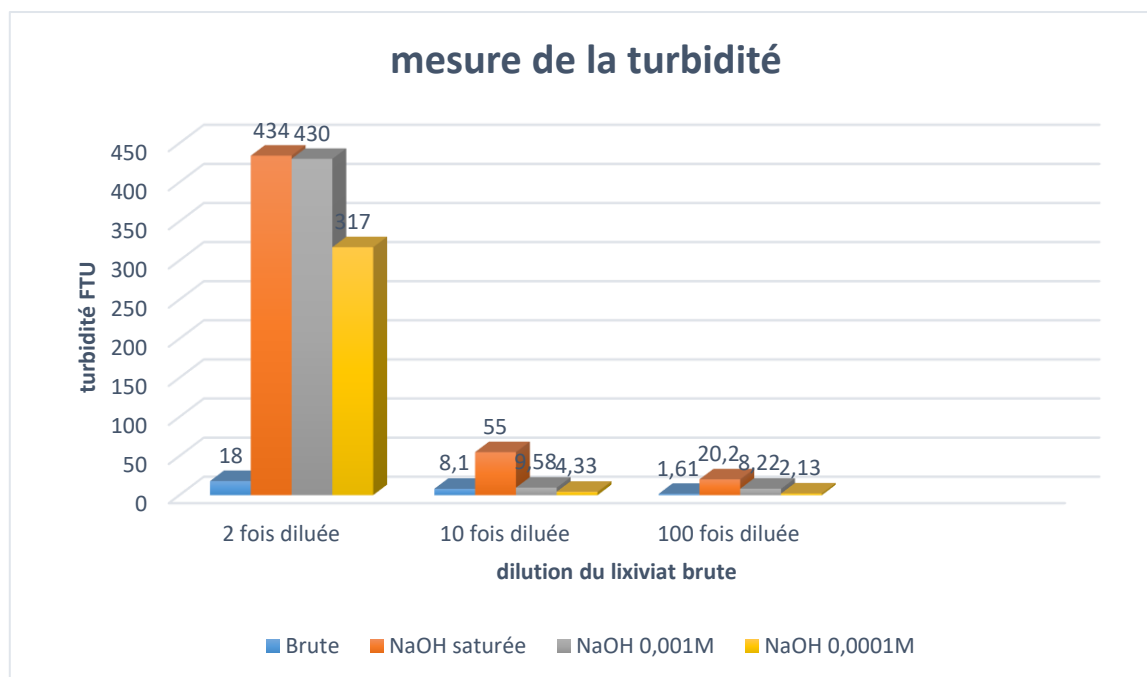


Figure 37 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant NaOH (après filtration)

- **DCO:**

Tableau 11 Valeurs de la demande chimique en oxygène du lixiviat brute et traité par le coagulant NaOH

	Brute	NaOH (10⁻³M)	NaOH (10⁻⁴M)
Lixiviat 100 fois diluée	65	959	413

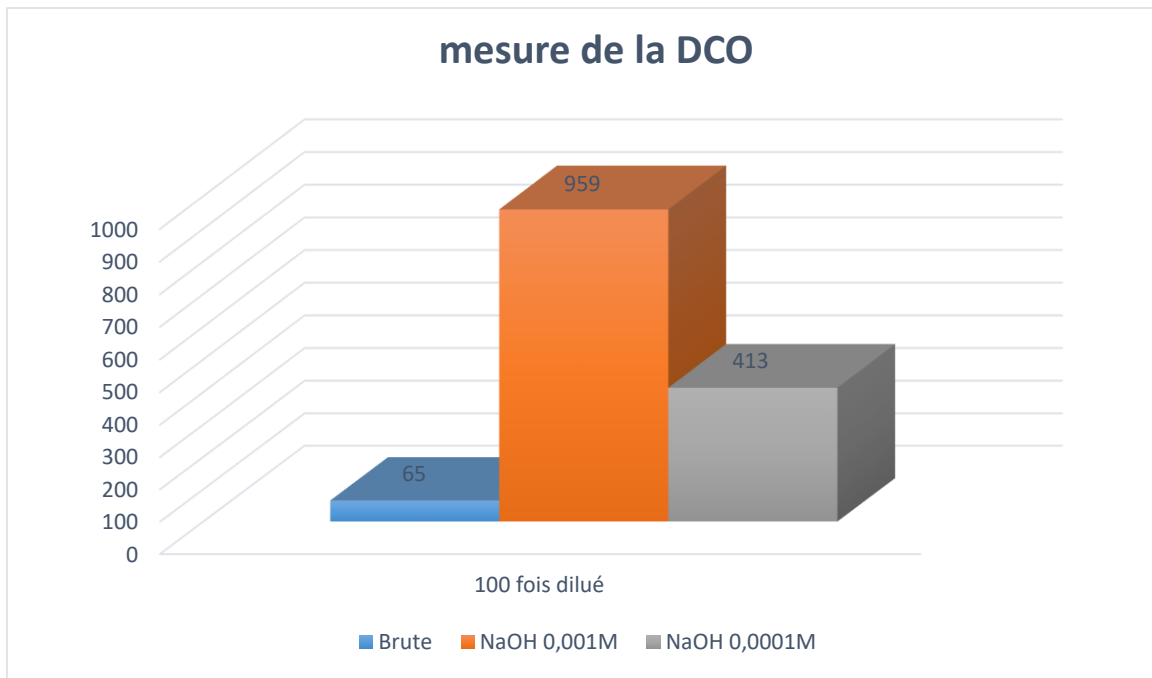


Figure 38 Pictogramme de la demande chimique en oxygène du lixiviat brute et traité par le coagulant NaOH

Pour les valeurs physico-chimiques du traitement (pH, conductivité, turbidité) avec le NaOH après coagulation-floculation et filtration sur sable-charbon actif on suggère qu'une dilution de 10 fois et plus, et une concentration inférieure à 10^{-3} M est efficace pour réduire ces paramètres, par contre pour la DCO la concentration 10^{-4} a diminué d'une manière significative cette valeur qui est de 413 mg/L qui reste toujours supérieure aux normes préconisées.

III.1.3.2. Coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$

L'ajout du coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ 0,1M au lixiviat 2 fois diluée regroupe les particules colloïdales et se décantent en éclaircissant la solution de base.

La concentration du coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ à 0,5M provoque une réaction au lixiviat 2 fois diluée avec formation d'une mousse.



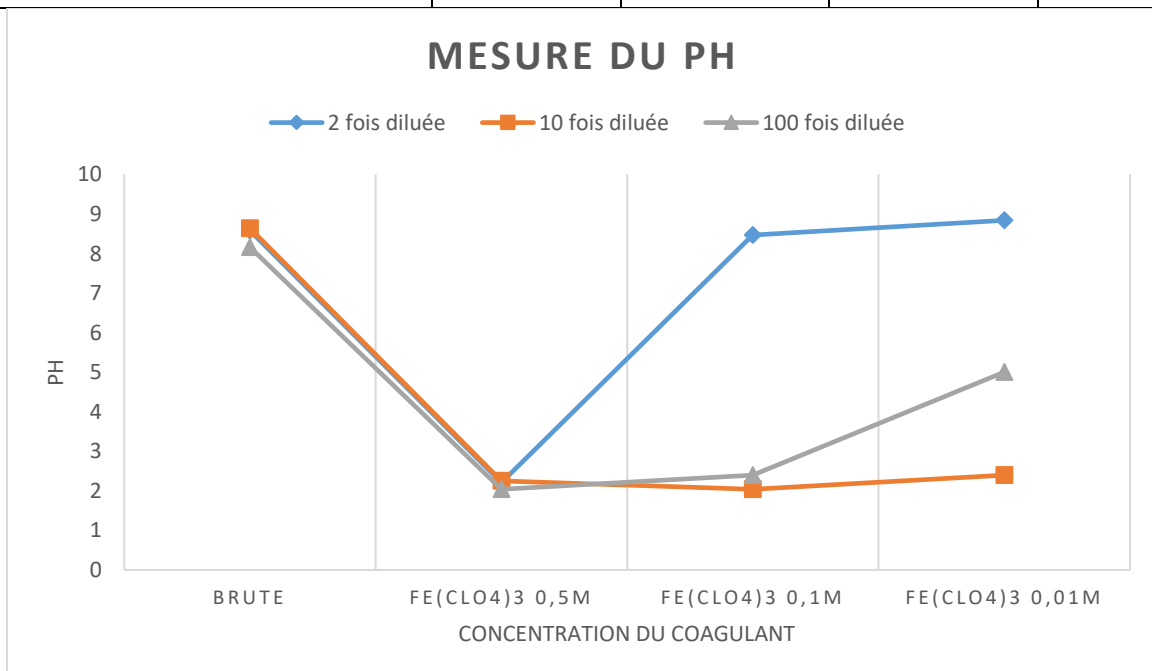
Figure 39 Résultat du traitement par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$

- pH:

- ✓ Après coagulation-floculation:

Tableau 12 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après coagulation-floculation)

	Brute	$Fe(ClO_4)_3$ (0,5M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,1M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,01M)
Lixiviat 2 fois diluée	8,58	2,21	8,47	8,84
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	2,25	2,53	8,12
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	2,04	2,4	3,27



Chapitre III : Résultats et Discussions

Figure 40 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après coagulation-floculation)

✓ **Après filtration:**

Tableau 13 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après filtration)

	Brute	$Fe(ClO_4)_3$ (0,5M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,1M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,01M)
Lixiviat 2 fois diluée	8,58	6,83	6,70	6,74
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	2,7	2,6	6,2
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	8,96	2,95	9,9

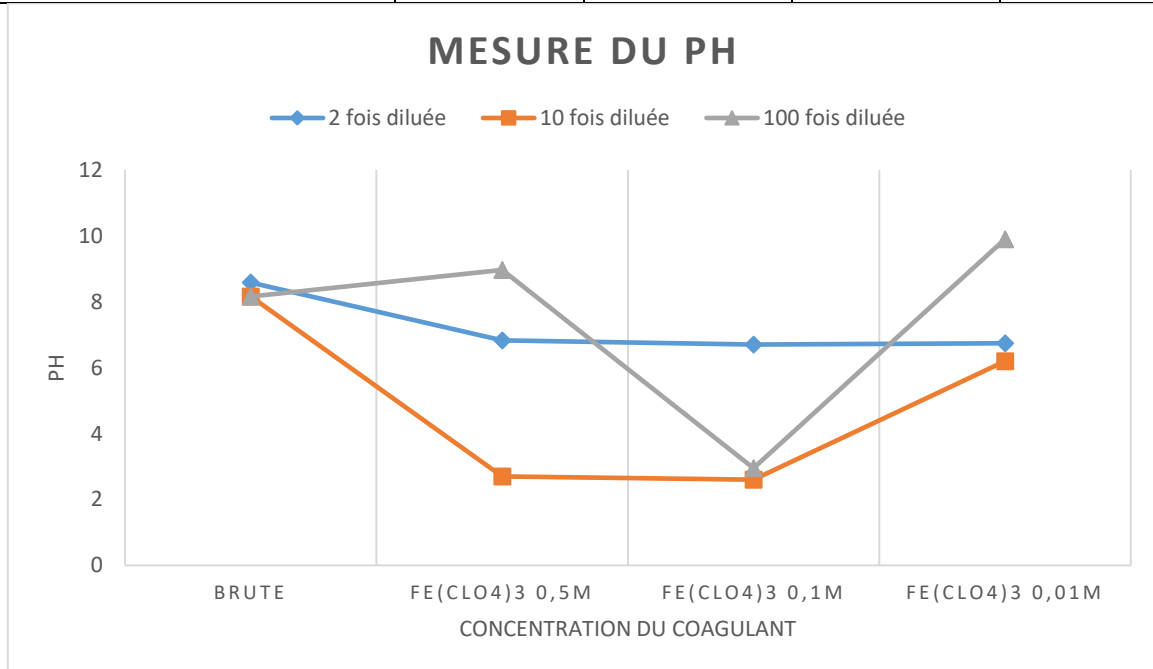


Figure 41 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après filtration)

- **La conductivité:**

✓ **Après coagulation-floculation:**

Tableau 14 Valeurs de la conductivité ($\mu S/cm$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après coagulation-floculation)

	Brute	$Fe(ClO_4)_3$ (0,5M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,1M)	$Fe(ClO_4)_3$ (0,01M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	16300	7300	6580

Chapitre III : Résultats et Discussions

Lixiviat 10 fois diluée	2450	14090	4310	1730
Lixiviat 100 fois diluée	326	9660	3230	1060

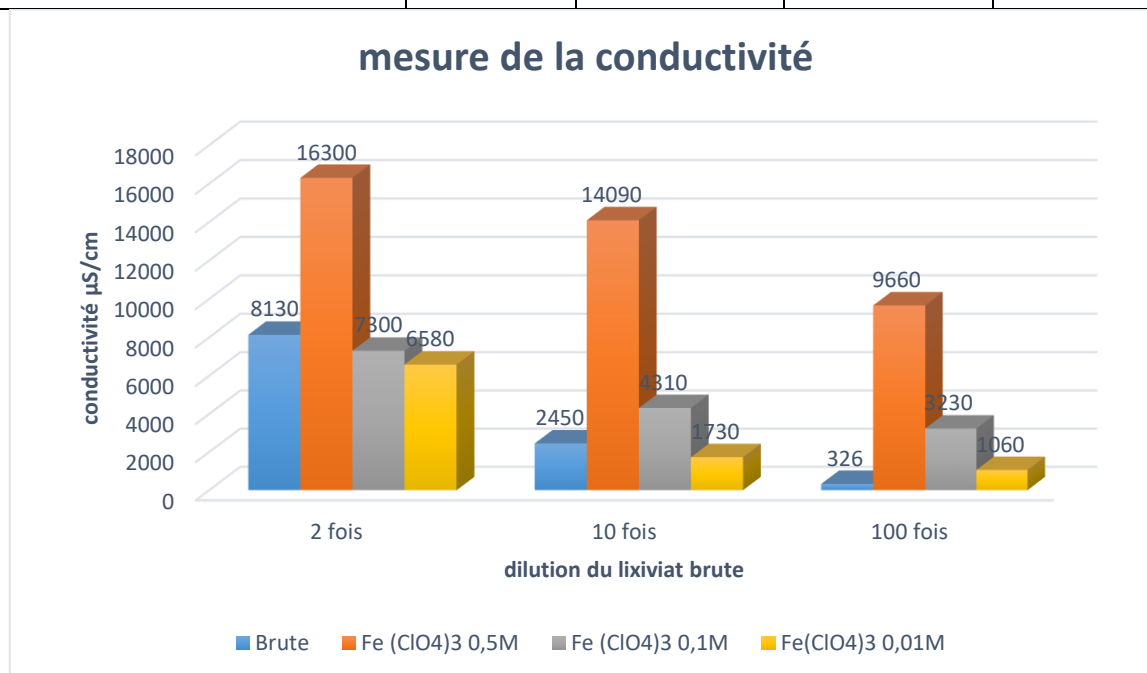


Figure 42 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)

✓ **Après filtration:**

Tableau 15 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)

	Brute	Fe (ClO₄)₃ (0,5M)	Fe (ClO₄)₃ (0,1M)	Fe (ClO₄)₃ (0,01M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	192	162	180
Lixiviat 10 fois diluée	2450	4,2	3,7	2,2
Lixiviat 100 fois diluée	326	7,1	3	2,3

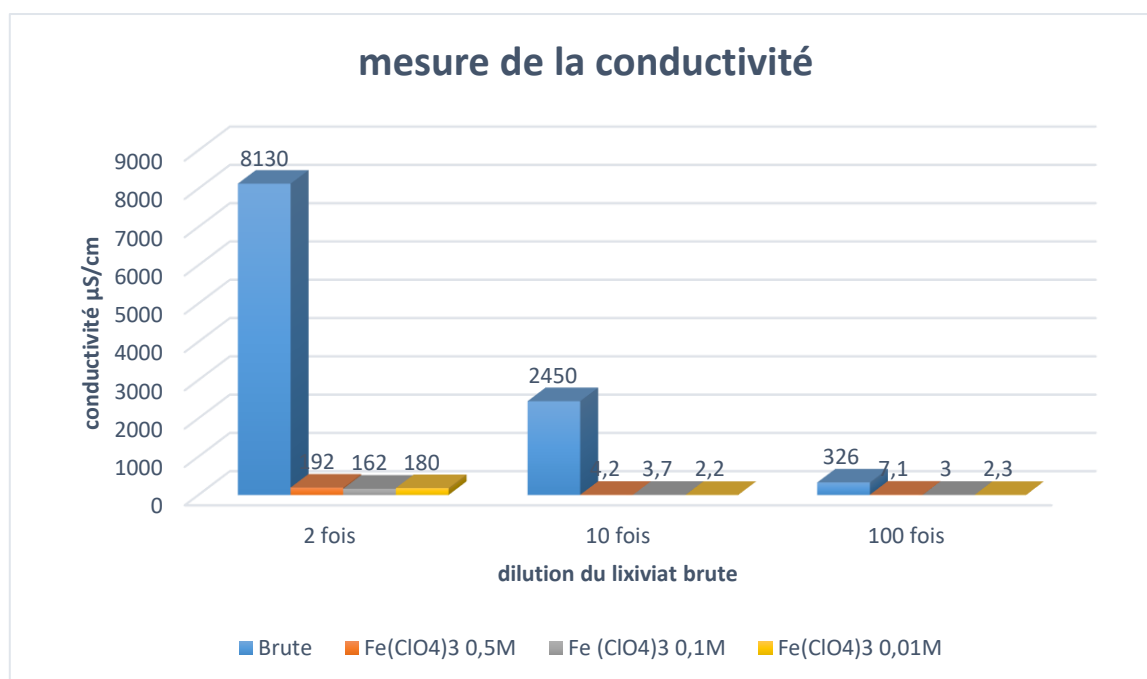


Figure 43 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)

- **Turbidité:**

- ✓ **Après filtration:**

Tableau 16 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)

	Brute	Fe (ClO₄)₃ (0,5M)	Fe (ClO₄)₃ (0,1M)	Fe (ClO₄)₃ (0,01M)
Lixiviat 2 fois diluée	18	38,75	25,64	127
Lixiviat 10 fois diluée	8,10	0,93	169	11,86
Lixiviat 100 fois diluée	1,61	57	207	90

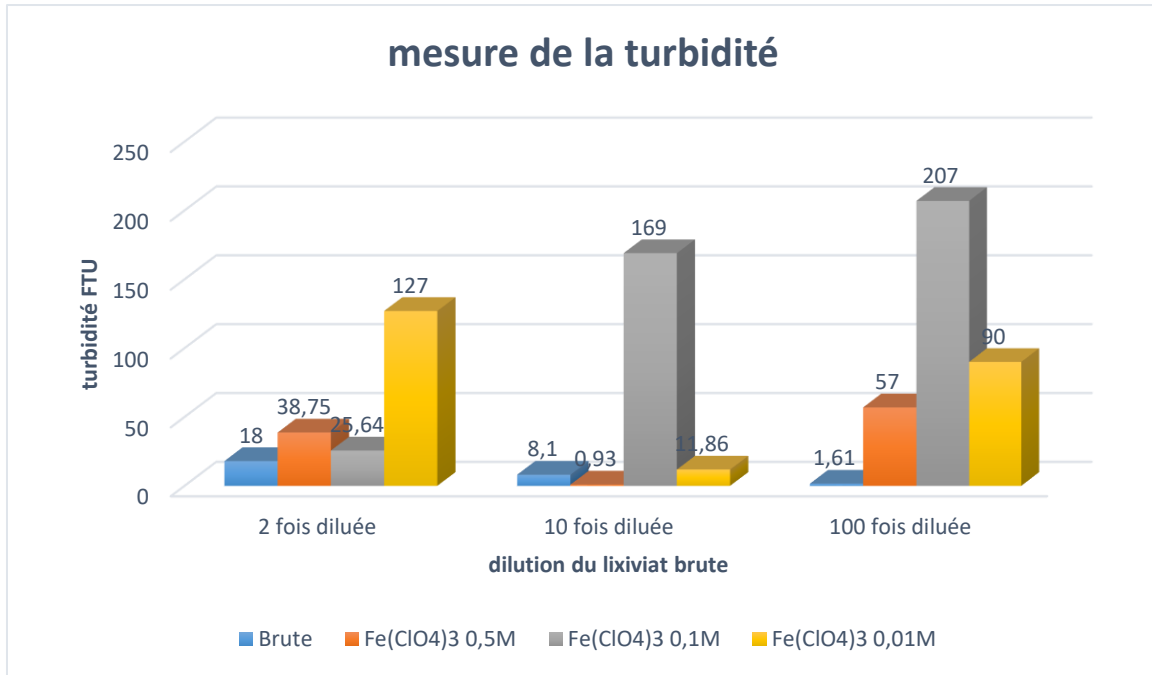
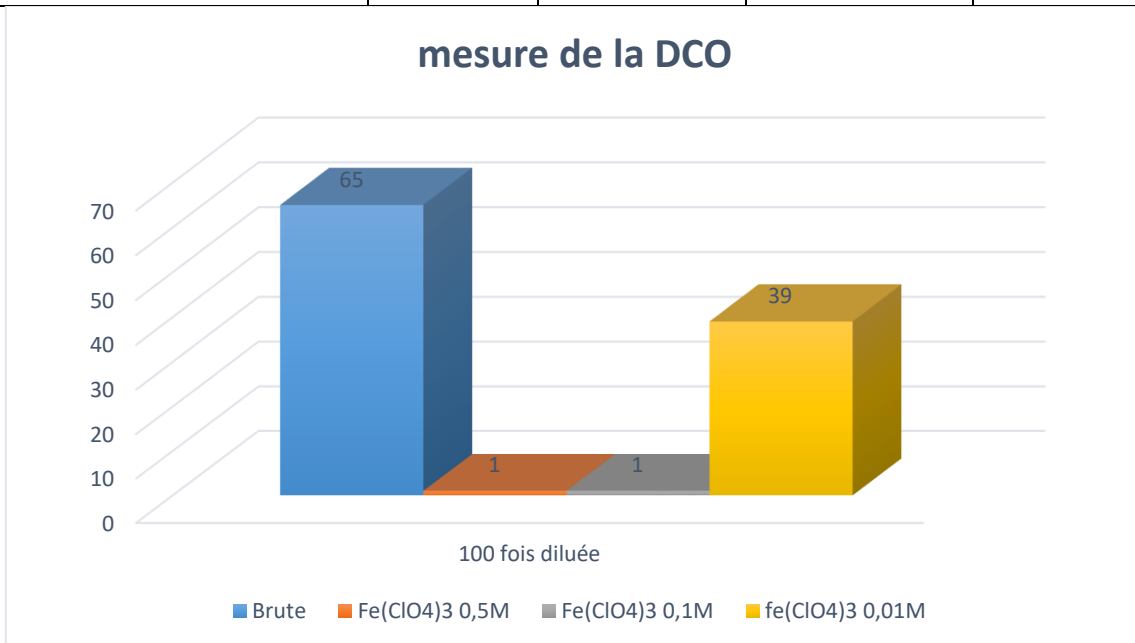


Figure 44 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$ (après filtration)

- **DCO:**

Tableau 17 Valeurs de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$

	Brute	Fe (ClO ₄) ₃ (0,5M)	Fe (ClO ₄) ₃ (0,1M)	Fe (ClO ₄) ₃ (0,01M)
Lixiviat 100 fois diluée	65	1	1	39



Chapitre III : Résultats et Discussions

Figure 45 Pictogramme de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat brute et traité par le coagulant $Fe(ClO_4)_3$

Pour les valeurs physico-chimiques du traitement (pH, conductivité, turbidité) avec le $Fe(ClO_4)_3$ après coagulation-floculation et filtration sur sable-charbon actif on suggère qu'une dilution de 2 fois et plus, et une concentration inférieure à 0,1M est efficace pour réduire ces paramètres, par contre pour la DCO les trois concentrations (0,5/ 0,1 et 0,01M) ont diminué cette valeur qui est de 1 mg/L et sont conformes aux normes préconisées.

III.1.3.3. Coagulant $FeCl_3$:

L'ajout du coagulant $FeCl_3$ à différentes concentrations au lixiviat 10 fois et 100 fois diluée change la couleur de la solution de base (marron jaunâtre).



Figure 46 Résultat du traitement du lixiviat par le coagulant $FeCl_3$

- **pH:**
 - ✓ **Après filtration:**

Tableau 18 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $FeCl_3$ (après coagulation-floculation)

	Brute	$FeCl_3$ (0,1M)	$FeCl_3$ (0,01M)	$FeCl_3$ (0,02M)
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	1,78	7,12	1,45
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	1,50	2,45	1,68

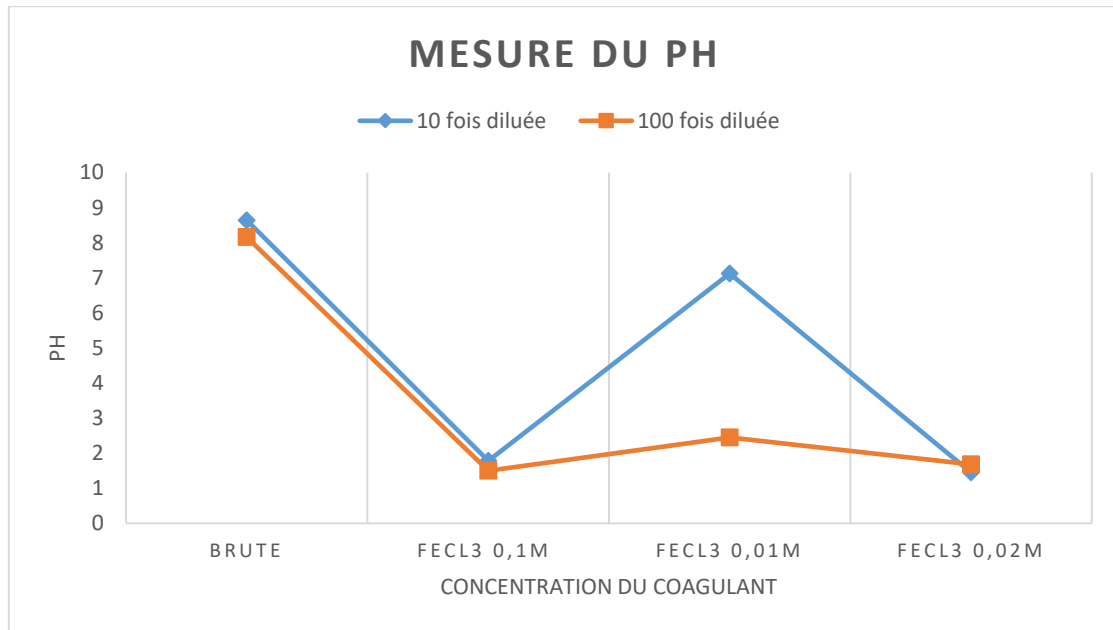


Figure 47 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $FeCl_3$ (après filtration)

- **Conductivité:**

- ✓ **Après filtration:**

Tableau 19 Valeurs de la conductivité ($\mu S/cm$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $FeCl_3$ (après coagulation-floculation)

	Brute	FeCl₃ (0,1M)	FeCl₃ (0,01M)	FeCl₃ (0,02M)
Lixiviat 10 fois diluée	2450	5350	2240	8340
Lixiviat 100 fois diluée	326	1848	781	4740

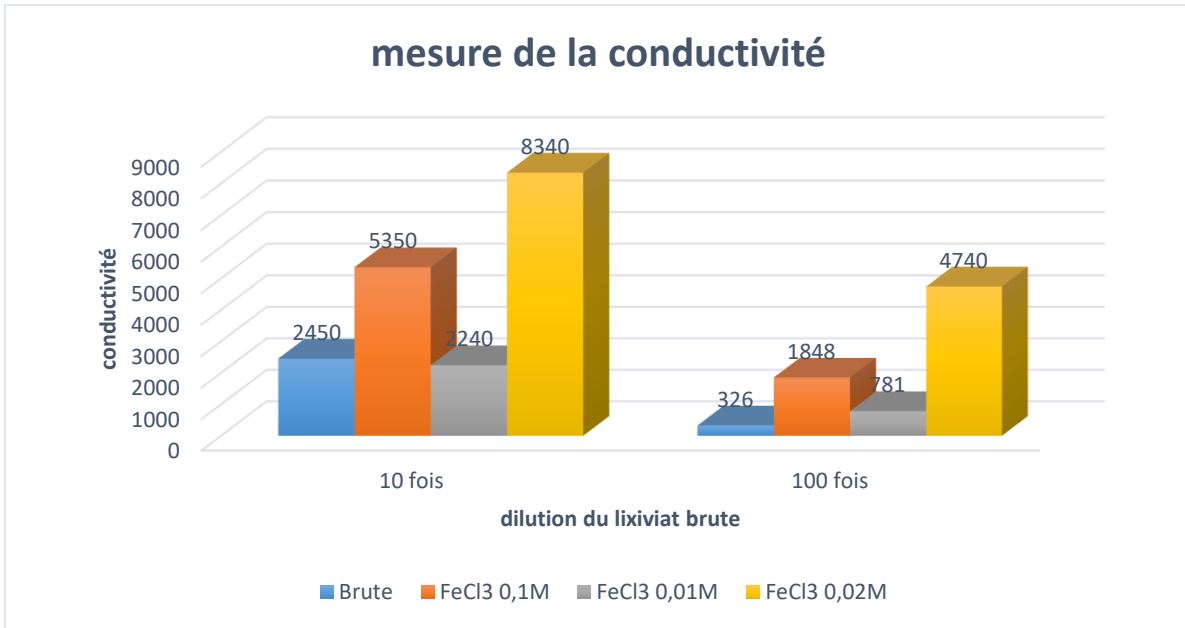


Figure 48 Pictogramme du pH du lixiviat brute et traité par le coagulant FeCl₃ (après filtration)

- **Turbidité:**

- ✓ **Après filtration:**

Tableau 20 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant FeCl₃ (après filtration)

	Brute	FeCl₃ (0,1M)	FeCl₃ (0,01M)	FeCl₃ (0,02M)
Lixiviat 10 fois diluée	8,10	33,5	82,4	/
Lixiviat 100 fois diluée	1,61	21,8	52,9	110

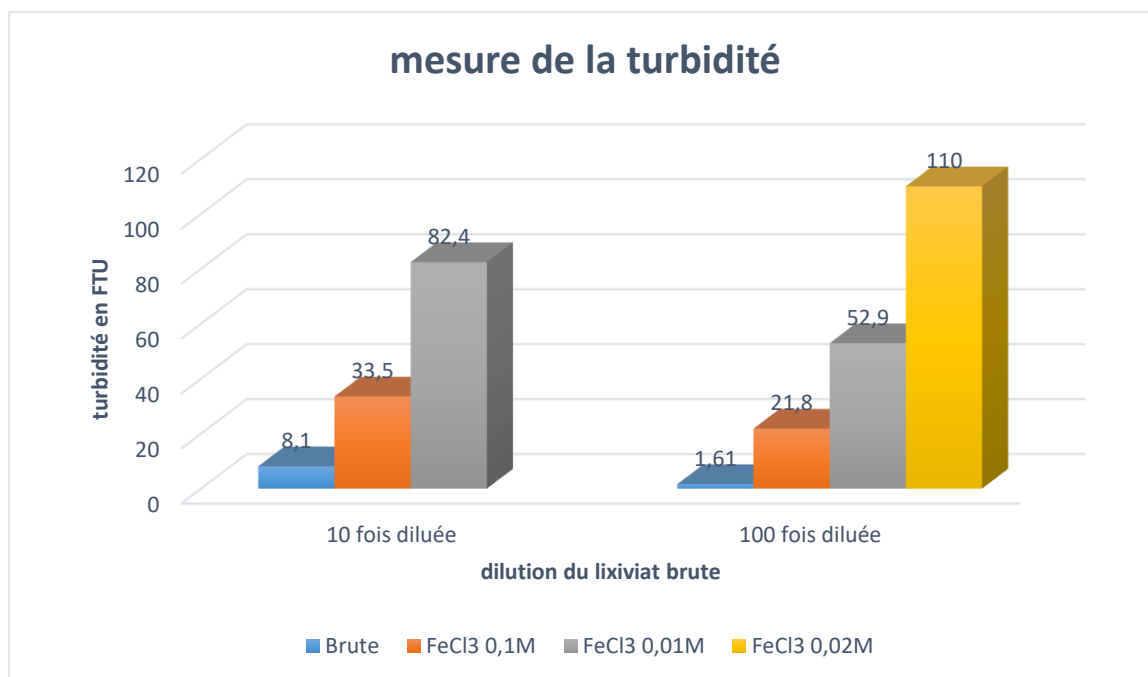


Figure 49 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $FeCl_3$ (après filtration)

- **DCO:**

Tableau 21 Valeur du DCO (mg/L) du lixiviat brute (100 fois diluée) et traité par le coagulant $FeCl_3$ (0,01M)

	Brute	FeCl₃ (0,01M)
Lixiviat 100 fois diluée	65	36

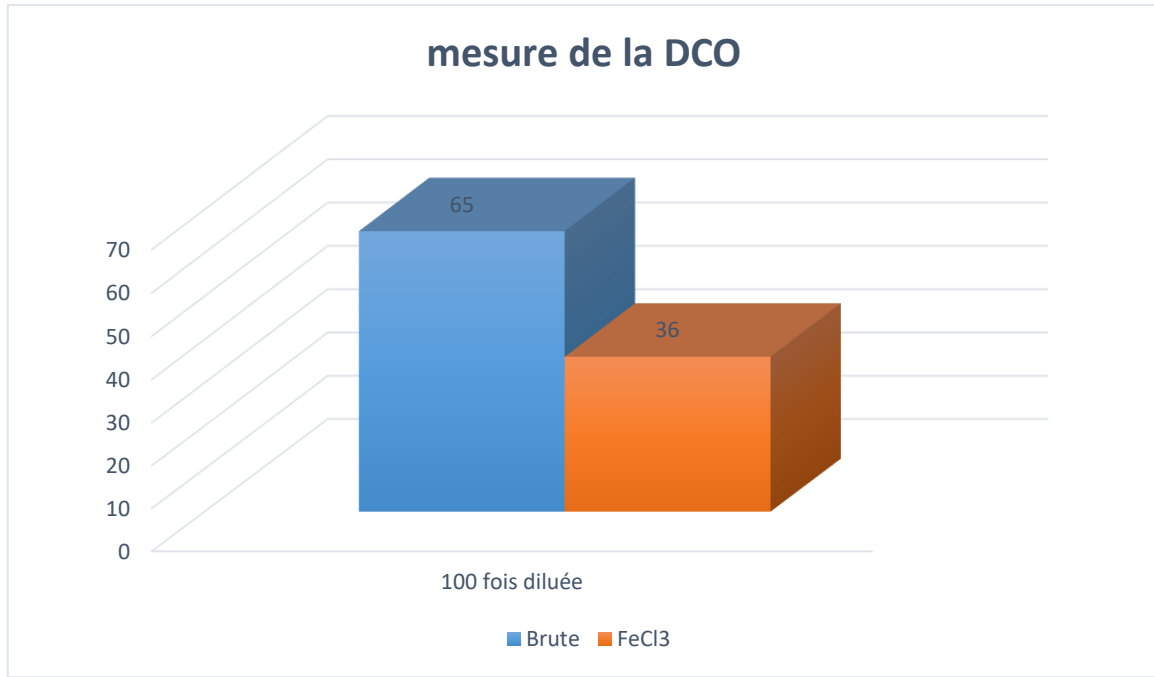


Figure 50 Pictogramme de la DCO du lixiviat 100 fois diluée et traité par le coagulant FeCl₃

- **DBO₅:**

Tableau 22 Valeur du DBO₅ (mg/L) du lixiviat brute (100 fois diluée) et traité par le coagulant FeCl₃ (0,01M)

	FeCl₃ (0,01M)
Lixiviat 100 fois diluée	≤3

- **Biodégradabilité :**

$$\frac{DCO}{DBO} = \frac{36}{3} = 12 > 5$$

Pour connaître la nature du lixiviat qui est considéré comme eau usées, le tableau III.19 présente, en fonction du rapport DCO/DBO₅, une classification des eaux et le degré de traitement biologique requis.

Tableau 23 Types de traitement des eaux usées selon le rapport DCO/DBO₅ (Wethe, 2002)

DCO/DBO ₅	Classification	Degré de traitement biologique
1,5 – 1,66	Eaux vannes	Très facile

Chapitre III : Résultats et Discussions

2,5	Eaux urbaines	Facile
2 – 3	Eaux industrielles	Facile
3 – 5	Effluents des stations d'épuration	Susceptible après adaptation
>5	-	Difficile car effluents toxiques

D'après les valeurs physico-chimiques (Ph, conductivité, turbidité) ainsi qu'une valeur très élevée de la DCO (36 mg/L) et d'après le tableau III.19 le rapport de biodégradabilité du lixiviat 100 fois dilué traité par le coagulant FeCl_3 est supérieure a 5 ce qui le classifie parmi les effluents toxiques difficile à traiter. Donc il n'est pas favorable d'utiliser le coagulant FeCl_3 pour traiter le lixiviat

III.1.3.4. Coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

L'ajout du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,1/ 0,02/ 0,01/ 0,001M) au lixiviat 2 fois, 10 fois et 100 fois diluée regroupe les particules colloïdales et se décantent et conduit à des solutions limpides.

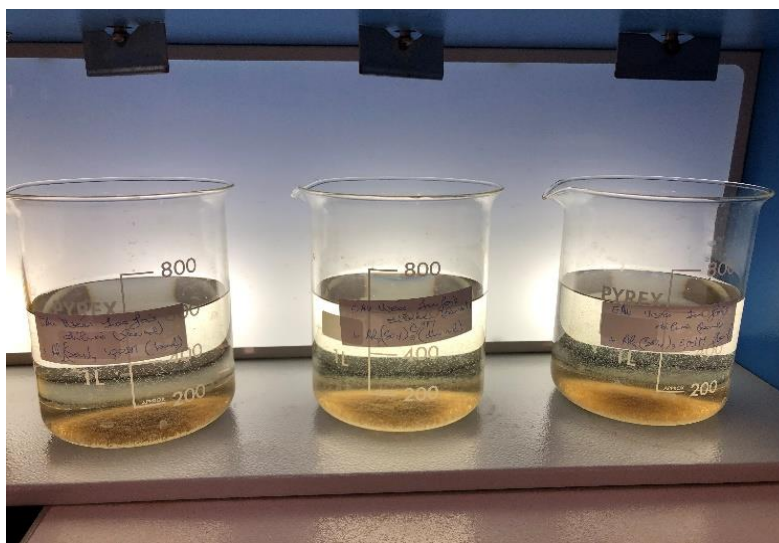


Figure 51 Résultat du traitement du lixiviat 100 fois dilué par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Chapitre III : Résultats et Discussions

- **pH:**

- ✓ **Après coagulation flocculation:**

Tableau 24 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après coagulation-floculation)

	Brute	$Al_2(SO_4)_3$ (0,1M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,02M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,01M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	8,58	/	3,63	3,90	8,36
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	3,37	3,46	3,68	5,38
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	2,66	3,25	3,42	3,85

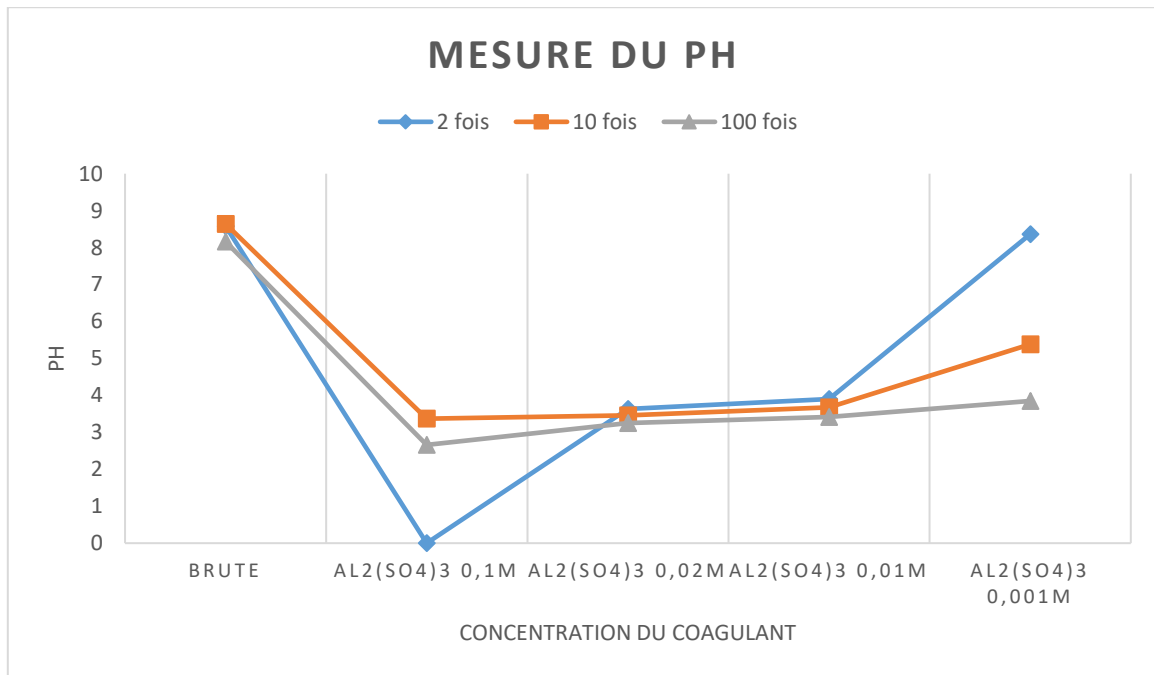


Figure 52 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après coagulation-floculation)

- ✓ **Après filtration:**

Tableau 25 Valeurs du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après filtration)

	Brute	$Al_2(SO_4)_3$ (0,1M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,02M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,01M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,001M)
--	-------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

Chapitre III : Résultats et Discussions

Lixiviat 2 fois diluée	8,58	/	2,60	7,02	8,90
Lixiviat 10 fois diluée	8,64	3,37	4,2	3,87	3,6
Lixiviat 100 fois diluée	8,16	2,66	2,9	3,12	3,42

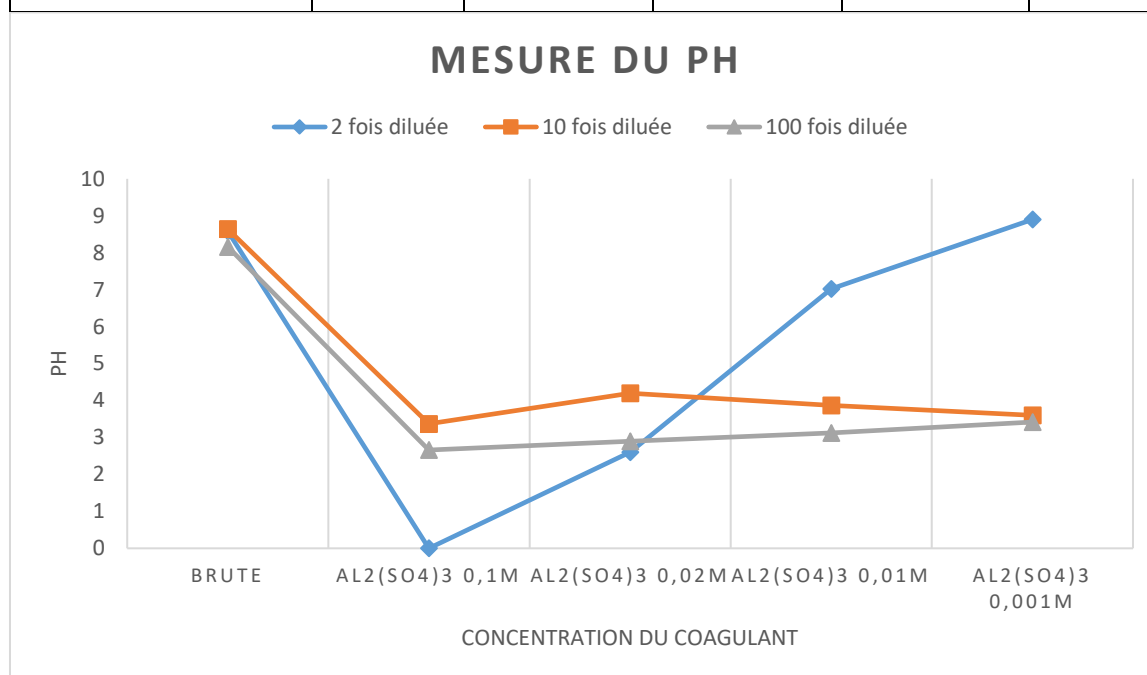


Figure 53 Courbes du pH du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après filtration)

- **Conductivité :**

- ✓ **Après coagulation flocculation:**

Tableau 26 Valeurs de la conductivité ($\mu S/cm$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après coagulation-flocculation)

	Brute	$Al_2(SO_4)_3$ (0,1M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,02M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,01M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	/	7410	1290	5200
Lixiviat 10 fois diluée	2450	613	5690	8960	1760
Lixiviat 100 fois diluée	326	2230	5210	8390	919

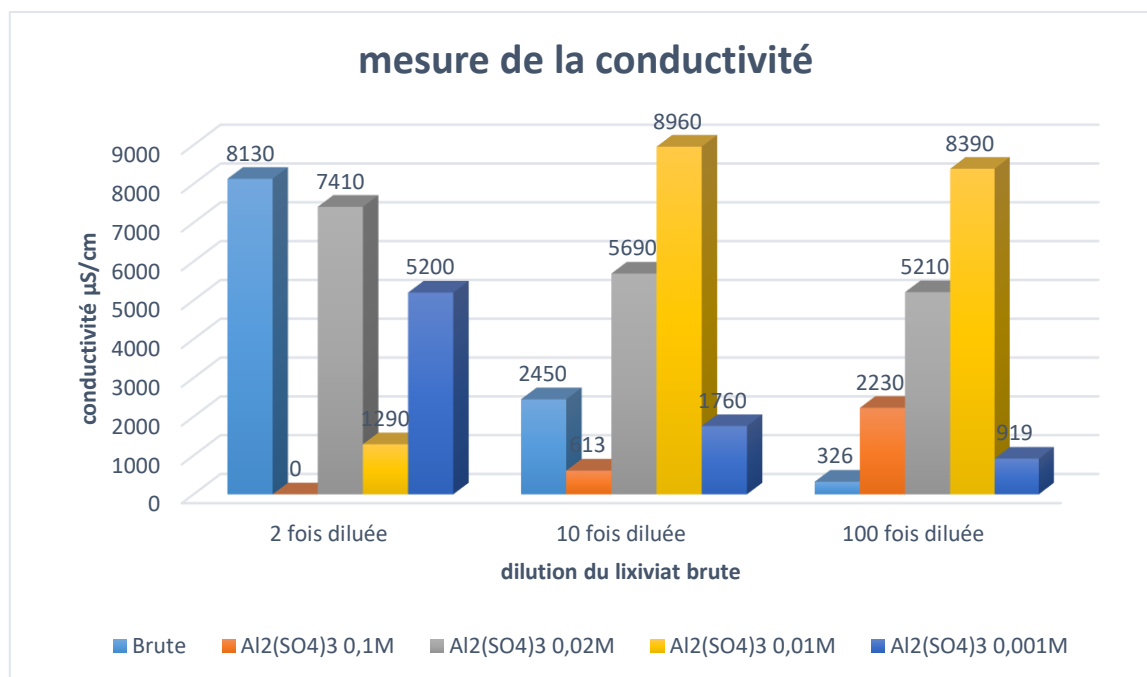


Figure 54 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après coagulation-floculation)

✓ **Après filtration:**

Tableau 27 Valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration)

	Brute	Al₂(SO₄)₃ (0,1M)	Al₂(SO₄)₃ (0,02M)	Al₂(SO₄)₃ (0,01M)	Al₂(SO₄)₃ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	8130	/	308	279	272
Lixiviat 10 fois diluée	2450	613	386	161	247
Lixiviat 100 fois diluée	326	2230	13,0	2,1	10,7

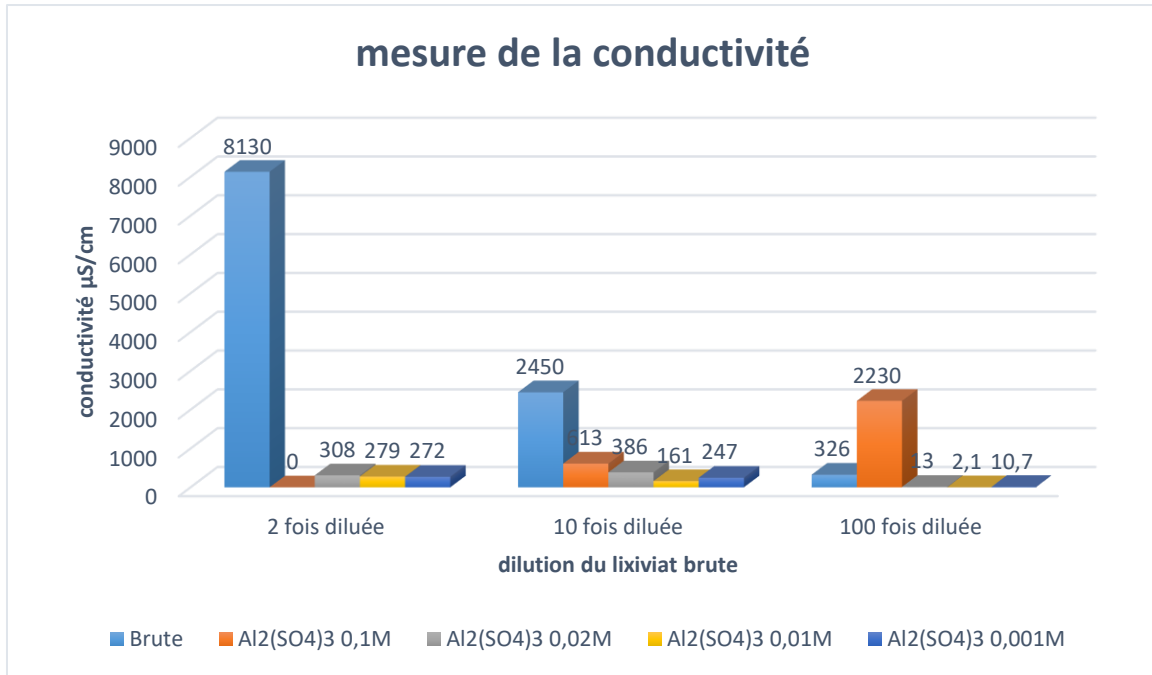


Figure 55 Pictogramme de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (après filtration)

• Turbidité

✓ **Après filtration:**

Tableau 28 Valeurs de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ (après filtration)

	Brute	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,1M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,02M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,01M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	18	/	8,12	41,83	13,73
Lixiviat 10 fois diluée	8,10	4,12	2,19	0,94	7,55
Lixiviat 100 fois diluée	1,61	1,55	6,55	6,60	6,79

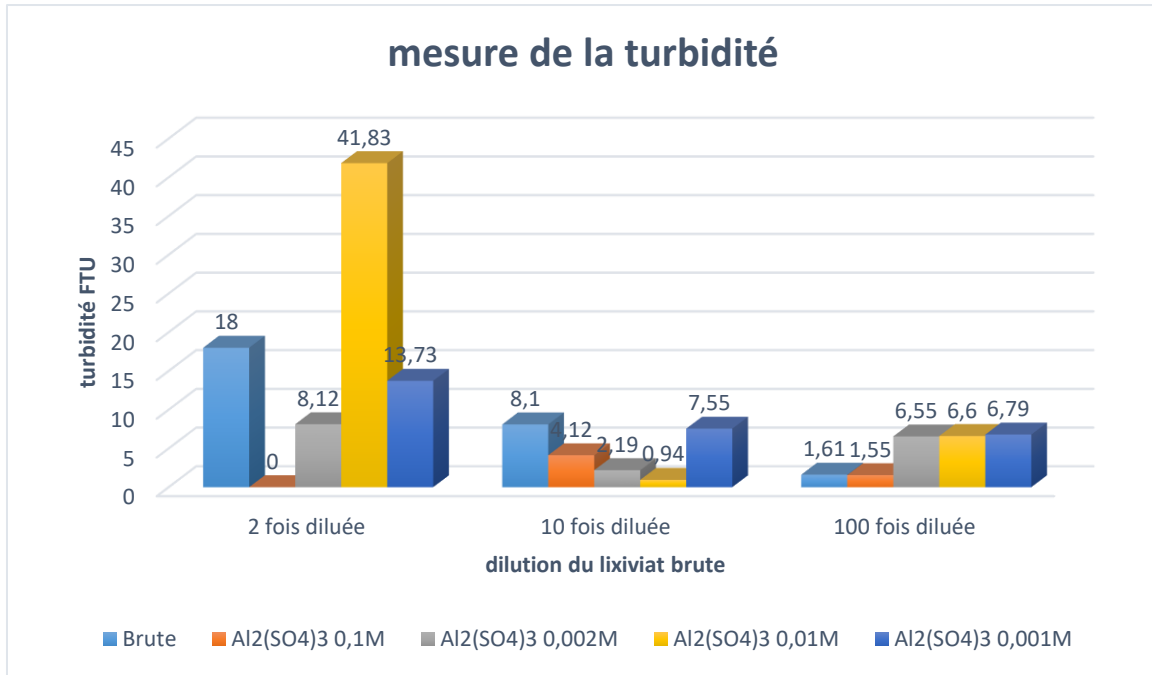


Figure 56 Pictogramme de la turbidité (FTU) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (après filtration)

- **DCO:**

Tableau 29 Valeurs de la demande chimique en oxygène (mg/L) du lixiviat Brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$

	Brute	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,1M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,02M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,01M)	Al ₂ (SO ₄) ₃ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	≥1650	/	1366	607	659
Lixiviat 10 fois diluée	801	/	933	1472	/
Lixiviat 100 fois diluée	65	27	16	15	3,47

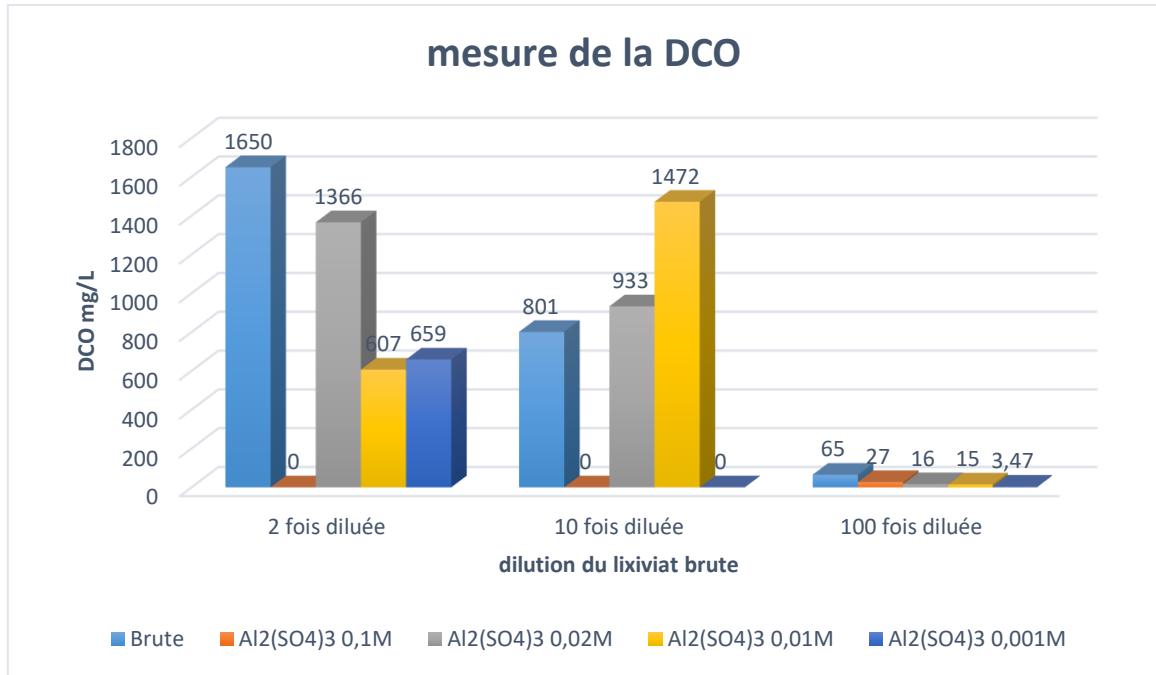


Figure 57 Pictogramme de la demande chimique en oxygène (mg/l) du lixiviat brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$

- DBO₅:**

Tableau 30 Valeurs de la demande biologique en oxygène (mg/L) du lixiviat traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$

	$Al_2(SO_4)_3$ (0,1M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,02M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,01M)
Lixiviat 100 fois diluée	5	≤3	≤3

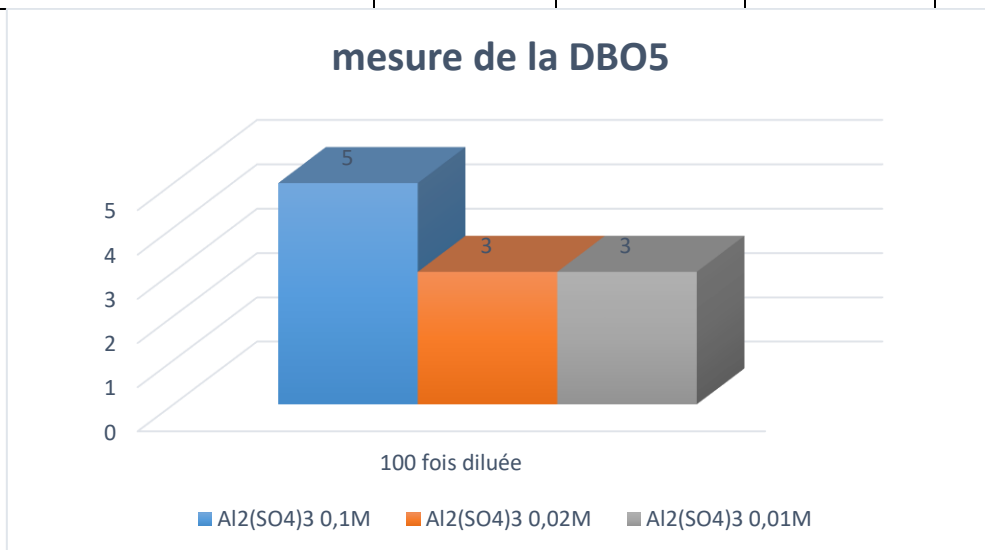


Figure 58 Résultat du tableau 27

Chapitre III : Résultats et Discussions

- Azote ammoniacal:**

Tableau 31 Valeurs de l'azote ammoniacal du lixiviat brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$

	Brute	$Al_2(SO_4)_3$ (0,02M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,01M)	$Al_2(SO_4)_3$ (0,001M)
Lixiviat 2 fois diluée	/	165,77	165,77	165,77
Lixiviat 10 fois diluée	/	165,77	133,84	94,17
Lixiviat 100 fois diluée	8,36	30	21,60	20,31

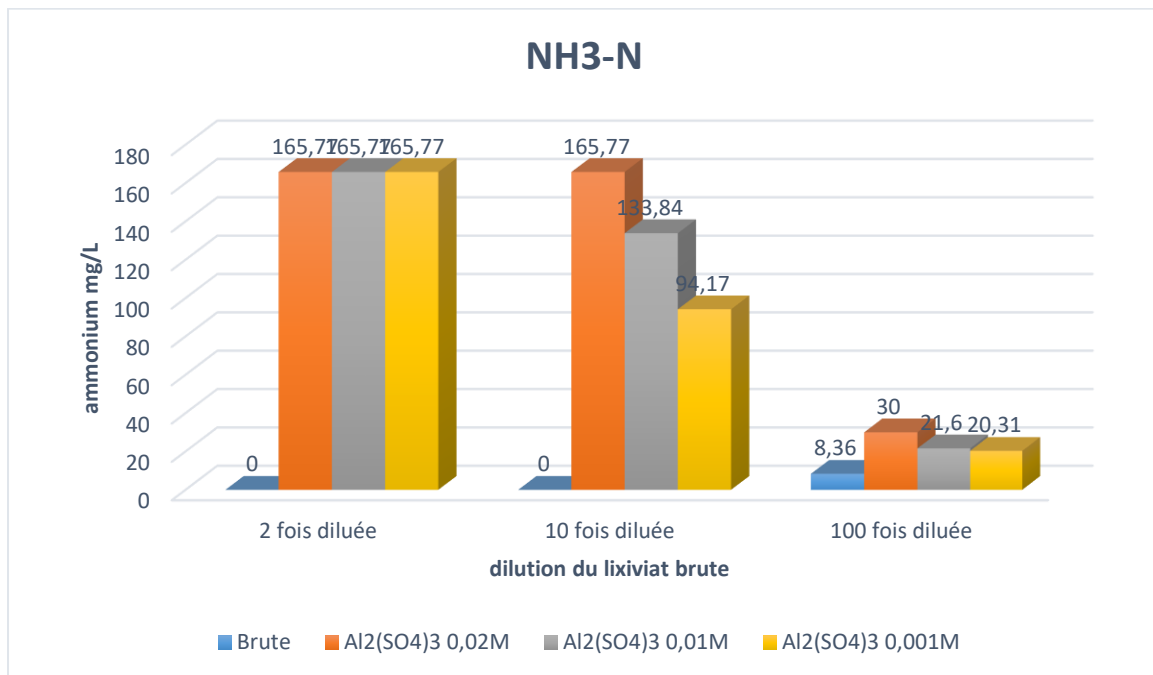


Figure 59 Pictogramme de l'azote ammoniacal du lixiviat brute et traité par le coagulant $Al_2(SO_4)_3$

Pour les valeurs physico-chimiques du traitement (pH, conductivité, turbidité) avec le $Al_2(SO_4)_3$ après coagulation-floculation et filtration sur sable-charbon actif, ainsi que les paramètres de pollution DCO et DBO_5 on suggère qu'une dilution de 100 fois et plus, et une concentration inférieure à 0,001M est efficace pour réduire les paramètres et l'élimination des matières non biodégradables.

Chapitre III : Résultats et Discussions

L'azote ammoniacal élevé dans le lixiviat traité par le coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, ce qui traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique, et donc suggère un traitement biologique.

III.1.4. L'adsorption :

L'ajout de l'argile au lixiviat brute améliore les paramètres organoleptiques :

- Eclaircissement de la couleur de base (passage de noir au marron).
- Elimination des mauvaises odeurs de la solution de base.



Figure 60 Lixiviat en présence du charbon actif (gauche), lixiviat en présence de l'argile (droite)

Tableau 32 Paramètres physico-chimiques du lixiviat brute après adsorption a l'argile et au charbon actif.

	pH	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Turbidité (FTU)
Brute	8,57	1860	37,8
Argile	8,41	7,1	7,1
Charbon actif	8,00	6,3	172

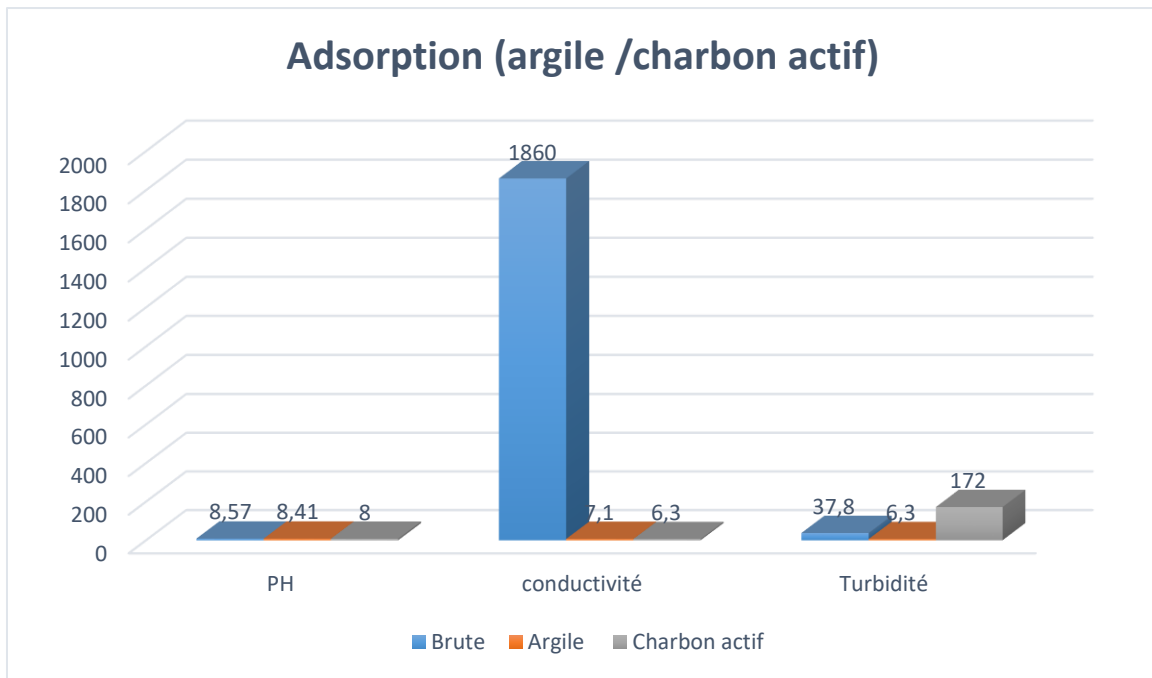


Figure 61 Pictogramme représentatif de l'adsorption à l'argile et au charbon actif

Les résultats de l'analyse physico-chimique (pH, conductivité, turbidité) montrent la capacité d'adsorption intéressante de l'argile vis-à-vis du lixiviat, celle-ci peut jouer un rôle important dans la dépollution de cet effluent.

III.1.5. Conclusion :

Les résultats obtenus après l'ajout de différents coagulants à différentes concentrations sont nettement meilleurs qu'avec le traitement par $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Une concentration de 0,001M de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ nous a permis d'obtenir les meilleurs résultats DCO de 5 mg d' O_2/L et DBO_5 de <3 mg/L.

Conclusion

Générale

Conclusion générale :

D'un point de vue général, ce travail se situe à l'intersection de plusieurs disciplines : traitement des eaux, l'environnement et génie des procédés. Les résultats obtenus lors de cette étude à l'échelle du laboratoire, confirme l'intérêt pratique d'utiliser les traitements conventionnels de traitement des eaux pour le lixiviat de CET Tlemcen.

Avant d'utiliser les différents coagulant-floculant il est indispensable de procéder à une dilution interne (100 fois)

La manipulation avec le sulfate d'aluminium a abouti à des résultats très encourageants en diminuant la majorité des paramètres d'indication de pollution à savoir (DCO, DBO, pH, NH_4^+ ...) avec la faible concentration qui est de 0,001M

L'utilisation d'autres coagulant (NaOH , ...) sont moins efficaces que le sulfate d'aluminium

Une certaine amélioration est obtenue en utilisant une argile combinée (kolin et bentonite) sur quelques paramètres étudiés.

En clôturant cette étude, on peut proposer l'utilisation des traitements conventionnels comme une étape primaire avant les procédés membranaires

Perspectives :

- Effectuer notre étude sur d'autres paramètres.
- Tester d'autres coagulants (FeSO_4Cl , FeCl_2 ...) et d'autres adsorbants (chaux, feldspat, pozzolan...)
- Jumeler le traitement du lixiviat avec un processus biologique (boues activé...)
- Proposer un protocole de traitement de lixiviat pour CET Tlemcen

Références

Liste des Références

Partie bibliographique :

1. Trebouet, D., et al., *Traitement de lixiviats stabilisés de décharge par des membranes de nanofiltration*. Revue des sciences de l'eau, 1998. **11**(3): p. 365-382.
2. Roky, R., et al., *Sleep during Ramadan intermittent fasting*. Journal of sleep research, 2001. **10**(4): p. 319-327.
3. Kouassi, A., et al., *Caractérisation physico-chimique du lixiviat d'une décharge de l'Afrique de l'ouest: cas de la décharge d'Akouedo (Abidjan-Côte d'Ivoire)*. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, 2014(19).
4. Sillet, A.-A., et al., *Les lixiviats de décharges d'ordures ménagères: Genèse, composition et traitements*. Environnement, Ingénierie & Développement, 2001.
5. Boyle, W.R., *Ham*, "Ireatibility of Leachate from Sanitary Landfills" Journal Water Pollution Control Federation, 1974. **46**(5): p. 860-872.
6. Khattabi, H., L. Aleya, and J. Mania, *Lagunage naturel de lixiviat de décharge*. Revue des Sciences de l'Eau, 2002. **15**(1): p. 411-419.
7. Lacey, N. and H. Meziani, *Caractérisation des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et leurs traitements par adsorption sur Hydroxyapatite*. 2013, UMMTO.
8. LABADI, N. and M. SAADOUDI, *Contribution à l'étude de caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'El Oued (CET)*. 2019.
9. Noura, D., *Évaluation de la qualité physico-chimiques et Bactériologique des eaux issus de la décharge publique de Mila*. 2022, university center of abdalhafid boussouf-MILA.
10. Kulikowska, D. and E. Klimiuk, *The effect of landfill age on municipal leachate composition*. Bioresource technology, 2008. **99**(13): p. 5981-5985.
11. Trabelsi, S., *Etudes de traitement des lixiviats des déchets urbains par les procédés d'oxydation avancée photochimiques et électrochimiques: application aux lixiviats de la décharge tunisienne "Jebel Chakir"*. 2011, Université Paris-Est.
12. GODFRED, A., *Traitement de lixiviat par voie biologique*. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences Tétouan, Maroc, Mémoire, 2017.
13. Kamaruddin, M.A., et al., *An overview of municipal solid waste management and landfill leachate treatment: Malaysia and Asian perspectives*. Environmental Science and Pollution Research, 2017. **24**: p. 26988-27020.
14. Lema, J., R. Mendez, and R. Blazquez, *Characteristics of landfill leachates and alternatives for their treatment: a review*. Water, air, and soil pollution, 1988. **40**: p. 223-250.
15. Ross, C.A., et al., *Dissociation and abuse among multiple-personality patients, prostitutes, and exotic dancers*. Psychiatric Services, 1990. **41**(3): p. 328-330.
16. Aran, C., *Modélisation des Ecoulements de Fluides et des Transferts de Chaleur au Sein des Déchets Ménagers. Application à la Réinjection de Lixiviat dans un Centre de Stockage*. 2001.
17. Abidin, Z.Z., N. Madehi, and R. Yunus, *C oagulative B ehaviour of Jatropha curcas and its P erformance in W astewater T reatment*. Environmental Progress & Sustainable Energy, 2017. **36**(6): p. 1709-1718.
18. Sanphoti, N., et al., *The effects of leachate recirculation with supplemental water addition on methane production and waste decomposition in a simulated tropical landfill*. Journal of Environmental Management, 2006. **81**(1): p. 27-35.
19. Haslina, H., et al. *Landfill leachate treatment methods and its potential for ammonia removal and recovery-A review*. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. IOP Publishing.
20. Youcai, Z., *Pollution control technology for leachate from municipal solid waste: landfills, incineration plants, and transfer stations*. 2018: Butterworth-Heinemann.
21. Kale, S.S., et al., *Evaluating pollution potential of leachate from landfill site, from the Pune metropolitan city and its impact on shallow basaltic aquifers*. Environmental monitoring and assessment, 2010. **162**: p. 327-346.

22. Mayakaduwa, S., et al. *Characterization of landfill leachate draining from Gohagoda municipal solid waste open dump site for dissolved organic carbon, nutrients and heavy metals*. in *Proceedings of the 7th Asian Pacific Landfill Symposium, Bali, Indonesia*. 2012.
23. Belle, E., *Évolution de l'impact environnemental de lixiviats d'ordures ménagères sur les eaux superficielles et souterraines, approche hydrobiologique et hydrogéologique. Site d'étude: décharge d'Étueffont (Territoire de Belfort–France)*. 2008, Université de Franche-Comté.
24. OUANOUI, B., *Demande en eau et impact de la réutilisation des eaux usées traitées et des boues en agriculture et dans les techniques forestières*. 2014.
25. Ali, H.M., et al., *Performance of forest tree Khaya senegalensis (Desr.) A. Juss. under sewage effluent irrigation*. *Ecological Engineering*, 2013. **61**: p. 117-126.
26. Bazza, M. and D. Xanthoulis. *Irrigation avec les eaux usées traitées: manuel d'utilisation*. in *Séminaire international" Réutilisation des eaux usées traitées et des sous-produits de l'épuration: Optimisation, Valorisation & Durabilité"*. 2003.
27. Figarella, J., G. Leyral, and M. Terret, *Microbiologie générale et appliquée*. 2004: Ed. J. Lanore.
28. BOUMAAZA, M., *Traitement et Epuration des eaux*. 2020.
29. Gaujous, D., *La pollution des milieux aquatiques: aide-mémoire*. 1995: Technique & Documentation-Lavoisier.
30. Gauthier, M. and C. Pietri, *Devenir des bactériés et virus entériques en mer*. 1989, Masson. p. 325-327.

Partie Expérimentale :

[1] <https://condorchem.com/fr/blog/extraction-cristallisation-procedes-obtention-composes-lithium/>

[2] M. Ibn Ghazal, Thèse de doctorat : Synthèse des complexes organo et inorgano pyrophyllite et leur application dans le traitement des eaux chargées en m'aux lourds. Université Mohammed V- Agdal, Rabat, 2009.

[3] <https://hal.science/hal-03172980/document>

[4] [coagulation-floculation | GDT \(gouv.qc.ca\)](#)

[5] [Filtration eau sable, filtre eau charbon actif en Tunisie \(hydroprowatersolutions.com\)](#)

[6] [Pilote de filtration sur sable et sur charbon actif desinfection par le chlore - MP32CR \(deltalab-smt.com\)](#)

[7] <https://coulissesdelabo.fondationtaraocean.org/webdoc/Principe-ph.html>

[8] <https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/methode-analyse-303-pH-conductivite-turbidite.pdf>

[9] <https://fr.hach.com/industries/drinking-water/turbidity>

[10] samdni lina.bouri manel 2021_ 2022 Rapport de stage pratique Licence Filière Hydraulique "Traitement des eaux usées urbaines"

Résumé

Résumé :

L'étude réalisée dans ce travail s'intéresse au traitement de lixiviat de décharges par des techniques conventionnelles de traitement des eaux par les procédés de coagulation avec de différents coagulants (NaOH , $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$), floculation, adsorption. Cette eau usée pénètre dans l'environnement par les rejets ultimes ce qui entraîne des risques sanitaires et des problèmes de pollution dans les nappes phréatiques. Le Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Tlemcen est une décharge contrôlée pour les déchets ultimes. Des analyses organoleptiques et physico-chimiques du lixiviat sont effectuées ainsi que la DBO_5 et DCO du lixiviat sont mesurés pour évaluer la pollution après traitement avec différents coagulants.

Mots clés : centre d'enfouissement technique, lixiviat, traitement des eaux, coagulation, floculation, adsorption, DBO_5 , DCO .

Abstract:

The study conducted in this work focuses on the treatment of landfill leachate using conventional water treatment techniques by coagulation processes with different coagulants (NaOH , $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$), flocculation, and adsorption. This wastewater enters the environment through final discharges, which leads to health risks and pollution problems in groundwater. The Tlemcen Technical Landfill Center (CET) is a controlled landfill for ultimate waste. Organoleptic and physicochemical analyzes of the leachate are carried out, and the BOD_5 and COD of the leachate are measured to assess the pollution after treatment with different coagulants.

Keywords: Landfill, leachate, water treatment, coagulation, flocculation, adsorption, BOD_5 , COD .

ملخص :

تركز الدراسة التي أجريت في هذا العمل على معالجة المادة المرشحة من مدافن النفايات باستخدام تقنيات معالجة المياه التقليدية باستخدام عمليات التخثر بمواد التخثر المختلفة (NaOH)، $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ ، FeCl_3 ، $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ ، التلبد، والامتزاز البيئية من خلال التصريف النهائي، مما يؤدي إلى مخاطر صحية ومشاكل تلوث في المياه الجوفية. يعتبر المركز الفني للنفايات في تلمسان بمثابة مكب نفايات خاضع للرقابة للنفايات النهائية. يتم إجراء التحاليل الحسية والفيزيائية والكيميائية للسائل المرشح، كما يتم قياس BOD_5 و COD للعصارة لتقييم التلوث بعد المعالجة بمواد تخثر مختلفة.

الكلمات المفتاحية: مكب النفايات التقني، المادة المرشحة، معالجة المياه، التخثر، التلبد، الامتزاز، BOD_5 ، COD .