



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département : Ecologie et Environnement

## Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master II en Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

### Thème

**Le centre de traitement des lixiviats du C.E.T  
d'Oued Falli (Tizi Ouzou): fonctionnement,  
perspectives et propositions**

**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> : IAMRANENE Sabrina & M<sup>elle</sup> : BELKACEMI Kacia

Soutenu le 23/09/2024 devant les membres du jury composé par :

Mr. Makhlouf Said	Pr	UMMTO	<b>Président.</b>
Mr. Derridj Arezki	Pr	UMMTO	<b>Promoteur.</b>
Mme. Boubkeur Ouerdia	MAA	UMMTO	<b>Co-promotrice.</b>
Mme. Chouaki Saida	Dr	UMMTO	<b>Examinatrice.</b>

Promotion 2023/2024

# Remerciement

*On remercie Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté, pour accomplir ce travail et on tient à remercier nos familles pour leur aide morale et financière et à leur générosité, on remercie notre promoteur Mr Derridj. A et Particulièrement Mme Boubkeur. O, Mme Chouaki. S et Mr Mekhlouf. S d'avoir accepté d'examiner notre travail, on remercie Mme Asmani Katia, sans oublier Mr Haddadi. N, Mr Malki, Mme Aissaoui et Mr Smail pour leurs vifs conseils et leurs aides le long de notre stage pratique, on remercie tous nos amis, dont la liste est longue, et tous ce qui nous ont aidés de près ou de loin à la réussite de notre mémoire de fin de cycle.*

# Dédicace

*Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectibles et sans limite, de mes chers parents qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui, que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.*

*A mon cher père : Rachid.*

*A ma chère mère : Farida.*

*Je dédie aussi ce travail à mes chères sœurs : Karina et ses enfants : Aylane et Agnès, son mari : cher Ryad, Feriel, Yasmine, Sara, Sonia et Alicia, mes oncles, mes tantes, tous mes cousins et cousines.*

*A mes chères copines, mes collègues et tous ceux qui m'estiment.*

*A ma chère binôme Belkacemi Kacia et sa famille.*

*A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail, à tous ceux que j'ai omis de citer.*

**SABRINA**

# Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je souhaite dédier ce modeste travail à ceux qui me sont cher.*

*En premier lieu à la mémoire de mon défunt père disparu trop tôt qui a tant donné pour que j'en sois là aujourd'hui, paix à ton âme cher père.*

*A ma chère mère, qui na jamais cessé de prier pour moi, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A mes sœurs, Thinhinane-Lili-Djinane et à mon petit frère Adel pour leurs présence à mes cotés, a qui je souhaite une vie épanouie en parfaite santé et qu'ils puissent réaliser tous leurs rêves.*

*A mes chers(es) amis(es) Zahra, Manel, Kenza, Souad et Slimane avec lesquels j'ai vécu et partagé les bons moments comme les mauvais durant mon parcours universitaire que je remercie pour leurs aides et support dans les moments importants de ma vie.*

*A ma binôme Sabrina ainsi qu'à sa famille, une binôme qui a sue gérer les moments de pression, une source de soutien moral que je remercie infiniment pour sa patience et sa compréhension durant tous le long de ce projet.*

*Je le dédie ainsi à mon encadrant et à mes formateurs sans exception.*

**Kacia**

# Table des matières

## Listes des figures

## Liste des abréviations

## Liste des tableaux

## Introduction générale.....1

## Première partie : Partie bibliographique.....3

### Chapitre I : Généralités sur les déchets et les C.E.T.....4

#### I.1 Définition d'un déchet.....5

#### I.2 Nature des déchets.....5

#### I.3 Gestion des déchets.....6

#### I.4 Centre d'enfouissement technique (CET).....6

##### I.4.1 Définition.....6

##### I.4.2 Objectif d'un CET.....7

##### I.4.3 Avantages et inconvénients.....8

### Chapitre II : Généralités sur les lixiviats :.....9

#### II.1 Définition.....10

#### II.2 Formation et composition.....10

##### II.2.1 Formation du lixiviat.....10

##### II.2.2 Composition du lixiviat.....11

###### II.2.2.1 Principaux paramètres influençant la composition du lixiviat.....11

###### II.2.2.2 Principaux groupes de polluants caractérisant le lixiviat.....11

###### II.2.2.3 Composition bactériologique.....12

#### II.3 Age des lixiviats.....12

#### II.4 Gestion des lixiviats.....13

#### II.5 Impact du lixiviat sur l'environnement.....14

##### II.5.1 Effet sur le sol.....14

##### II.5.2 Effet sur les eaux souterraines et les eaux de surface.....15

##### II.5.3 Effet sur l'air.....15

##### II.5.4 Effet sur les végétaux.....16

##### II.5.5 Effet sur la santé humaine .....16

II.6 Biogaz.....	17
<b>Deuxième partie : Partie expérimentale.....</b>	<b>18</b>
<b>Matériels et méthodes.....</b>	<b>23</b>
<b>Chapitre III : Présentation générale d'Oued Falli</b>	
III.1Présentation du C.E.T d'Oued Falli .....	20
III.1.1 Fiche technique.....	20
III.1.2Critères de choix du site d'Oued Falli.....	20
III.2 Paramètres climatiques.....	21
III.3Etude géologique.....	21
III.4 Etude hydrogéologique.....	21
<b>Chapitre IV : matériels et méthodes</b>	
<b>IV .1 Matériels.....</b>	<b>23</b>
Appareils, verreries et réactifs.....	23
<b>IV.2 Méthodes.....</b>	<b>23</b>
<b>Echantillonnage.....</b>	<b>23</b>
<b>IV.2.1 Etude physico-chimique.....</b>	<b>23</b>
1. conductivité et température .....	24
2. potentiel Hydrique (pH).....	24
3. Turbidité.....	25
4. Couleur .....	25
5. Ultra-violet (UV).....	26
6. Demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	26
7. Demande chimique en oxygène (DCO) .....	27
8. Dosage des différents anions .....	28
8.1 Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	28
8.2 Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	28
8.3 Chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	29
8.4 Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	30
8.5 Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	30

8.6 Titre alcalimétrique total (TAC).....	30
8.7 Titre alcalimétrique (TA).....	31
9. Dosage des différents cations.....	32
9.1 Titre hydrotimétrique (TH).....	32
9.2 Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	33
9.3 Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	34
9.4 Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	35
10. Dosage des éléments traces métalliques (ETM).....	35
<b>IV.2.2 Etude bactériologique.....</b>	<b>36</b>
1. Milieux de cultures.....	36
1.1 Préparation des milieux.....	37
1.2 Préparation des dilutions.....	38
1.3 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (DFMAT).....	39
1.4 Indices de contamination fécale.....	40
1.4.1 Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	40
1.4.2 Recherche des streptocoques fécaux.....	40
1.5 Recherche des clostridiiums anaérobies sulfito-réducteurs.....	41
1.6 Recherche des pathogènes.....	42
1.6.1 Recherche des salmonelles.....	42
1.6.2 Recherche des staphylocoques.....	42
<b>Résultats et discussion.....</b>	<b>44</b>
<b>V.1 Résultats.....</b>	<b>45</b>
V.1.1 Analyses physico-chimiques.....	45
V.1.2 Analyses bactériologiques.....	46
<b>V.2 Discussions.....</b>	<b>51</b>
<b>Conclusion générale, propositions et perspectives.....</b>	<b>58</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>61</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>71</b>

# Liste des abréviations

**B** : bouillon

**C.E.T** : centre d'enfouissement technique.

**°C**: degré Celsius.

**CO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : carbonates.

**Ca<sup>2+</sup>** : calcium.

**CE** : conductivité électrique.

**Cl<sup>-</sup>** : chlorures.

**Cd** : cadmium.

**DBO<sub>5</sub>** : demande biologique en oxygène.

**DCO** : demande chimique en oxygène.

**DBO<sub>5</sub>** : demande biologique en oxygène.

**DCO** : demande chimique en oxygène.

**E-coli** : Echerichia-coli.

**FMAT** : flore mésophile aérobie totale.

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : bicarbonates.

**H<sub>2</sub>S**: sulfure d'hydrogène.

**Mg<sup>2+</sup>**: magnesium.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : nitrates.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**: nitrites.

**Ni** : nickel.

**NTU** : unité de turbidité néphélométrie

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**: ammonium.

**PEHD** : polyéthylène haute densité.

**PROGDEM** : programme national de gestion des déchets solides municipaux.

**pH** : potentiel hydrogène.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Ortophosphates.

**Pb** : plomb.

**SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** : sulfates.

**SAA** : spectrophotomètre d'absorption atomique.

**SM** : solution mère.

**S** : staphylocoques.

**S.A** : Staphylococcus aureus.

**TA** : titre alcalimétrique.

**TAC** : titre alcalimétrique total.

**TH** : titre hydrotimétrique.

**T** : température.

**UV** : ultra-violet.

**VF** : viande foie.

**Zn**: zinc.

# Liste des figures

<b>Figure 1</b> : schéma d'un centre d'enfouissement.....	7
<b>Figure 2</b> : bassins de stockage des lixiviats de la décharge d'Oued Falli.....	10
<b>Figure 3</b> : gestion des lixiviats.....	14
<b>Figure 4</b> : espèce résistante ( <i>Phragmites australis</i> ).....	16
<b>Figure 5</b> : déclin des espèces non résistantes.....	16
<b>Figure 6</b> : photographie satellite du CET Oued Falli.....	20
<b>Figure 7</b> : conductimètre.....	24
<b>Figure 8</b> : pH-mètre.....	25
<b>Figure 9</b> : turbidimètre.....	25
<b>Figure 10</b> : spectrophotomètre DR-6000.....	26
<b>Figure 11</b> : illustration de processus de la DBO <sub>5</sub> .....	27
<b>Figure 12</b> : deux réactifs utilisés pour la préparation de la DCO.....	27
<b>Figure 13</b> : spectrophotomètre de type UV mini-1240.....	28
<b>Figure 14</b> : dosage des chlorures.....	29
<b>Figure 15</b> : dosage de titre alcalimétrique complet .....	31
<b>Figure 16</b> : dosage des TH.....	32
<b>Figure 17</b> : dosage des calciums.....	33
<b>Figure 18</b> : filtration des échantillons.....	35
<b>Figure 19</b> : spectrophotomètre d'absorption atomique.....	36
<b>Figure 20</b> : protocole expliquant la préparation des dilutions décimales.....	39
<b>Figure 21</b> : protocole explicatif de dénombrement la flore mésophile aérobie.....	39
<b>Figure 22</b> :protocole représentatif de dénombrement des coliformes fécaux et totaux.....	40
<b>Figure 23</b> : protocole explicatif de la recherche des streptocoques fécaux.....	41
<b>Figure 24</b> :protocole explicatif de la recherche des clostridiiums anaérobies sulfito-réducteurs.....	41

<b>Figure 25 :</b> protocole explicatif de la recherche des salmonelles .....	42
<b>Figure 26:</b> protocole explicatif de la recherche des staphylocoques.....	43
<b>Figure 27 :</b> résultat observé de la demande biologique en oxygène.....	46
<b>Figure 28:</b> résultats observés sur le bouillon Rothe et Litsky.....	47
<b>Figure 29 :</b> résultat observé sur la Gélose BEA... ..	47
<b>Figure 30 :</b> résultats observés sur la Gélose VF.....	48
<b>Figure 31 :</b> résultats observés sur le bouillon SFB et Gélose Hektoen.....	49
<b>Figure 32 :</b> résultats observés sur le bouillon et la Gélose Chapman.....	49
<b>Figure 33 :</b> résultats observés sur la Gélose Baird Parker.....	50
<b>Figure 34 :</b> station de traitement des lixiviats.....	59

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> avantages et inconvénients des C.E.T .....	8
<b>Tableau 2:</b> types des lixiviats.....	13
<b>Tableau 3 :</b> résultats des paramètres physico-chimiques.....	45
<b>Tableau 4:</b> récapitulatif des différents résultats obtenus lors de l'analyse bactériologique...	50



Introduction générale

## *Introduction générale*

En Algérie, la croissance démographique, l'urbanisation, le manque d'infrastructures adéquates de gestion des déchets et le manque de sensibilisation à l'importance du recyclage, la réduction et la valorisation des déchets sont parmi les facteurs qui ont contribué à une crise environnementale sans précédent, surtout en Algérie où la prise en charge de ce volet laisse à désirer.

Devant cette situation, les autorités ont décidé à partir de 2001 de mettre en œuvre une pratique de bonne gestion des déchets. Cette pratique consiste à mettre en place dans les grandes villes des centres d'enfouissement technique (C.E.T), qui restent un mode important d'élimination des déchets susceptible de permettre non seulement une gestion efficace des déchets mais aussi le traitement après drainage et récupération des deux effluents (les biogaz et les lixiviats).

Le souci majeur engendré par les C.E.T est celui des liquides formés lors de la percolation des eaux pluviales avec les déchets en pleine décomposition : les lixiviats, qui au fil du temps, se chargent en matières organiques, en bactéries, en composés minéraux et en métaux lourds[1]. Leur composition varie d'une décharge à une autre selon la nature et l'âge des déchets, les conditions climatiques et la topographie du site[2]. Ce qui fait un vecteur de pollution des plus dangereux sur l'environnement et sur la santé humaine. C'est pour cela qu'un C.E.T doit impérativement être imperméabilisé par un sol argileux, et par une géo membrane qui permet d'éviter les infiltrations des eaux et donc la contamination des nappes phréatiques avoisinantes. Cela montre la nécessité de leur traitement avant de les rejeter dans l'écosystème agricole et naturel, car si les déchets disparaissent de nos vues, leur danger pourrait bien se retrouver dans nos assiettes.

Dans la littérature, trois types de lixiviats ont été distingués: Les lixiviats jeunes caractérisés par une forte charge organique relativement biodégradable, les lixiviats intermédiaires dont la charge organique diminue et les lixiviats stabilisés composés essentiellement de substances organiques réfractaires à la biodégradation [2]. Par ailleurs, ces effluents se composent essentiellement d'une forte charge métallique qui peut être toxique et peut avoir des effets graves sur la santé humaine et l'environnement, même à faibles concentrations.

La décharge contrôlée d'Oued Falli est parmi les sites qui souffrent du problème de gestion des lixiviats. Elle génère une quantité importante de ces effluents liquides [2]. Leur rejet à l'état brut sans traitement préalable peut contaminer les sols agricoles, les eaux de surface, voire la nappe phréatique et par conséquent menacer la santé humaine.

L'objectif du présent travail vise à établir une étude physico-chimique et microbiologique des lixiviats de la décharge afin de voir les particules existantes et la quantité des métaux lourds présents dans des trois bassins de réception en aval.

Ainsi, notre travail est structuré en trois volets : d'abord, une synthèse bibliographique, une partie expérimentale, et une partie sur les résultats et leur analyse, accompagnée d'une conclusion générale et de suggestions.

La première partie de notre recherche est consacrée à une synthèse biobibliographique, structurée comme suit :

- Chapitre I : généralités sur les déchets et les centres d'enfouissement technique(C.E.T).
- Chapitre II : Généralités sur les lixiviats.

La seconde section de ce travail inclut :

- Chapitre III : présentation du site étudié.
- Chapitre IV : description des matériels et des méthodes employés dans l'analyse physicochimique et biologique.

La troisième partie regroupe les résultats obtenus ainsi que les discussions accompagnées de leurs interprétations.

Enfin ce manuscrit se termine par une conclusion générale où des perspectives seront suggérées.



Partie bibliographique



**Chapitre I : Généralités sur les  
déchets et le C.E.T**

### **I.1.Définition d'un déchet**

Un déchet est défini comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien nuisible abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » [3].

La directive du Conseil Européen en date du 18 mars 1991 reprend la notion de « substance ou objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire » [4].

D'après cette définition, un objet est déchet non pas seulement lorsque son détenteur le destine volontairement à l'abandon, mais également si, pour une raison de santé publique, son élimination est nécessaire [4].

Historiquement, les déchets dans les villages kabyles étaient majoritairement organiques, déposés dans une décharge, appelée « Aguoudhou » dont la gestion est très proche de la fabrication du compost, et il est prélevé, progressivement des quantités dans les horizons en pleine maturité de décomposition, afin d'amender les vergers et les cultures potagères. Ainsi, Avant l'inondation du marché économique mondial et local, par les produits manufacturés, avec différents emballages (plastiques, verres, etc.), il n'y avait pas de problème crucial de déchets. L'accroissement démographique et le changement des habitudes alimentaires ont accentué ce problème de déchets qui est devenu un fléau social et un problème fondamental de gestion des communes et des collectivités locales.

### **I.2.Nature des déchets**

Les déchets peuvent être classés selon leur nature en quatre (04) grandes classes [5] :

- **Classe I : les déchets inertes**

D'après la définition du code de l'Environnement –Article R .541-8

« Un déchet inerte est tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine ».

- **Classe II : les déchets ménagers et assimilés**

Ils comprennent les déchets des ménages et les déchets industriels banals (DIB) des entreprises non toxiques eux aussi, ils présentent certaines caractéristiques de fermentescibilité. Ce type de déchets (contenant les ordures ménagères et les ordures assimilables) est acheminé vers les Centres d'Enfouissement Technique [5], les centres de tri, les incinérateurs, les centres de compost (pour le déchet organique) etc.

- **Classe III : les déchets spéciaux**

Contenant des éléments nocifs en plus ou moins grandes quantités, ils présentent de

grands risques pour l'homme et son environnement et doivent être éliminés avec des précautions particulières. En plus des grandes quantités produites par les petites et moyennes entreprises (PME), certaines quantités de ces déchets sont aussi produites par les ménages. Ce sont par exemples des solvants, des peintures, des acides, etc.

### ▪ **Classe IV : les déchets ultimes**

Ce sont des déchets qui ne peuvent plus faire l'objet d'une valorisation [5]. Leur seule issue, serait de les incinérer pour produire de la chaleur, des biogaz, comme le méthane des biocarburants et de l'électricité.

### **I.3. Gestion des déchets**

La gestion des déchets consiste en toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations. À partir de cette définition, plusieurs opérations se distinguent dans le mode de gestion des déchets [24] :

- La collecte des déchets ;
- Le tri des déchets ;
- La valorisation des déchets ;
- L'élimination des déchets (Immersion, incinération) ;
- L'enfouissement technique.

### **I.4. Centre d'Enfouissement Technique (C.E.T)**

#### **I.4.1. Définition**

Le centre d'enfouissement technique est défini comme un site de stockage des déchets par dépôt sur ou dans la terre (c'est à dire en sous-sol).

Le C.E.T est une parcelle de terre ou excavation dans laquelle sont enfouis des déchets ménagers, des déchets solides commerciaux, des boues non toxiques et des déchets solides industriels. Il est soumis à un arrêté administratif officiel d'autorisation d'exploitation. Celui-ci fixé, après étude d'impact et enquête publique, leurs conditions d'implantation, d'exploitation, de surveillance et d'aménagement final [6]. Ces déchets enfouis sont stockés dans des casiers, compactés et recouverts de deux couches de sol :

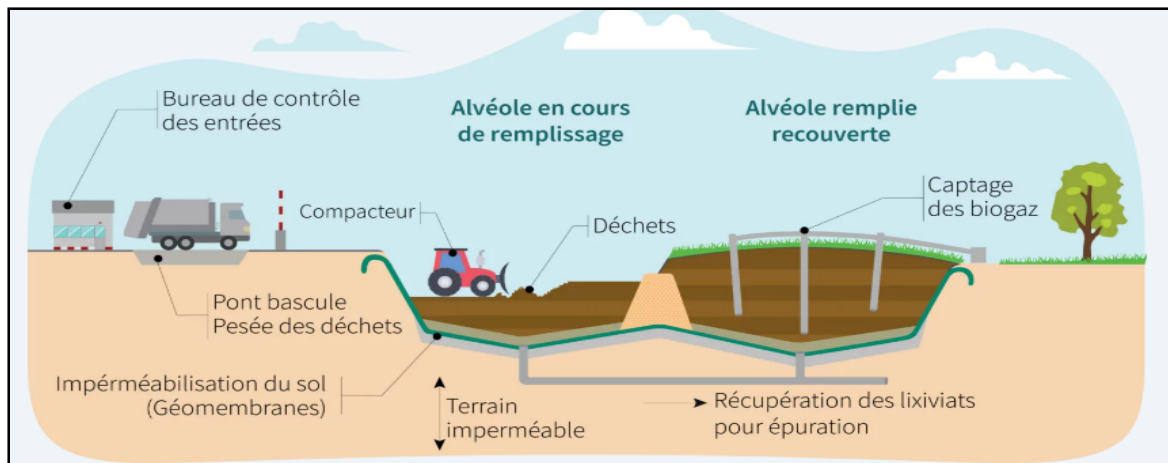
- **La première couche** c'est la géo-membrane qui est une couche imperméable de couleur noire, c'est le PEHD plastique dure pour empêcher l'infiltration de lixiviats vers le sol et éviter le contact avec les nappes phréatiques donc la protection de l'environnement.
- **La deuxième couche** c'est le géotextile qui est une couche de couleur blanche, dont son rôle initial est de protéger la géo-membrane surtout avant et au début de l'exploitation pour éviter l'attraction des oiseaux vers le casier et protéger les déchets des rayons directs du soleil.

Contrairement au bassin de rétention de lixiviats qui débute par une couche perméable, suivie d'une couche imperméable qui favorise la rétention des effluents de manière contrôlée.

Le C.E.T est une installation classée conçue pour une durée de vie d'au moins 20 ans, qui réceptionne les déchets pour les enfouir dans des fosses appelées « casiers d'enfouissement », outre ces derniers, le C.E.T compte également :

- Une zone de service ou de contrôle pour l'admission et la pesée,
- Une station de traitement des lixiviats [21].

Figure 1 illustre les différentes étapes du fonctionnement d'un centre d'enfouissement technique



**Figure 1 :** schéma d'un centre d'enfouissement technique.

**Source :** <https://www.sydevom04.fr/gestion-des-dechets-dans-le-departement>.

En Algérie, la plupart des C.E.T actuels peuvent être classés comme décharges sauvages présentant de nombreux inconvénients, soit sur la santé publique ou l'environnement. Pourquoi les déchets sont-ils mis dans les C.E.T ? Parce que cela garantit le respect des normes d'hygiène et de protection de l'environnement comme le stipule cette règle : « Un C.E.T est conforme aux normes lorsque toutes les dispositions réalisables sont prises pour éviter ou au moins minimiser, les nuisances » [7].

### I.4-2. Objectif d'un C.E.T

L'implantation d'un C.E.T a plusieurs objectifs parmi lesquels :

- Maintenir la qualité des paysages ;
- Limiter les nuisances ;
- Eviter les risques de pollution ;
- Valoriser les déchets [6].

### I.4.3. Avantages et inconvénients [23]

**Tableau 1** : avantages et inconvénients des C.E.T

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- C'est la façon la moins couteuse de se débarrasser de nos déchets ;</li><li>- C'est la seule fin possible pour les déchets ultimes ;</li><li>- C'est un mode de traitement de proximité qui permet de limiter le transport des déchets.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sous l'action de la pluie, certains éléments s'écoulent (les lixiviats) et polluent les nappes phréatiques ainsi que les rivières ;</li><li>- Les ordures s'y consomment en dégageant des fumées pestilentielles ;</li><li>- Les décharges défigurent le paysage environnant ;</li><li>- Prolifération des décharges sauvages qui existent un peu partout ;</li><li>- Tout peut y être stocké, y compris des déchets toxiques.</li></ul>



**Chapitre II : Généralités sur les  
lixiviats**

## II. Lixiviat

Le stockage des déchets, revient à concentrer dans un volume réduit un ensemble varié de matériaux évolutifs. Dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions bio-physico-chimiques complexes.

Une partie des produits de la dégradation se retrouve en phase gazeuse, le biogaz, l'autre liquide est transporté par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans les déchets, le lixiviat [8]. Par ailleurs, plusieurs études ont été réalisées afin de caractériser ce percolât et de sélectionner les méthodes de traitement les plus fiables. Ce chapitre vise à fournir un aperçu détaillé sur les lixiviats de décharges, leur composition et leurs impacts.

### II .1 Définition

Les lixiviats sont des effluents toxiques issus des centres de stockage des déchets. Ils sont composés de multiples éléments organiques et minéraux [9].

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» [10].

La composition des déchets enfouis, leur degré de décomposition, leur taux d'humidité et l'âge de la décharge sont les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat. La production massive de celui-ci engendre des risques de pollution des sols, des rivières et des nappes phréatiques, il est donc nécessaire de le collecter et de le traiter avant son rejet dans le milieu naturel [10]. Cette figure illustre les trois bassins de stockage des lixiviats (figure 2).



**Figure2** : bassins de stockage des lixiviats de la décharge d'Oued Falli de Tizi Ouzou.

### II.2 Formation et Composition

#### II.2 .1 Formation du lixiviat

Le lixiviat se produit lorsque l'humidité des déchets dépasse leur capacité de rétention. A partir de ce moment, les eaux de percolation qui proviennent principalement des précipitations, ne peuvent plus être retenues par le déchet et s'écoulent à travers les espaces entre les particules. [11]:

Plusieurs facteurs agissent sur la formation des lixiviats :

- Le climat et l'hydrogéologie (précipitations, neige, infiltration d'eaux souterraines si le site n'est pas étanchéiste).
- La gestion du site (le taux de compactage déterminant la densité des déchets, déchets broyés, recirculation de lixiviat, géo membrane, etc.).
- Le type et la qualité des déchets (densité, âge, porosité, humidité initiale).

## **II.2 .2 Composition du lixiviat**

La composition du lixiviat est liée à des réactions physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent dans les décharges.

### **II .2 .2 .1 Principaux paramètres influençant la composition du lixiviat**

Concernant les facteurs qui influencent la composition du lixiviat, voici quelques-uns des paramètres importants à prendre en compte :

- La composition des déchets enfouis ;
- Leur degré de décomposition ;
- Leur fermentation ;
- Leur taux d'humidité ;
- Densité des déchets ;
- Le taux d'infiltration de l'eau dans les déchets ;
- Les conditions climatiques (précipitations et leur distribution dans le temps et dans l'espace, l'évaporation, l'ensoleillement, les températures, etc.) ;
- L'âge de la décharge : plus celle-ci est ancienne plus, elle est importante en épaisseur et en évolution.

### **II .2 .2 .2 Principaux groupes de polluants caractérisant le lixiviat**

Les lixiviats sont des liquides résultant de la percolation de l'eau à travers les déchets, ils peuvent contenir divers types de polluants tels que :

- La matière organique dissoute.
- Les composés organiques anthropiques (hydrocarbures aromatiques, phénols, composés aliphatiques chlorés à 1 mg/l).
- Les composés minéraux majeurs sous forme ionique :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ainsi que d'autres composés tels que les borates et les sulfites [12].

Des études menées sur l'identification des composés organique responsables de la charge polluante ont mis en évidence la présence de certains composés organiques notamment :

- Acides gras volatils (AGV) en grande quantité dans les lixiviats des jeunes décharges. Cependant, pour les décharges plus anciennes, les AGV sont transformés en composés tels que le méthane (CH<sub>4</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et l'Oxyde de mercure (HgO), selon les processus classiques de décomposition anaérobie ;
- Composés lino-cellulosique comme les substances humiques, les tannins et les lignines ;
- Acide carboxyliques (acides non volatils, acides aromatiques) ;
- Acides aminés (libres ou combinés).
- Dérivés phénoliques.
- Des produits soufrés.
- Plusieurs éléments traces métalliques (ETM) ou métaux lourds ont été identifiés dans les lixiviats comme le Mg, Fe, As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni et le Zn. Les métaux lourds existants dans les déchets migrent pendant plusieurs années dans les décharges. Cette capacité de migration peut être améliorée par la formation de complexes très stables avec la matière organique ainsi que la matière colloïdale existante dans les lixiviats [17]. Sachant qu'un métal est un élément chimique ayant un éclat métallique, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques par sa dureté et sa malléabilité, se combinant avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie. On appelle métaux lourds des éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée supérieur à 5g/cm<sup>3</sup> [25]. L'ensemble des métaux lourds présents dans les lixiviats a un impact sur la santé et l'environnement. Les métaux peuvent aussi contaminer les sols, les eaux souterraines, ce qui influence sur la biodiversité et l'écosystème.

### II.2 .2 .3 Composition bactériologique

La composition microbiologique des lixiviats peut inclure certaines bactéries comme les anaérobies et les pathogènes qui jouent un rôle clé dans la dégradation des déchets organiques et peuvent influencer la production des substances potentiellement toxiques pour la santé et l'environnement. Il est important de comprendre la diversité bactérienne du lixiviat pour mettre en place des mesures appropriées de traitement et de gestion.

### II.3 Age des lixiviats

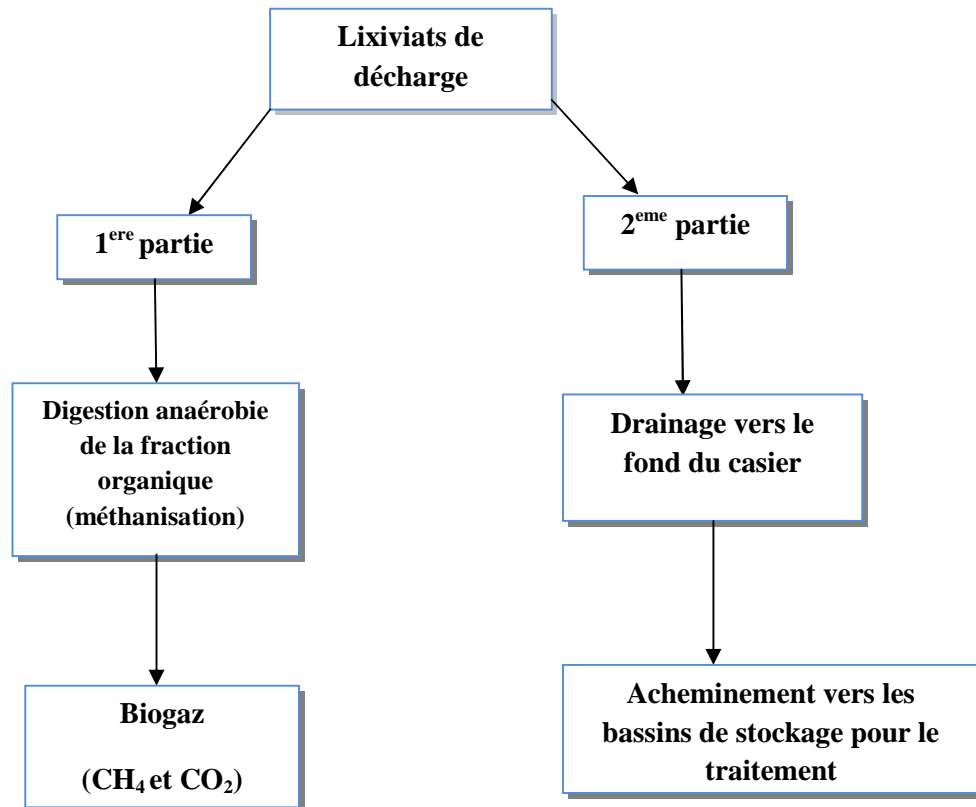
Dans la littérature, trois types de lixiviats ont été distingués (**tableau 1**) : lixiviats jeunes caractérisés par une forte charge organique relativement biodégradable, lixiviats intermédiaires dont la charge organique diminue et lixiviats stabilisés composés essentiellement de substances humiques réfractaires à la biodégradation[13].

**Tableau 2 : types de lixiviats [14]**

Age de lixiviat	Caractéristiques
<b>Lixiviats jeunes (&lt; 5ans)</b>	<p>Ces derniers sont caractérisés par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une charge organique élevée (DCO &gt; 20 g/l).</li> <li>• Une biodégradabilité moyenne (DBO5 / DCO &gt; 0,3).</li> <li>• Un pH de l'ordre de 6,5.</li> <li>• Une concentration en acide carboxylique importante qui présente plus de 80% de la charge organique.</li> <li>• Une teneur en métaux élevée (jusqu'à 2 g/l).</li> </ul>
<b>Lixiviats intermédiaires (5 à 10 ans)</b>	<p>Au cours du temps la composition des percolats évolue, de celle typique des lixiviats jeunes vers celle des lixiviats stabilisés. Ils présentent notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une charge organique avec une DCO comprise entre 3 et 15 g/l.</li> <li>• Une biodégradabilité assez faible (DBO5 /DCO proche de 0,2).</li> <li>• Une concentration en acides carboxyliques représentant 20 à 30% de la charge organique.</li> <li>• Un pH proche de la neutralité.</li> </ul>
<b>Lixiviats stabilisés (10 à 20 ans et plus)</b>	<p>Qui présentent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une charge organique assez faible (DCO &lt; 2 g/l).</li> <li>• Une biodégradabilité très faible (DBO5/DCO &lt; 0,1).</li> <li>• Une absence d'acide carboxylique.</li> <li>• Un pH légèrement supérieur à 7,5.</li> <li>• Une teneur en métaux faible &lt; 5 mg/l.</li> </ul>

#### II .4 La gestion des lixiviats

La gestion des lixiviats consiste à drainer les lixiviats se trouvant en fond d'un casier et les évacuer dans un bassin de rétention par deux tuyaux de drainage, qui est représentée dans le schéma suivant (figure 3) :



**Figure 3 :** Gestion des lixiviats

## II.5 Impact des lixiviats sur l'environnement

### II.5.1 Effet sur le sol

La quantité de polluants qui peut atteindre la nappe phréatique dépend de la quantité de contaminants s'échappant de la décharge, et également du comportement des substances organiques ou minérales à travers des couches pédologiques particulièrement de sa texture (sableuse, limoneuse, argileuse ou combinée) [18].

Des essais en laboratoire ont montré que dans l'argile, l'absorption est importante. Cela signifie qu'une quantité considérable de substances chimiques peut se fixer sur la matrice poreuse du sol, à titre d'exemple : les éléments  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  sont les plus retenus par la phase solide. L'infiltration d'un liquide ne dépend pas seulement du type de sol mais dépend aussi du type de liquide et des éléments chimiques qu'il contient.

Selon Gault (*in* S.KHIATI et S.BENAMMAR., 2007), les résultats d'essais d'infiltration dans l'argile montrent que les paramètres de transport sont influencés par le type du liquide infiltré. Les valeurs de la diffusivité et la conductivité hydraulique dans la colonne où s'infiltré le lixiviat sont supérieures à celles mesurées dans la colonne où s'infiltré l'eau [18].

L'impact des lixiviats sur le sol se traduit par la réduction du temps de transit (le lixiviat traverse plus rapidement les couches du sol) et de la teneur en eau d'équilibre (la quantité de l'eau que le sol peut retenir).

L'étude de la diffusion du lixiviat montre que la migration des ions se fait dans les deux directions, du lixiviat vers le sol qui lui provoque une pollution, et du sol vers le lixiviat qui provoque un appauvrissement en ions, la migration étant liée à la capacité d'échange d'ions [31].

### **II.5.2 Effet sur les eaux souterraines et les eaux de surface**

L'infiltration ou le rejet des lixiviats non-traités entraîne des perturbations physiques et chimiques des milieux récepteurs qui se traduisent par une détérioration de la qualité des eaux [19].

La détérioration de la qualité des ressources en eau constitue une menace aussi importante que celle liée à l'accentuation du déficit hydrique :

- Les eaux de surface sont menacées du phénomène d'eutrophisation, les cours d'eaux demeurent à leur tour le récepteur de rejets polluants de natures diverses.
- Les eaux souterraines, autrefois de bonne qualité, se trouvent actuellement menacées par diverses sources de pollution ponctuelle. La percolation de Lixiviat des déchets constitue une source ou un vecteur de pollution des ressources en eaux souterraines par infiltration ; et superficielle par ruissellement pluvial [18].

En cas de consommation d'eau polluée par les lixiviats, les risques encourus sont de graves intoxications pouvant entraîner des maladies irréversibles et éradiquées voire la mort. Signalons également que la pollution des réserves d'eau potable par des micro-organismes pathogènes peut provoquer des épidémies récurrentes (exemple : choléra). Durant la dernière décennie, les problèmes relatifs à l'eau sont devenus de plus en plus vastes, avec l'émergence de nouvelles maladies infectieuses et la réémergence d'autres qui sont déjà connues et éradiquées [20].

### **II.5.3 Effet sur l'air**

Les biogaz proviennent de la décomposition anaérobie des matières organiques par divers micro-organismes, cette décomposition forme diverses substances organiques volatiles, principalement de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Le déplacement du biogaz dans le sol est également un phénomène complexe, le méthane ( $\text{CH}_4$ ) contenu dans les biogaz étant plus léger que l'air, il a naturellement tendance à migrer verticalement vers la surface du sol et se dissiper dans l'atmosphère [18]. Ces gaz interviennent comme agents polluants qui participent à l'effet de serre donc aux phénomènes de changements climatiques (augmentation des températures, fonte des glaciers, etc. )

### II.5.4 Effet sur les végétaux

Les lixiviats peuvent causer de graves dommages aux animaux et aux plantes environnantes en perturbant les écosystèmes, en détruisant les habitats aquatiques et en entraînant la mort de nombreuses espèces sensibles à la pollution. Cependant, certaines plantes résistent en raison de leur capacité à tolérer les conditions salines et survivre dans des sols contaminés, et les figures 4 et 5 montrent ces espèces non résistantes et non résistantes.



**Figure 4: espèce résistante (*Phragmites australis*)**



**Figure 5 : déclin des espèces non résistantes**

### II.5.5 Impact sur la santé humaine

Le lixiviat peut migrer dans les eaux souterraines et de surface créant un panache de contamination. Le danger survient lorsque ce lixiviat entre en contact ou absorbé en quantité significative par des individus d'une population exposée, comme le cas des métaux toxiques, contenus dans les déchets qui peuvent diffuser par lixiviation dans les sols puis dans les eaux souterraines.

Les plantes ont la capacité d'absorber des métaux, ce qui les intègre dans la chaîne alimentaire. Par ailleurs, des substances cancérigènes comme le benzène et les chlorures de polyvinyle peuvent aussi être présentes. Dans ces situations, les dangers pour la santé peuvent être graves.[21].

Les lixiviats doivent être traités comme des substances extrêmement dangereuses. Il est nécessaire d'en organiser la collecte et le traitement afin de limiter au maximum les conséquences sur l'environnement et la santé.

## II.6 Biogaz


Le biogaz est un mélange de gaz produit par la décomposition de matières organiques tels que les déchets alimentaires et agricoles. Ces substances sont biodégradables sous l'effet de microorganismes agissant en milieu anaérobie, elles sont décomposées en quatre phases successives et transformées en gaz de décharge. Ce processus varie d'une décharge à l'autre selon les différents facteurs qui ont une influence directe sur la qualité de vie des microorganismes générateurs de méthane, telle que : la nature et la composition des déchets, le degré de compactage des ordures, le taux d'humidité des ordures et la couverture de la décharge.

Si le gaz de décharge est aspiré régulièrement et sous contrôle, il atteint, après réglage du système de captage, les valeurs moyennes suivantes (en volume):

- CH<sub>4</sub> : 40 à 50% ;
- CO<sub>2</sub> : 35 à 45% ;
- N<sub>2</sub> : 5 à 15% ;
- O<sub>2</sub> : 0 à 3% ;
- Vapeur d'eau : saturé [16].

Le biogaz est une source d'énergie renouvelable utilisée pour produire de l'électricité et de la chaleur, il est composé essentiellement de méthane et de dioxyde de carbone et d'autres produits minoritaires sont également présents tels que le sulfure d'hydrogène, les mercaptans et des composés organiques volatils [12, 14,15].

Cette énergie renouvelable qui rentre dans le développement durable peut être utilisée pour chauffer les serres en agriculture vivrière et aussi peut être utilisée pour chauffer les maisons dans les espaces ruraux.



Partie expérimentale

---

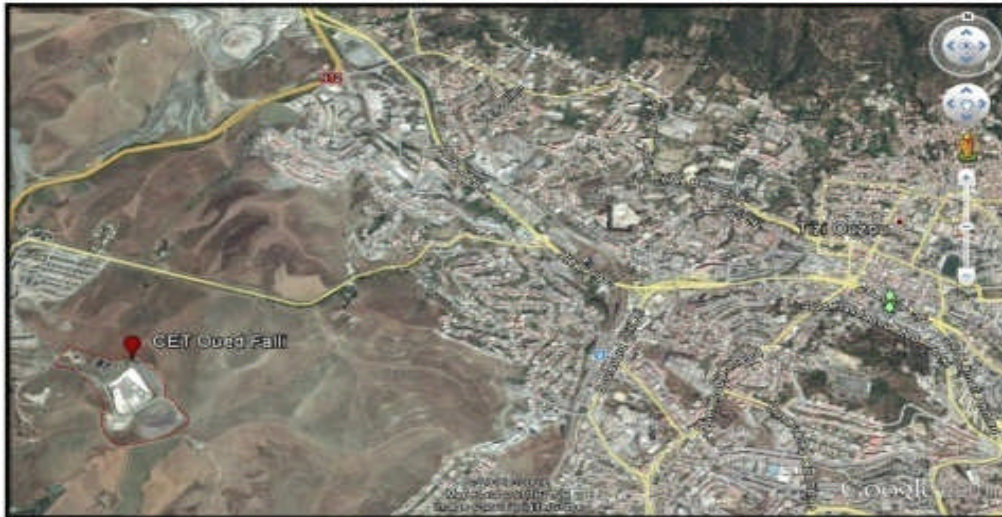
# *Matériels et méthodes*

---

### III.1.Présentation du C.E.T d'Oued Falli

Dans le cadre du PROGDEM 2001-2012, la wilaya de Tizi-Ouzou a bénéficié de la réalisation de trois centres d'enfouissement techniques : Oued Falli, Ouacif et Draa El Mizan.

Celui d'Oued Falli est situé à l'ouest de la ville de Tizi Ouzou, 11,5 Km au sud-est de la ville de Draa Ben Khedda et à 5 km au nord-ouest de Tirmatine. Le site couvre une superficie de 20Ha. Il est accessible par une large piste agricole qui part du chemin de wilaya N °128 (figure 6).



**Figure 6:** Photographie satellite du CET Oued Falli (Google earth).

#### III.1.1 Fiche technique

- Lieu : Oued Falli
- Communes desservies par le CET : Tizi Ouzou, Draa Ben Khedda, Tirmatine.
- Communes rattachées : Sidi Naamane, Maatkas, Souk El Thenine, Ouagenoune, Timizart, Tizi-Rached, Ait Bouadou, Makouda et Ouadhia.
- Capacité : 189,5T/J. 7247,15T/An.
- Durée de vie : 8ans sans le centre de tri et 20ans avec le centre de tri.
- Mode d'exploitation des casiers : épandage, compostage et recouvrement.
- Description de la zone d'enfouissement : casier d'une superficie de 360m<sup>3</sup>.
- Equipement d'exploitation : 1Bulldozer, 1camion-citerne et 1 véhicule 4x4 double cabines.

#### III.1.2 Critères de choix du site d'Oued Falli :

Les paramètres pris en considération pour la réalisation du centre d'enfouissement technique d'Oued Falli (W.Tizi-Ouzou) sont présentés comme suit :

- ❖ L'impératif de la disponibilité de la surface foncière nécessaire à la réalisation du CET. Elle doit répondre aux exigences des quantités des déchets produits par les populations des communes desservies pendant les années d'exploitation 2010-2030.
- ❖ La facilité de l'accès vers le site des véhicules chargés de transport des volumes d'ordures

ménagères produits par les populations concernées.

- ❖ La vitesse et la direction du vent sont des facteurs déterminants de l'orientation des casiers du CET. Il évite l'éparpillement des déchets légers et la propagation des gaz et odeurs fétides.
- ❖ La visibilité du périmètre du C.E.T par rapport à l'agglomération avoisinante et la distance à parcourir rapport du lieu principal de production des déchets [22].

### III.2. Paramètres climatiques

La région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen, frais et pluvieux en hiver, chaud et sec en été. Les conditions climatiques spécifiques de la station C.E.T ne sont pas toujours facilement accessibles. Cependant, en général, la région connaît :

- Températures maximales : en été, elles peuvent atteindre 35°-40°C, tandis qu'en hiver, elles se situent autour de 10-15°C.
- Températures moyennes : en été, environ 30°C, en hiver, autour de 5-10°C.
- Précipitations maximales : les précipitations annuelles peuvent varier, mais elles sont généralement autour de 300-600 mm, avec des pics en automne et au printemps.

### III.3. Etude géologique

La zone d'étude, de point de vue géologique est hétérogène d'où trois types de formations sont cités :

- ❖ Les formations alluvionnaires : sable, gravier et l'argile au niveau des bords des terrasses qui longent l'oued du Sébaou.
- ❖ Les formations de socle kabyle composé de roches magmatiques et métamorphiques.
- ❖ Les formations sédimentaires : Essentiellement les marnes qui sont imperméables et les grès.

Mise à part sa couche littorale, la zone d'étude est comprise dans le bassin versant de l'oued Sébaou.

### III.4. Etude hydrogéologique

L'étude hydrogéologique pourrait aborder plusieurs aspects clés :

1. **Caractéristiques géologiques** : analyser la composition des sols et des roches, ainsi que la structure géologique de la région, pour comprendre l'influence sur les ressources en eau.
2. **Nappes phréatiques** : étudier la profondeur, l'étendue et la qualité des nappes phréatiques, ainsi que les facteurs de recharge et de décharge.
3. **Qualité de l'eau** : évaluer les paramètres physico-chimiques de l'eau, comme la salinité, la présence de polluants et la potabilité, surtout en lien avec l'activité de la CET.

4. **Risques d'inondation** : analyser les risques associés aux crues et aux variations de niveaux d'eau, en tenant compte des changements climatiques et des activités humaines.
5. **Gestion des ressources en eau** : proposer des stratégies pour une gestion durable des ressources en eau, en intégrant les besoins des populations locales et les exigences de la CET.
6. **Impact environnemental** : étudier les effets des activités industrielles sur l'environnement, notamment sur les aquifères et la biodiversité locale.

Ces éléments permettraient d'obtenir une vision complète de l'hydrogéologie de la région et d'identifier les enjeux à relever pour assurer la durabilité des ressources en eau.

### ➤ **Cadre de l'étude**

L'étude bactériologique a été réalisée au sein du laboratoire de recherche d'Ecologie, Biotechnologie et Santé de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, durant la période allant du 15 mai au 23 mai 2024.

L'étude physico-chimique a été réalisée dans différents laboratoires : le laboratoire de Physique et de Chimie des Matériaux (LPCM) pour le dosage des métaux lourds, le laboratoire de traitement des eaux, département d'Agronomie Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, pour la demande biologique en oxygène (DBO5), et la demande chimique en oxygène (DCO) a été réalisé au niveau du Laboratoire de Chimie de l'Environnement département des Sciences. Les autres analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de la station de traitement des eaux du barrage Taksebt (SEAAL).

Ce travail a pour objectif l'étude des caractéristiques physico-chimiques et de la pollution bactériologique du lixiviat prélevé au niveau de la station du C.E.T d'Oued Falli Tizi-Ouzou.

## **IV.1 Matériels**

L'ensemble des appareils utilisés, matériels, verreries et réactifs chimiques sont cités dans l'Annexe 1.

## **IV.2 Méthodes**

### **Echantillonnage**

Le prélèvement des échantillons de lixiviat a été effectué le 15 mai 2024 au niveau de la station du C.E.T d'Oued Falli de Tizi-Ouzou. Ce percolât a été récupéré dans des flacons stériles pour éviter toute contamination. Ces échantillons ont été ensuite transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire et conservés au réfrigérateur afin de préserver leur qualité et garantir ainsi des résultats fiables dans cette étude.

### **IV.2.1 Etude physico-chimique**

Les lixiviats produits au niveau de la station du C.E.T d'Oued Falli constituent un grand danger pour l'environnement. Dans le but de répondre aux questions d'un environnement sain, une analyse physico-chimique a été faite. Les paramètres déterminés sont : la température, le pH, la turbidité, la conductivité, la couleur, l'UV, le magnésium, les nitrates, les nitrites, les chlorures, le calcium, les sulfates, les Orthophosphates, l'ammonium, le titre alcalimétrique complet, le titre alcalimétrique, le titre Hydrotimétrique, les éléments traces métalliques (cadmium, nickel, plomb et zinc), la DBO<sub>5</sub> et la DCO.

## 1. Conductivité et température

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique ; elle détermine la teneur globale des minéraux présent dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. Donc la conductivité est proportionnelle à la minéralisation [27]. La conductivité dépend également de la température qui un facteur écologique important du milieu [28].

### Mode opératoire

Pour mesurer la conductivité et la température du lixiviat, on utilise un conductimètre (figure 7) :

- ✓ Mettre l'échantillon dans un bécher ;
- ✓ Plonger entièrement l'électrode dans l'échantillon ;
- ✓ Faire la lecture une fois la valeur est stable, le résultat de la T° est exprimée en degré Celsius (°C) et la CE est exprimée en (mS /cm).



Figure 7 : conductimètre.

## 2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH correspond, pour une solution diluée, à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou basicité (l'alcalinité) d'une eau entre l'anode et la cathode.

### Mode opératoire

On a mesuré le pH à l'aide d'un pH-mètre (figure 8) qui permet de mesurer l'acidité d'une solution :

- ✓ Remplir un bécher avec l'échantillon ;
- ✓ Plonger entièrement l'électrode dans l'échantillon ;
- ✓ Faire la lecture une fois la valeur est stable.



**Figure 8 :** pH-mètre.

### 3. Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile et algue).

#### Mode opératoire

On mesure la turbidité avec un turbidimètre (figure 9) :

- ✓ Verser l'échantillon dans une fiole de 25 ml ;
- ✓ Essuyer bien la fiole avec un papier ;
- ✓ Placer la fiole dans l'appareil ;
- ✓ Faire la lecture et le résultat est exprimé en NTU.



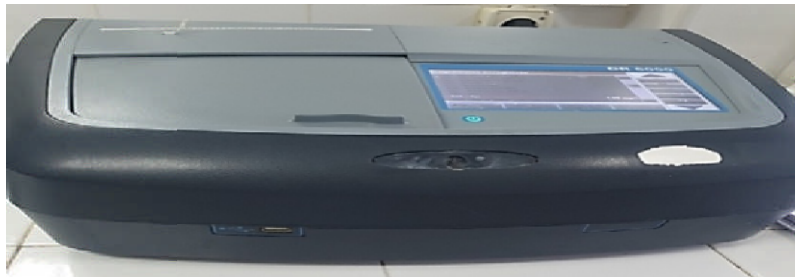
**Figure 9 :** turbidimètre.

### 4. Couleur

Le principe de l'analyse de la couleur par spectrophotomètre repose sur la mesure de l'absorbance de la lumière à différentes longueurs d'onde par les composants présents dans les lixiviats. Cette méthode permet d'évaluer la composition chimique en se basant sur les variations de couleur observées.

### Mode opératoire

- ✓ Appuyer sur programme enregistré puis sélectionner par numéro ;
- ✓ Choisir le numéro 120 celui de la couleur ;
- ✓ Rincer la cellule et la remplir avec de l'eau distillée ;
- ✓ Essuyer la cellule et la placer dans l'appareil ;
- ✓ Appuyer sur « zéro » ;
- ✓ Rincer et remplir la cellule avec le premier échantillon et faire la lecture ;
- ✓ Refaire pour le deuxième et troisième échantillon et faire la lecture dans le spectrophotomètre de type DR6000 (figure 10).



**Figure 10** : spectrophotomètre DR6000

### 5. Ultra-violet (UV)

Le principe repose sur la mesure de l'absorbance des composants présents dans l'eau à différentes longueurs d'onde de lumière ultraviolette. La spectrophotométrie permet d'identifier et de quantifier les composés présents dans les échantillons en fonction de leur capacité à absorber la lumière ultraviolette à des longueurs d'onde spécifiques.

#### Mode opératoire

- ✓ Appuyer sur le programme enregistré ;
- ✓ Sélectionner le programme d'analyse (longueur d'onde unique) ;
- ✓ Rincer la cuve et la remplir avec de l'eau distillée ;
- ✓ Essuyer bien la cuve et la mettre dans l'appareil ;
- ✓ Appuyer sur « zéro » pour initialiser l'appareil ;
- ✓ Remplir la cuve avec le premier échantillon et faire la lecture ;
- ✓ Remplir la cuve avec le deuxième puis troisième échantillon et faire la lecture dans le spectrophotomètre de type DR6000 (figure 10).

### 6. Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> est la quantité d'oxygène consommée pendant 5 jours par les microorganismes pour dégrader toutes les matières organiques biodégradables. Sa détermination consiste à :

- ✓ Dans un DBO-mètre de type Ruhromag (figure 11) qui contient un barreau magnétique, on introduit un volume de 43,5 ml d'échantillon ;
- ✓ Mettre 2 à 3 grains d'hydroxyde de potassium dans un joint en caoutchouc ;

- ✓ Incuber le mélange à une température ambiante (20°C) à l'obscurité pendant 5 jours.



**Figure 11** : illustration de préparation de la DBO<sub>5</sub>.

### 7. Demande chimique en oxygène(DCO)

La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes pour dégrader toutes les matières organiques et minérales (biodégradables et non biodégradables) pendant 2 heures à 150°C. Sa détermination consiste à

- ✓ Dans une fiole de 50 ml, verser 1ml de la solution mère, puis la remplir avec l'eau distillée au trait de jauge ;
- ✓ Transférer 2,5 ml de la solution dans un tube, ajouter 1,5 ml du réactif de digestion (figure 12) ;
- ✓ Rajouter 3,5 ml de réactif acide (figure 12) ;
- ✓ Fermer d'une manière imperméable le tube et le mélanger délicatement ;
- ✓ Chauffer le tube pendant 120min à 150°C dans un DCO-mètre ;
- ✓ Laisser refroidir et puis mesurer avec un spectrophotomètre (figure 13).



**Figure 12** : deux réactifs utilisés pour la préparation de la DCO.



Figure 13 : spectrophotomètre de type UV mini-1240.

## 8. Dosage des différents anions

### 8.1 Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

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

#### Mode opératoire

- ✓ Dans une cellule, verser 15 ml de lixiviat ;
- ✓ Ajouter un sachet de nitrite06 et homogénéiser;
- ✓ Après 3 min, prélever 5 ml et les jeter ;
- ✓ Rajouter le deuxième réactif nitriv03 pour les 10 ml restants et homogénéiser ;
- ✓ Après 18 min (temps de contact), déterminer la quantité des nitrates présentes avec un spectrophotomètre (figure10) ;
- ✓ Remplir une fiole de 50ml avec 40ml d'eau distillée puis remplir d'autre fiole avec 40 ml de nos échantillons ;
- ✓ Ajouter dans l'ordre 1ml d'acide ascorbique et 2ml de la solution molybdate acide et ajuster jusqu'au trait de jauge ;
- ✓ Faire la lecture après 30min.

### 8.2 Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites réagissent avec le réactif coloré pour former un complexe coloré dans l'échantillon en laissant le développement de la réaction pendant le temps recommandé (20min). La couleur développée est proportionnelle à la concentration de nitrites dans l'échantillon.

Cette méthode est précise et sensible, permettant de détecter des concentrations faibles de nitrites.

#### Mode opératoire

- ✓ Dans une fiole, verser 40 ml de l'échantillon avec 1ml de réactif coloré ( $\text{NO}_2^-$ ) ;
- ✓ Ajuster avec l'eau distillée jusqu'au trait de Jauge ;
- ✓ Agiter la solution et laisser un temps de contact de 20 mn ;

- ✓ Faire la lecture avec le spectrophotomètre (figure 10).

### 8.3 Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence du chromate de potassium (figure 14). La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>[29].

La concentration des chlorures est déterminée selon la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = (\text{VS} - \text{VB}) \times \text{C} \times \text{F} \times \text{FC} / \text{VA}$$

Avec :

**VS** : Volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage de l'échantillon.

**VB** : Volume en millilitres de la solution de nitrates d'argent utilisé pour le dosage du blanc.

**VA** : Volume en millilitres de l'échantillon pour essai (prendre en compte les dilutions s'il y en a)

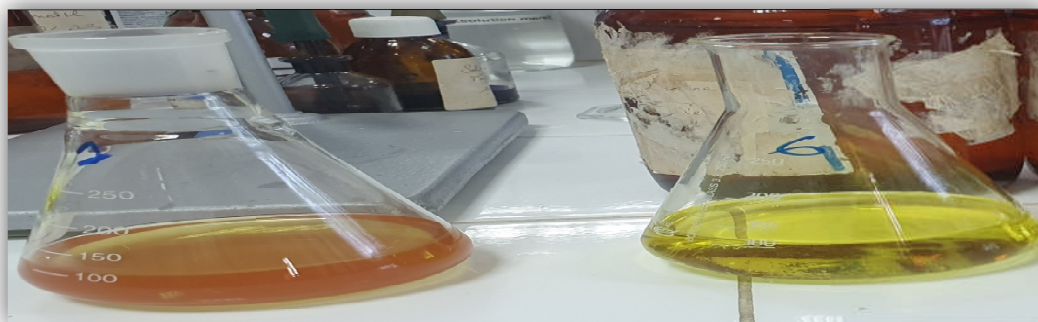
**C** : Concentration réelle exprimée en mole par litre de la solution de nitrates d'argent éventuellement corrigé du coefficient correcteur (0.02).

**F** : 35453(masse molaire exprimé en mg/mol).

**FC** : Volume versé /volume théorique (10ml) (0.98).

#### Mode opératoire

- ✓ Dans un erlenmeyer, verser 100ml d'échantillon avec 1ml de chromate de potassium K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> ;
- ✓ Titrer avec le nitrate d'argent jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge brique (figure 14) ;
- ✓ Noter le volume.



**Figure 14** : dosage des chlorures.

### 8.4 Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

C'est une technique colorimétrique où le réactif sulfaver 4 est composé d'un mélange de réactifs, notamment du chlorure de baryum et d'un réactif de détection. Les sulfates présents dans l'échantillon réagissent avec le réactif pour former un complexe coloré et la couleur développée est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre DR6000.

#### Mode opératoire

- ✓ Dans une cellule de 20 ml, mettre 10ml d'échantillon ;
- ✓ Ajouter le réactif sulfaver 4 ;
- ✓ Agiter la solution et laisser pendant 5 min ;
- ✓ Faire la lecture au spectrophotomètre DR6000 (figure 10).

### 8.5 Ortophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le principe de dosage repose sur la réaction des Ortophosphates avec un réactif d'hyptamolybdate dans des conditions acides pour former un complexe de molybdate de phosphate. Ce complexe est généralement un précurseur de la couleur. L'acide ascorbique est ajouté pour réduire le complexe de molybdène, ce qui intensifie la couleur du complexe final, souvent de teinte bleue.

#### Mode opératoire

- ✓ Dans une fiole de 50ml, verser 40 ml de l'échantillon ;
- ✓ Ajouter 1ml de réactif d'acide ascorbique ( $\text{NO}_4^{3-}$ ) ;
- ✓ Rajouter 2ml d'hyptamolybdate d'ammonium ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ;
- ✓ Ajuster jusqu'au trait de jauge et laisser agir pendant 30min ;
- ✓ Passer à la lecture par un spectrophotomètre DR6000 (figure 10).

### 8.6 Titre alcalimétrique complet(TAC)

Le TAC mesure la quantité des sels minéraux dans une solution aqueuse, ce qui montre l'alcalinité de cette dernière, c'est à dire sa concentration en bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

#### Expression des résultats :

$$\text{TAC} = V2 \times 5 (F^\circ).$$

**V2** : Volume versé en millilitre de l'acide sulfurique dans la burette.

**Mode opératoire**

- ✓ Verser dans un erlenmeyer de 250 ml, 100ml de l'échantillon avec 3 goûtes de rouge de méthyle ;
- ✓ Après l'apparition d'une couleur jaune, titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pale (figure 15).



**Figure 15** : dosage de titre alcalimétrique complet (TAC).

**8.7. Titre alcalimétrique (TA)**

Ce titre permet de mesurer la quantité de carbonates en bases fortes dans l'eau, c'est-à-dire l'alcalinité. Il est mesuré en degré français (F°).

**Expression des résultats :**

$$\mathbf{TA = V1 \times 10 (F^\circ).}$$

**V 1** : Volume versé en millilitre de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dans la burette.

**Mode opératoire**

- ✓ Dans un erlenmeyer de 250ml, mettre 100ml de l'échantillon ;
- ✓ Ajouter 2à 3 goûtes d'indicateur coloré (phénophtaléine) ;
- ✓ Titrer avec HCl (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) jusqu'au virage de la couleur rose foncé ;
- ✓ Noter le volume de l'acide versé.

## 9. Dosage des différents cations

### 9.1 Titre Hydrométrique (TH)

Le TH est une mesure qui indique la dureté de l'eau en évaluant sa concentration en sels minéraux, à savoir le magnésium et le calcium, donc indique son niveau de calcaire.

**Expression des résultats :**

$$\text{TH} = V_2 \times 2 \times \text{FC} \times F$$

Avec :

**TH :** Dureté exprimé en °F.

**V2 :** Volume de l'EDTA en ml, après le dosage de l'échantillon pour la détermination du TH.

**FC :** Facteur de correction de l'EDTA.

**F :** Facteur de dilution.

#### Mode opératoire

- ✓ Dans un erlenmeyer, verser 50ml de l'échantillon avec 4ml de la solution tampon ;
- ✓ Ajouter le réactif coloré mordant noir (2-3 goûtes) qui donne la couleur rose en présence d'ions calcium et magnésium ;
- ✓ Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage du rose au bleu (figure 16) ;
- ✓ Mentionner le volume de la solution versé.



**Figure 16:** dosage des TH.

## 9.2 Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A, à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de Murexide (indicateur coloré). L'E.D.T. A réagit tout d'abord avec les ions calciums libres, puis avec les ions calciums combinés avec l'indicateur qui varie alors de la couleur rouge à la couleur violet [30].

### Expression des résultats :

$$[\text{Ca}^{2+}] = [(C1 \times V1 \times A) / V0] \times FC \times 1000 \times F$$

Avec :

**C1** : Concentration de la solution EDTA (0.01ml) ;

**V1** : Volume en ml de la solution de l'EDTA utilisé pour le dosage ;

**A** : Masse molaire du calcium (40.08 g/mol) ;

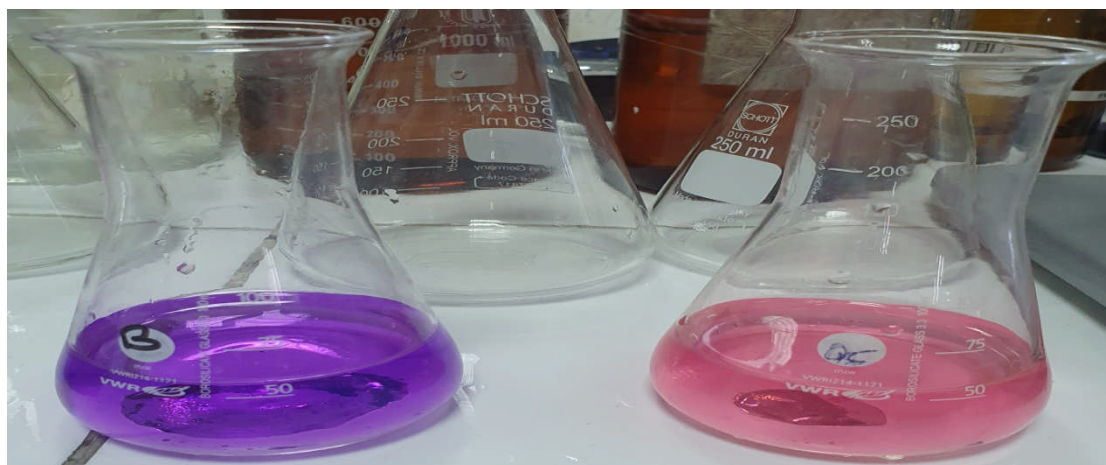
**V0** : Volumes ml de la prise d'essai ;

**FC** : Facteur de correction de titre ;

**F** : Facteur de dilution.

### Mode opératoire

- ✓ Verser 50ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- ✓ Ajouter 2ml de la solution NaOH ;
- ✓ Rajouter le colorant Murexide ;
- ✓ Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur au violet (figure 17).



**Figure 17** : dosage du calcium.

### 9.3 Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

Le magnésium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A, ce dosage se fait en présence de noir eriochrome. L'E. D.T.A. réagit tout d'abord avec les ions du magnésium libre, puis avec les ions magnésium combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur violette à la couleur bleu [30].

La concentration globale en magnésium est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique, on a :

$$TH \text{ total} = TH \text{ Ca}^{2+} + TH \text{ Mg}^{2+}.$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimé en mg/l, est calculée par la formule suivante :

$$[Mg^{2+}] = [(C1 \times (V2 - V1) \times A' / V0) \times Fc \times 1000 \times F]$$

Avec :

$Mg^{2+}$  : Teneur en magnésium exprimé en mg/l.

$V2$  : Volume de l'EDTA (en ml), après dosage d'échantillon pour la détermination du TH.

$V1$  : Volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium.

$A'$  : Masse molaire du magnésium (24.31 g/mol).

$V0$  : Volume en millilitres de la prise d'essai (50ml).

$C1$  : Concentration de la solution EDTA.

$FC$  : Facteur de correction de l'EDTA.

$F$  : Facteur de dilution.

#### Mode opératoire

- ✓ Verser dans une fiole, 100ml d'échantillon ;
- ✓ Ajouter 1 ml de  $NH_4 OH$  ;
- ✓ Rajouter 2 à 3 gouttes de noir eriochrome ;
- ✓ Titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage bleu ;
- ✓ Noter la valeur.

### 9.4 Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Le dosage de l'ammonium repose sur une réaction chimique qui produit une couleur proportionnelle à la concentration d'ammonium. Les réactifs spécifiques réagissent avec l'ammonium pour former un composé coloré. L'ammonium est d'abord distillé à partir de l'échantillon, puis titré avec une solution de réactif pour déterminer sa concentration. Cette méthode est utilisée pour des analyses plus précises et des échantillons avec des concentrations élevées.

#### Mode opératoire

- ✓ Dans une fiole de 50 ml, verser 40ml d'échantillon ;
- ✓ Ajouter 4 ml de réactif coloré  $\text{NH}_4^+$  ;
- ✓ Rajouter 4ml de dichloroisocyanurate de sodium ;
- ✓ Ajuster avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;
- ✓ Agiter et laisser la solution pendant 1heure ;
- ✓ Passer à la lecture au spectrophotomètre DR6000 (figure 10).

### 10. Dosage des éléments traces métalliques (ETM)

Après une filtration des échantillons qui a duré environs 3heures avec un papier filtre afin d'éliminer les particules solides et les impuretés (figure 18), nous avons dosé les éléments en procédant comme suit :



**Figure 18** : filtration des échantillons.

-D'abord, la préparation des courbes d'étalonnages des éléments à doser : Plomb (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) et le Zinc (Zn).

Pour le Zn, Ni et le Cd nous avons utilisé la méthode qui consiste à préparer dans une fiole de 50 ml une solution mère de concentration de 10 ml puis la remplir avec l'eau distillée au trait de jauge (facteur de dilution 1/5). Concernant le plomb, nous n'avons pas effectué de dilution.

-Ensuite, les dilutions sont analysées par la spectrophotométrie d'absorption atomique qui est fondée sur le principe que les atomes libres peuvent absorber la lumière d'une certaine longueur d'onde. L'absorption de chaque élément est spécifique, aucun autre élément n'absorbe sa longueur d'onde. L'absorption de lumière par les atomes fournit ainsi un

puissant instrument analytique à la fois pour l'analyse quantitative et qualitative [26]. L'intervalle de concentration dépend du métal utilisé, cet intervalle est donné par le spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) (figure 19) et le choix de la longueur d'onde dépend du métal dosé.



**Figure 19 :** spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA).

## IV.2.2 Etude bactériologique

### 1. Milieux de culture

- **Plate Count Agar (PCA)**

C'est un milieu de culture nutritif contenant de la Tryptone, des facteurs vitaminiques de l'extrait de levure et du glucose. Il ne contient pas d'inhibiteurs qui pourraient restreindre le développement des microorganismes ; il est utilisé pour le dénombrement des bactéries aérobies dans différents échantillons dont les échantillons de l'environnement.

- **Gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL)**

C'est un milieu de culture utilisé pour l'isolement et la détection des bactéries coliformes présents dans les aliments et les produits laitiers. Ce milieu contient des sels biliés et du cristal violet qui inhibe les bactéries à Gram positif (non coliforme). La fermentation du lactose par des bactéries coliformes entraîne l'acidification du milieu qui se manifeste par un changement de couleur au rouge de l'indicateur de pH (rouge neutre).

- **Gélose viande-foie (VF)**

C'est un milieu de culture utilisé pour le dénombrement des clostridium anaérobies sulfite-réducteurs. L'amidon contenu dans le milieu favorise la germination des spores et le glucose constitue une source d'énergie pour la croissance de ces bactéries. L'alun de fer et le

sulfite de sodium permettent de révéler la présence des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs grâce à un noircissement du milieu.

- **Gélose nutritive (GN)**

C'est un milieu utilisé pour la culture des microorganismes peu exigeants présents dans les produits laitiers et les eaux. Cette Gélose fournit des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance.

- **Gélose Chapman (CHAP)**

C'est un milieu d'isolement utilisé pour la recherche des staphylocoques. Il contient une concentration élevée de chlorure de sodium (NaCl) qui inhibe la croissance de la plupart des bactéries sauf les bactéries halotolérantes qui fermentent le mannitol, entraînant le virage au jaune de l'indicateur pH (rouge de phénol).

- **Gélose BEA (bile-esculine-azoture)**

C'est un milieu qui permet d'identifier les entérocoques et les streptocoques du groupe D. Il contient de la bile pour inhiber la croissance des bactéries à Gram positif tandis que l'azide de sodium inhibe les bactéries à Gram négatif. Les entérocoques hydrolysent l'esculine en glucose et en esculitine. Ce dernier composé réagit avec les ions ferriques apportés par le citrate de fer, et forment un complexe qui entraîne un noircissement du milieu.

- **Gélose Baird Parker**

C'est un milieu d'isolement des bactéries du genre *Staphylococcus*, et plus précisément *Staphylococcus aureus*. L'émulsion de jaune d'œuf permet de mettre en évidence les staphylocoques qui contiennent des lécithines qui décomposent le jaune d'œuf, en créant des zones claires autour des colonies. Le tellurite de potassium permet l'inhibition des bactéries à Gram positif autres que les staphylocoques. De plus, la réduction du tellurite de potassium en tellure est responsable de la coloration noire des colonies.

- **Gélose Hektoen**

C'est un milieu de culture sélectif utilisé pour l'isolement des bacilles à Gram négatif, notamment *Salmonella* et *Shigella*. Ce milieu contient des composants spécifiques comme les sels biliaires et des sucres (lactose, saccharose et salicine). La fermentation de ces sucres se traduit par une acidification et le virage du bleu de bromothymol au jaune.

- **Bouillon Chapman**

C'est un milieu d'enrichissement sélectif utilisé pour la recherche des bactéries du genre *Staphylococcus*. Il contient des composants comme le mannitol et le chlorure de sodium qui favorisent la croissance des staphylocoques et inhibent les autres microorganismes.

- **Bouillon SFB ((Bouillon au sélénite)**

C'est un milieu utilisé pour l'enrichissement des salmonelles. L'ajout du disque de sélénite permet l'inhibition des microorganismes autres que les salmonelles, notamment celle des coliformes et des entérocoques.

- **Bouillon Rothe**

C'est un milieu utilisé pour la recherche et le dénombrement des entérocoques dans différents milieux, notamment dans l'eau. La polypeptone et le glucose sont à l'origine de la forte nutritivité de ce milieu. L'azide de sodium quant à lui, inhibe la croissance des microorganismes à Gram négatif et favorise celle des streptocoques fécaux.

- **Bouillon Litsky**

C'est un milieu de culture utilisé pour la confirmation de la présence des streptocoques fécaux dans les eaux et les aliments après l'utilisation du bouillon Rothe. Il est composé d'éthyle violet et d'azide de sodium qui inhibe la croissance des bacilles à Gram négatif et des microorganismes sporulés à Gram positif contaminants.

### **1.1. Préparation des milieux**

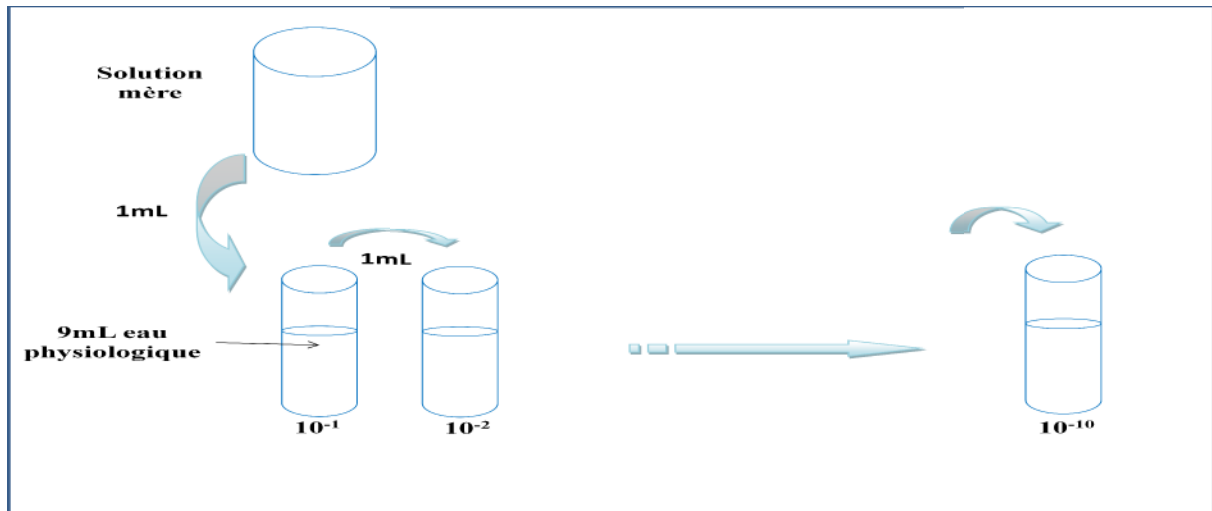
Les milieux de culture solides : PCA, VRBL, Viande-foie, GN, Chapman et Hektoen sont conditionnés par le fabricant dans des flacons stériles. Ces milieux ont été placés au bain marie pour les faire fondre avant de les couler dans les boîtes de Pétri. Les bouillons sont conditionnés dans des tubes à essais stériles.

### **1.2 Préparation des dilutions**

Une série de dilution du lixiviat (de  $10^{-1}$  à  $10^{-10}$ ) a été réalisée en utilisant un diluant stérile (eau physiologique), selon les étapes suivantes (figure 20):

- ✓ Prélevez 1ml de la solution mère (lixiviat) à l'aide d'une micropipette puis la déposer dans le premier tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile ;
- ✓ Transférez 1ml de cette première dilution ( $10^{-1}$ ) dans le deuxième tube à essai de la même façon ;
- ✓ Répétez ce processus jusqu'à la dilution  $10^{-10}$ .

Toutes ces étapes ont été réalisées dans la zone d'asepsie assurée par le bec bunsen.

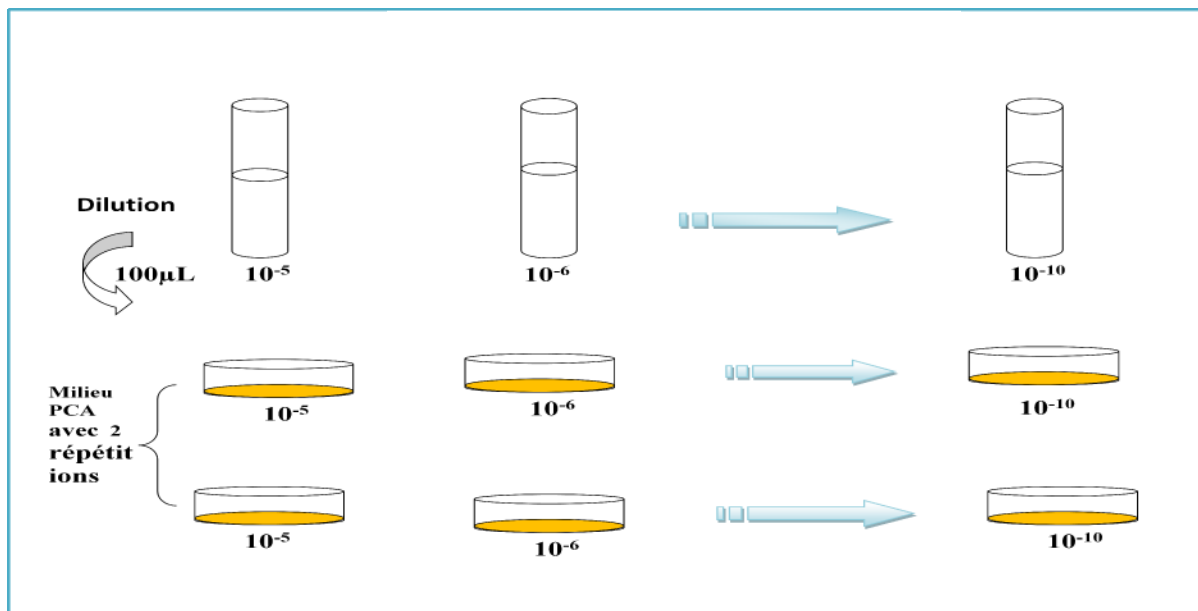


**Figure 20 :** protocole expliquant la préparation des dilutions décimales.

### 1.3 Dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

Pour le dénombrement de la FMAT, un ensemencement en masse a été réalisé selon les étapes suivantes (figure 21) :

- ✓ Transférer 1ml de ces dilutions décimales successives ( $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  et  $10^{-10}$ ) dans des boîtes de Pétri stériles.
- ✓ Couler le milieu de culture maintenu en surfusion ( $45^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ ) dans chaque boîte de Pétri.
- ✓ Homogénéiser le milieu et le laisser solidifier, puis incuber à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 72h.



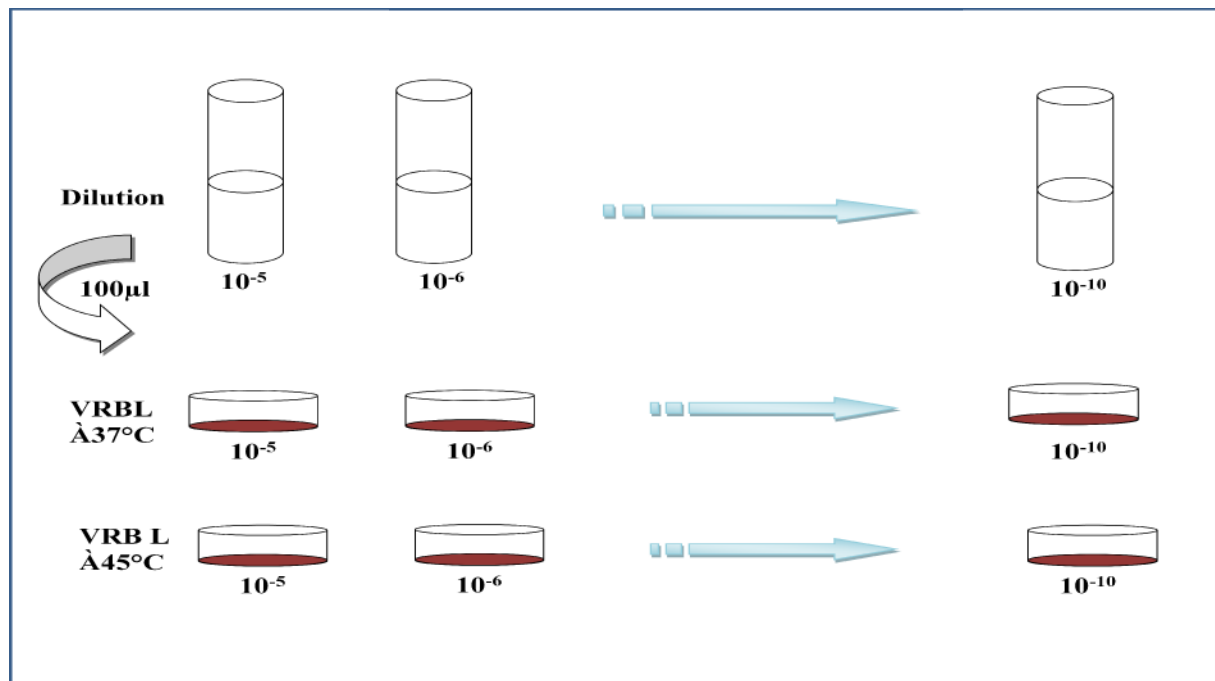
**Figure 21 :** protocole explicatif de dénombrement de la FMAT.

## 1.4 Indices de contamination fécale

### 1.4.1 Recherche des coliformes totaux et fécaux

Un ensemencement en masse a été réalisé pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux en suivant les étapes ci-dessous (figure 22) :

- ✓ A partir des dilutions décimales réalisées, 2 séries de 6 boîtes de Pétri ont été ensemencées avec 1 ml de chaque dilution (de  $10^{-5}$  à  $10^{-10}$ ).
- ✓ Le milieu VRBL, maintenu en surfusion, a été ensuite coulé dans chaque boîte.
- ✓ Après homogénéisation et solidification, une série de boîte de Pétri a été incubée à  $37^{\circ}\text{C}$  (coliformes totaux) et la deuxième série à  $45^{\circ}\text{C}$  (coliformes fécaux ou thermo-tolérants) durant 24h.

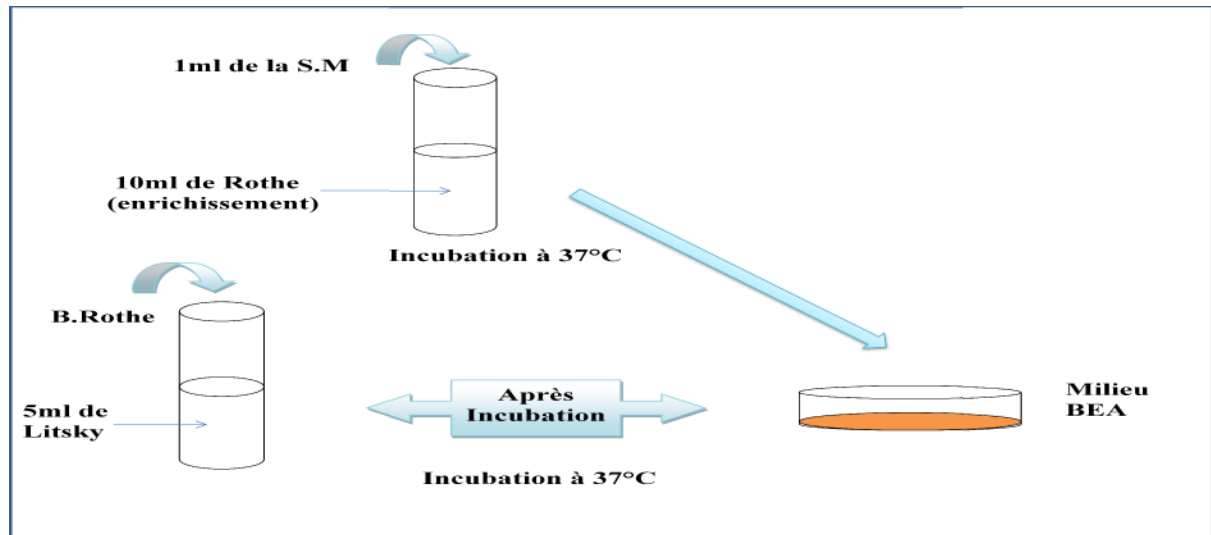


**Figure 22** : protocole représentatif de dénombrement des coliformes fécaux et totaux.

### 1.4.2 Recherche des streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux a été réalisée en deux étapes (figure 23). La première étape consiste à déposer 1ml de la suspension mère dans 10ml du bouillon Rothe. Après une incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h, quelques gouttes du bouillon Rothe positif (trouble) ont été rajoutées dans 5ml du bouillon Litsky. L'apparition d'un trouble et la formation d'un dépôt violet dans le fond du tube indique la présence d'entérocoques.

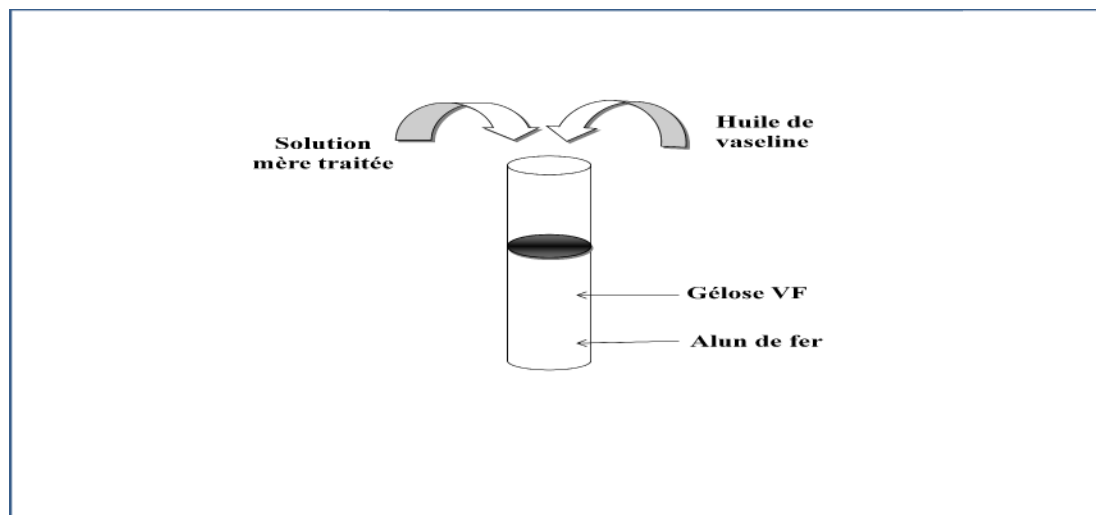
De plus, 100µL du milieu Rothe positif ont été également ensemencées en strie sur une boîte de Pétri contenant le milieu BEA. Après incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h, les colonies typiques montrent une couleur brune à noire dans le milieu.



**Figure 23** : protocole explicatif de la recherche des streptocoques fécaux.

### 1.5 Recherche des clostridium anaérobies sulfito-réducteurs

La suspension mère a été déposée dans un bain marie à 80°C pendant 10 minutes. Un choc thermique a été ensuite réalisé en refroidissant cette suspension mère sous le robinet. Un millilitre de la suspension mère traitée a été déposée dans un tube contenant 15 ml de la Gélose viande-foie. Le milieu est additionné d'une ampoule d'alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium. Le tube a été ensuite recouvert avec de l'huile de vaseline pour créer l'anaérobiose. Lorsque les germes anaérobies réduisent les sulfites en sulfure sur cette Gélose en présence de fer, un noircissement des colonies se produit grâce à la formation de sulfure de fer (figure 24).



**Figure 24** : protocole explicatif de la recherche des clostridium anaérobies sulfito-réducteurs.

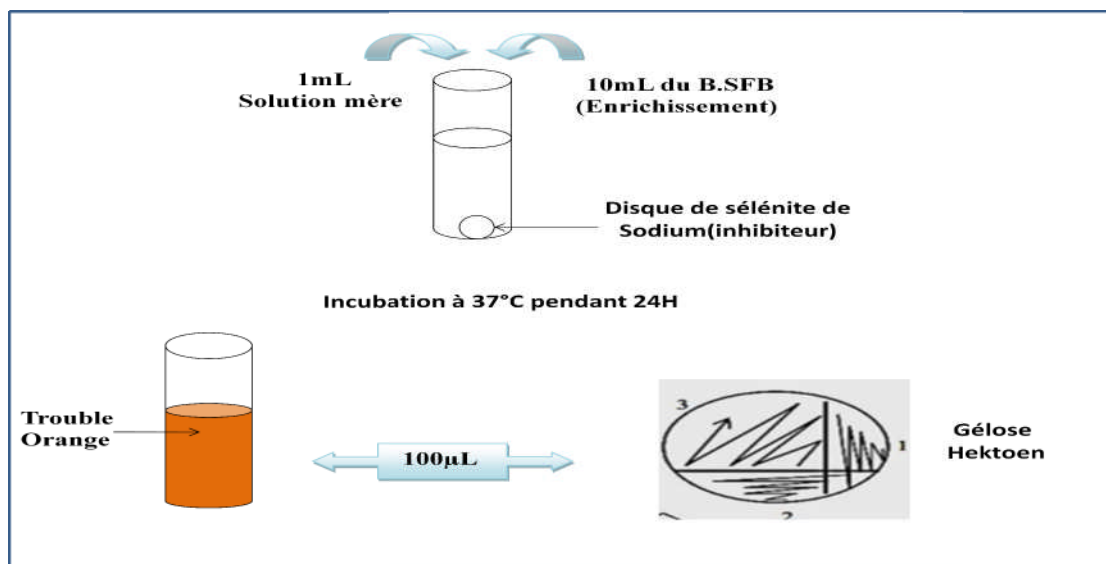
## 1.6 Recherche des pathogènes

### 1.6.1 Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles débute par un enrichissement sur bouillon SFB. Un millilitre de la suspension mère a été ajoutée dans 10 ml de ce milieu dans lequel un disque de sélénite de sodium a été également déposé (figure 25).

Après une incubation à 37°C pendant 24h, un isolement a été effectué sur la Gélose Hektoen, en ensemençant en stries (méthode des 3 quadrants) 100µL de l'inoculum prélevé à partir du milieu d'enrichissement. La boîte a été ensuite incubée à 37°C pendant 24 heures.

La fermentation d'au moins un des sucres (lactose, saccharose et salicine) se traduit par une coloration saumon ou jaune ou orange des colonies. L'absence de fermentation se traduit par une coloration bleue ou verte des colonies. La production de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) est caractérisée par des colonies noires ou à centre noir. *Salmonella* et *Shigella* sont incapables d'utiliser ces trois glucides. La plupart des souches de *Salmonella* présentent donc des colonies vertes ou bleuâtres avec un centre noir.



**Figure 25 :** protocole explicatif de la recherche des salmonelles.

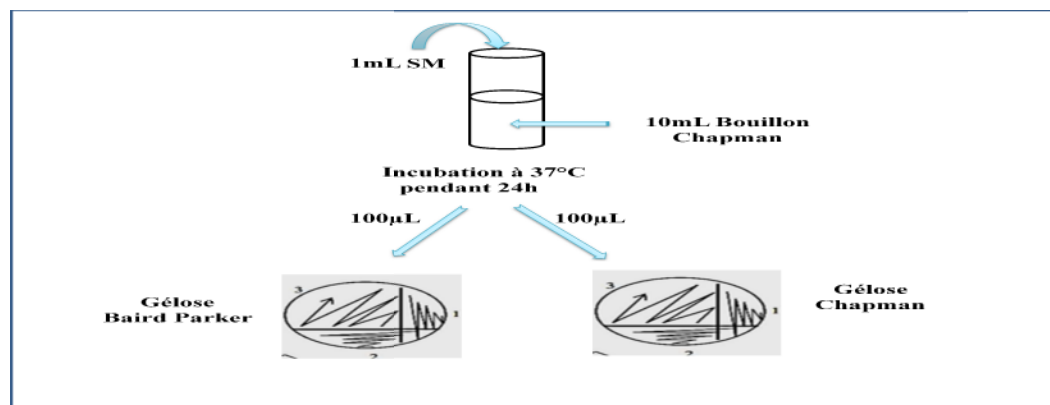
### 1.6.2 Recherche des staphylocoques

Un enrichissement a été réalisé en déposant 1ml de la suspension mère dans 10ml du bouillon Chapman. Après incubation à 37°C pendant 24h, un isolement a été effectué en déposant 100µL de l'inoculum prélevé du bouillon d'enrichissement dans une boîte de Pétri contenant la Gélose Chapman (figure26).

*Staphylococcus aureus* forme des colonies jaunes dorées et entraîne une acidification du milieu par fermentation du mannitol. Les staphylocoques non pathogènes forment en général de petites colonies rouges qui ne modifient pas la couleur du milieu.

En parallèle, une boîte de Pétri contenant la Gélose Baird Parker a été ensemencée avec 100µL de la suspension mère en réalisant des stries. Après incubation à 37°C pendant 24h, les

colonies caractéristiques de *S. aureus* apparaissent noires (réduction du tellurite en tellure) entourées d'un halo d'éclaircissement correspondant à la dégradation du jaune d'œuf par la lécithinase.



**Figure 26 :** protocole explicatif de la recherche des staphylocoques.



Résultats et discussions

V.1 Résultats

V.1.1 Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques sont illustrés dans le tableau 2.

Tableau 3: résultats des paramètres physico-chimiques :

Eléments	Paramètres	Valeurs						Normes algériennes
		Bassin 1		Bassin 2		Bassin 3		
		Volume en ml	Résultats	Volume en ml	Résultats	Volume en ml	Résultats	
Physiques	T°(C)	24,1	24.1	24,2	24.2	22,4	22.4	30
	pH	7,94	7.94	7,33	7.33	7,47	7.47	6,5-8,5
	CE (ms/cm)	58.6	58600	48.4	48400	50.7	50700	-
	Couleur	56	56000	36	36000	36	36000	-
	UV	0.121	121	0.084	84	0.087	87	
	Turbidité (UTN)	0.76	760	0.52	520	0.56	560	-
Chimiques	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg /L)	0.002	2	-	-	0.00	1	50
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg /L)	1.22	1220	0.949	949	1.01	1010	50
	Cl <sup>-</sup> (mg /L)	2.1	8340	2.9	13900	1.7	5560	-
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	2	2000	8	8000	1	1000	2000
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	0.05	50	0.06	60	0.07	70	20
	TAC (F°)	2	10000	2.2	11000	1.7	8500	-
	TA (F°)	-	/	-	/	-	/	-
	Ca <sup>2+</sup> (mg /L)	0.5	4008	0.3	2404.8	0.7	5611.2	-
	TH (F°)	1.8	3600	0.9	1800	1.5	3000	-
	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	1.3	6130.98	0.6	2829.68	0.8	3772.91	-
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	1.57	1570	2.41	2410	2.65	2650	
Eléments Traces Métalliques	Zn (mg /L)	-		0.01	0.002	-		3
	Cd(mg /L)	-		-		-		0.2
	Pb (mg /L)	7,25	7.25	-		-		0,5
	Ni (mg /L)	16,3	3.26	15,7	3.14	16,73	3.35	5

## Résultat de la DBO<sub>5</sub>

D'après la valeur affichée de la DBO<sub>5</sub> qui est de 24 (figure 27), et en tenant compte d'un facteur de dilution de 50, la valeur calculée correspond à 1200 mg d'O<sub>2</sub>/l.



**Figure 27:** Résultat observé de la demande biologique en oxygène.

### V.1.2 Analyse bactériologique

#### 1. Dénombrement de la FMAT

Après incubation à 37°C pendant 48h, aucune colonie n'a été observée sur les boîtes ensemencées avec les dilutions allant de 10<sup>-5</sup> à 10<sup>-10</sup>.

#### 2. Indices de contamination fécale

##### 2.1 Recherche des coliformes totaux et fécaux

Après incubation à 37°C pendant 24h, de petites colonies pourpres de forme lenticulaire ont été observées seulement sur la Gélose VRBL ensemencée avec les dilutions de 10<sup>-5</sup> et 10<sup>-6</sup>. Ces résultats signifient la présence de coliformes totaux qui fermentent le lactose présent dans le milieu dans cet échantillon de lixiviat. Cependant, aucune colonie n'a été observée dans les boîtes incubées à 45°C, témoignant de l'absence des coliformes fécaux ou thermotolérants.

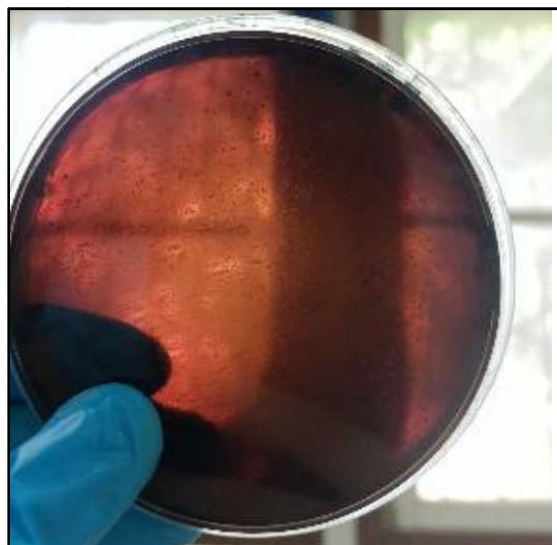
## 2.2 Recherche des streptocoques fécaux

Après incubation à 37°C pendant 24h du milieu Litsky ensemencé avec le bouillon Rothe positif (trouble), un trouble ainsi qu'un dépôt blanchâtre au fond du tube ont été observés. Malgré l'absence de la pastille violette, ces résultats peuvent être considérés comme étant positif (figure 28).



**Figure 28:** résultats observés sur le bouillon Rothe et le bouillon Litsky.

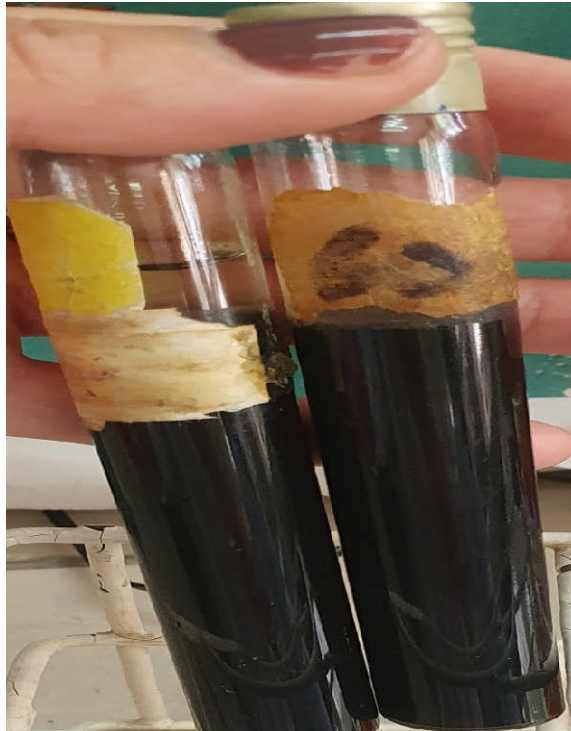
Les résultats ci-dessous ont été confirmés avec le milieu BEA sur lequel de petites colonies translucides avec un halo brun à noir, ont été observées. De plus, un noircissement du milieu suite à l'hydrolyse de l'esculine en esculitine a été également observé (figure 29).



**Figure 29 :** Résultat observé sur la Gélose BEA.

### 2-3- Recherche des clostridiiums anaérobies sulfito-réducteurs

Après incubation à 37°C durant 24h, une coloration noire du tube entier, due à la réduction des sulfites en sulfure par les germes anaérobies, a été observée. Ces résultats témoignent de la présence des clostridiiums sulfito-réducteurs dans cet échantillon de lixiviat (figure 30).

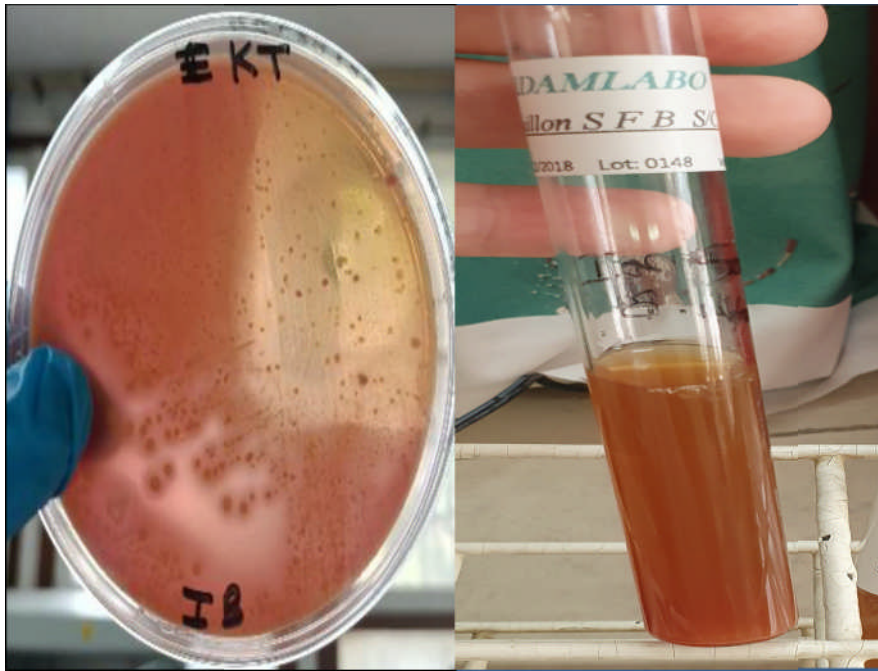


**Figure 30:** résultat observé sur la Gélose VF.

## 3 Recherche des pathogènes

### 3.1 Recherche des salmonelles

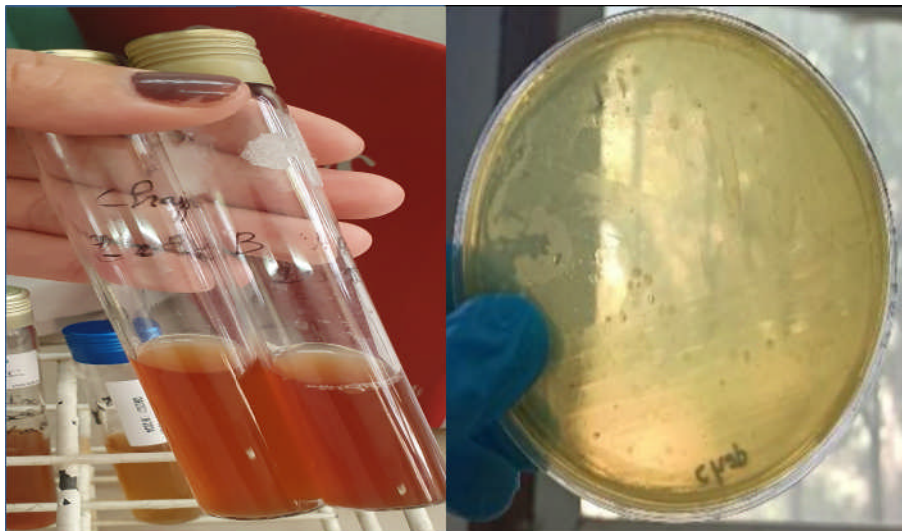
Après l'apparition d'un trouble et d'une couleur orangée dans le bouillon SFB, la Gélose Hektoen a étéensemencée pour l'isolement des salmonelles. Après une incubation à 37°C pendant 24h, des colonies de couleur saumon ont été observées témoignant de la fermentation d'au moins un des trois sucres contenus dans la Gélose Hektoen par des coliformes. Ces résultats signifient donc l'absence de *Salmonella* qui est incapables d'utiliser ces trois glucides (figure 31).



**Figure 31:** résultats observés sur le bouillon SFB et la Gélose Hektoen.

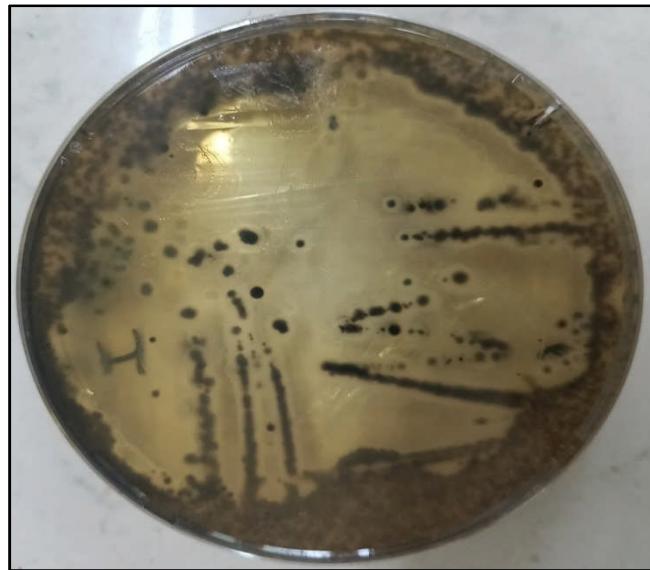
### 3-2-Recherche des staphylocoques

Après l'apparition d'un trouble et du virage au jaune du bouillon Chapman, la Gélose Chapman a été ensemencée pour l'isolement des bactéries du genre *Staphylococcus* et précisément de *S. aureus*. Un virage du milieu au jaune, témoin d'une acidification par fermentation du mannitol, a été observé. De plus, l'apparition de petites colonies jaunes été remarquée, même si elles ne sont pas jaunes dorées comme celles des *S. aureus* (figure 32).



**Figure 32:** résultats observés sur le bouillon et la Gélose Chapman.

Toutefois, l'observation des colonies noires présentant un halo d'éclaircissement sur la Gélose Baird Parker, confirme la présence des *S. aureus* dans cet échantillon (figure 33).



**Figure 33:** résultat observé sur la Gélose Baird Parker.

L'ensemble des résultats obtenus de l'analyse bactériologique est résumé dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4 :** récapitulatif des différents résultats obtenus lors de l'analyse bactériologique.

Germes recherchés	Milieu de culture	Incubation	Résultats obtenus
FMAT	Gélose PCA	37°C pendant 48h	(-)
Coliformes totaux	Gélose VRBL	37°C pendant 24h	(+) Colonies pourpres lenticulaires
Coliformes fécaux	Gélose VRBL	45°C pendant 24h	(-)
Streptocoques fécaux	Gélose BEA	37°C pendant 24h	(+) Colonies noires
Clostridium sulfito-réducteur	Gélose VF	37°C pendant 24h	(+) Colonies noires
Salmonelles	Gélose Hektoen	37°C pendant 24h	(-)
Staphylocoques	Gélose Chapman	37°C pendant 24h	(+) Colonies jaunes
<i>S. aureus</i>	Gélose BP		(+) Colonies noires avec un halo d'éclaircissement

## V.2 Discussions

### V.2.1 Interprétation des résultats des paramètres physico-chimiques

#### 1. Température

La température favorise le développement des micro-organismes dans les lixiviats. Notre effluent présente des températures de l'ordre de 24.1°C, 24.2°C et 22.4°C respectivement aux bassins B1, B2 et B3, proches de la température du milieu environnant, ce qui signifie que les réactions exothermiques sont présentes. Cette valeur reste inférieure à la norme des lixiviats qui est de 30°C [58].

#### 2. pH

Dans l'étude des Lixiviats, le pH est un indicateur qui permet de se situer dans les différentes étapes de dégradation des déchets. Des pH inférieurs à 7 sont caractéristiques des premières phases de dégradation des déchets (phase acidogène). Le pH remonte au cours des phases suivantes et se stabilise autour de 7 à 8 durant la phase de méthanogènes [32].

Le pH des trois bassins est de l'ordre : 7,94, 7,33 et 7,47 se trouve dans l'intervalle de la norme algérienne (6,5 et 8, 5).

#### 3. Conductivité électrique (CE) et cations ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ )

Ce paramètre permet d'évaluer la charge minérale polluante dans l'échantillon à analyser. Sa mesure apporte une information globale sur la quantité des sels chargés présents dans les lixiviats. Les teneurs élevées en conductivité sont corrélées avec les concentrations en chlorure, sulfate, calcium, magnésium, potassium et azote total, cette caractéristique est commune aux lixiviats [3]. Ceci est confirmé par les résultats suivants :

-Les valeurs de la CE enregistrées dans les trois bassins B1, B2, B3 sont respectivement de 58600ms/cm, 48400ms/cm et 50700ms/cm. Les valeurs élevées de conductivité caractérisent un lixiviat chargé qui est peut-être lié à l'âge avancé de la décharge. Cet âge avancé est déterminé par une conductivité élevée, couplée au pH alcalin des lixiviats [33].

- Les valeurs du magnésium enregistrés dans les trois bassins sont respectivement de 6130.98 mg/l, 2829.68 mg/l et 3772.91 mg/l. En ce qui concerne le calcium, les valeurs enregistrées sont de : 4008 mg/l, 2404.8 mg/l et 5611.2 mg/l.

La concentration élevée d'ions dissous indique une forte pollution ou une forte activité de dissolution de matériaux.

#### 4. Couleur et UV

Les UV sont utilisés dans les analyses pour détecter les composés organiques car beaucoup d'entre eux absorbent la lumière UV à certaines longueurs d'onde. Et les valeurs obtenues durant notre étude indiquent une absorbance élevée par des valeurs élevées de 84, 87 et 121 qui ont été mesurées dans les trois bassins, ce qui indique une pollution importante.

Les valeurs de couleur mesurées sont élevées, atteignant 56 000 dans le premier bassin et 36 000 dans les deux autres. Cela indique une concentration significative de substances colorantes ou de matières organiques dissoutes dans le lixiviat, ce qui impacte sa couleur.

## 5. Turbidité

Les résultats obtenus, montrent que les lixiviats étudiés sont très turbides avec des saletés élevées (760 NTU, 520 NTU et 560 NTU).

Les valeurs élevées de la turbidité s'expliquent par l'état avancé de la décomposition des déchets. Ce qui stipule que les lixiviats de la décharge d'Oued Falli sont très chargés et très pollués.

## 6. Différents types d'anions et de cations

### ➤ Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les niveaux de nitrites dans les bassins B1, B2 et B3 sont faibles, avec des valeurs respectives de 2 mg/l, 0 mg/l et 1 mg/l, bien en dessous de la norme algérienne de 50 mg/l. En revanche, les concentrations élevées de nitrates observées indiquent une nitrification efficace, où les bactéries nitrifiantes transforment les nitrites en nitrates. Cette conversion fait partie intégrante du cycle de l'azote, et une forte concentration de nitrates résulte souvent de cette étape du processus de décomposition.

### Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

D'après les résultats obtenus qui sont respectivement de 1220 mg/l, 949 mg/l et 1010 mg/l, ces valeurs moyennes sont deux fois supérieures à la norme admise par l'OMS (1980) qui est de 50 mg/l.

Cette importante teneur en nitrates peut être due à une forte dénitrification bactérienne par une minéralisation de l'azote ammoniacale nitrates. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Hicham (2002)**.

### ➤ Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

L'ion chlorure est un élément très mobile, qui migre facilement vers les nappes sous-jacentes. Il n'est ni affecté par les phénomènes d'adsorption ni par les échanges d'ions. Il n'intervient pas aussi dans les équilibres acido-basiques ou d'oxydoréduction. Il n'est pas non plus retenu par les complexes argilo humiques des sols [35]. Ainsi, il est fréquemment utilisé comme un bon traceur conservatif qui permet de mettre en évidence l'impact des lixiviats sur la qualité physicochimique des nappes phréatiques [9, 36,37].

La teneur moyenne en ions chlorures est de 8340 mg/l pour le premier bassin, 13900 mg/L pour le deuxième et de 5560 mg/l pour le troisième bassin, ces valeurs dépassent la norme de potabilité de l'UE qui est de 250 mg/l et les limites supérieures admissibles (600 mg/l) fixées par l'OMS (1984).

➤ **Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Les concentrations moyennes des ions sulfates dans les trois bassins sont les suivantes : le premier bassin représente une concentration de 2000 mg/l, qui est conforme à la norme algérienne pour les lixiviats. En revanche, le deuxième bassin affiche une concentration de 8000mg/l, ce qui dépasse largement la norme et le troisième à une concentration de 1000mg/l, qui est inférieure à la norme.

Les sulfates présents dans les lixiviats des décharges proviennent principalement de la décomposition des matières organiques, des déchets solubles (les déchets de construction, de la cendre, des détergents synthétiques) [34].

➤ **Ortophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Le phosphore est présent dans les lixiviats sous différentes formes :

✓Phosphore organique : comme les phospholipides, les phosphoprotéines.

✓Phosphore minéral : dérivé de l'acide phosphorique comme les ortho-phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$  et  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). L'ensemble des formes organiques et minérales constitue le phosphore total.

La présence de phosphore dans les eaux entraîne un développement important des algues microscopiques et macroscopiques [5].

Le résultat moyen obtenu en Ortophosphates est de 50, 60 et 70 mg/l respectivement. Nous remarquons que cette valeur est très élevée par rapport à la norme de rejet qui est de 20 mg/l.

➤ **Titre alcalimétrique complet et titre alcalimétrique**

D'après les résultats obtenus, des valeurs élevées du TAC ont été observées à savoir : 10000, 11000 et 8500 F° respectivement dans les trois bassins, ce qui signifie que le lixiviat de cette décharge contient des bicarbonates à forte concentration.

Par ailleurs, on a marqué l'absence totale du paramètre TA, donc absence de carbonates car si les acides organiques sont présents en grande quantité, ils peuvent neutraliser les carbonates et les bicarbonates disponibles, réduisant ainsi le TA, tout en maintenant un TAC élevé.

➤ **Titre hydrotimétrique (TH)**

Les teneurs en ions calcium et magnésium traduisent ce que l'on appelle la dureté d'une eau ou titre hydrométrique. Les teneurs élevées en ions calcium et magnésium expliquent les valeurs élevées du titre hydrotimétrique qui sont de 3600 F° pour le 1<sup>er</sup> bassin, 1800 F° pour le 2<sup>ème</sup> bassin et 3000 F° pour le 3<sup>ème</sup> bassin.

➤ **Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

L'ammonium présente une accumulation importante qui a atteint 1570 mg/l, 12410 mg/l et 2650 mg/l dans l'ordre des bassins. Ce qui indique une contamination par des composés azotés issus de la décomposition de matières organiques.

**7. DBO5**

La valeur observée de ce paramètre est de 1200mg/l. Cette valeur dépasse les limites de la réglementation algérienne qui sont de l'ordre de 40 mg/let indique la présence de fortes quantités de matières organiques dans son lixiviat.

Les fortes concentrations de la DBO5 sont dues à la dégradation de la matière organique sous l'action des microorganismes.

**8. DCO**

Malgré plusieurs tentatives d'analyser la DCO des lixiviats, les résultats n'ont pas pu être obtenus. Cela pourrait être dû à des conditions expérimentales inappropriées ou, plus probablement, à l'âge des lixiviats qui se sont stabilisés.

**9. Eléments traces métalliques (ETM)**

Naturellement, les ETM sont présents dans le sol à l'état de trace. Ce sont les activités anthropiques qui renforcent leur présence. La pollution en ETM des déchets enfouis est un problème à long terme, qui suscite beaucoup d'inquiétudes [39].

D'après nos résultats de dosage des ETM dans les lixiviats des trois bassins, nous avons observé de fortes concentrations en nickel dont les valeurs suivantes :16.3 mg/l, 15.7 mg/l et 16.73 mg/l. Ces valeurs excèdent la norme algérienne de 5 mg/l. Il est donc crucial d'assurer une gestion appropriée des déchets et des matériaux contenant du nickel afin de réduire les impacts de ce métal et de protéger la santé humaine ainsi que l'environnement.

Concernant le Zn, il n'a été détecté que dans le 2<sup>ème</sup> bassin avec une valeur moyenne de 0.01 mg /l, une valeur inférieure à la norme de rejet (3 mg/l) donc il est à l'état de trace. Cela peut suggérer que le lixiviat ne présente pas de risque élevé de contamination par le zinc donc un signe de bonne gestion des déchets ou de faible libération de zinc depuis les matériaux mis en décharge.

Le plomb a été détecté uniquement dans le premier bassin, avec une concentration moyenne de 7,25 mg/l, ce qui dépasse largement la valeur limite de rejet de 0,5 mg/l. De plus, il n'a été trouvé dans aucun des autres bassins.

Dans cette étude nous n'avons pas pu détecter du cadmium (absence totale) dans les trois bassins. Ce qui peut indiquer que ce métal n'est pas présent dans les matériaux ou déchets qui ont été mis en décharge ou que le cadmium ne se libère pas dans le lixiviat lors de processus de dégradation.

En se référant au tableau 1, qui présente les types de lixiviats, on constate que notre lixiviat est stabilisé en raison de sa faible concentration en métaux.

### V.2.2 Interprétation des résultats bactériologiques

Dans cette étude, la pollution bactériologique d'un lixiviat prélevé au niveau de la station de CET Oued Falli de Tizi-Ouzou a été évaluée. Pour cela, un dénombrement de la FMAT, une recherche des indicateurs de contamination fécale ainsi que des pathogènes (salmonelles et staphylocoques) ont été réalisés.

Le dénombrement de la FMAT n'a pas pu être effectué en raison de l'absence de colonies sur les boîtes ensemencées avec les dilutions allant de  $10^{-5}$  à  $10^{-10}$ . Contrairement à ce qui a été rapporté dans d'autres études (40 ; 41 ;42), notre échantillon de lixiviat semble contenir une faible charge bactérienne. Cette dernière pourrait être expliquée par la forte concentration en certains métaux lourds présents dans ce lixiviat. En effet, certains métaux lourds sont souvent toxiques pour les microorganismes même à faible concentration [42]. Ces composés provoquent divers dommages au niveau des cellules bactériennes impactant la physiologie et la survie de ces dernières. Il a été observé par exemple un allongement de la phase de latence, une inhibition des activités enzymatiques [43], une altération de la structure de l'ADN [44], une modification de la composition et de la structure des populations bactériennes [45], ainsi qu'une réduction de la diversité bactérienne [46]. De ce fait, seules les bactéries ayant développé des mécanismes de résistance peuvent survivre dans les environnements pollués par les métaux lourds. Certaines bactéries disposent en effet d'un arsenal génétique et de divers mécanismes de résistances aux métaux lourds, telles que la séquestration, les systèmes d'efflux et la conversion enzymatique. D'ailleurs, ces mécanismes peuvent être exploités dans la bioremédiation (47; 48). Par ailleurs, la présence d'une forte charge virale, notamment celle des bactériophages, qui lisent les cellules bactériennes pourrait également expliquer cette faible concentration bactérienne [49].

En outre, la présence de coliformes totaux a été mise en évidence sur le milieu VRBL mais aucun coliforme fécal n'a été détecté sur ce même milieu. La survie des bactéries fécales dépend de nombreux facteurs dont la température, l'exposition au rayonnement solaire, la présence de nutriments, le pH du milieu, ainsi que la concurrence et la prédation par les autres microorganismes [50]. Des entérocoques, également utilisés comme indicateur de contamination fécale, ont été aussi détectés dans notre échantillon. Les streptocoques fécaux sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. La détection de fortes concentrations d'entérocoques pourrait indiquer la présence de matières fécales et par conséquent celle de bactéries, de virus et de protozoaires d'origine fécale [51]. Contrairement à d'autres microorganismes indicateurs de contamination fécale, tels que *Escherichia coli*, les entérocoques sont caractérisés par une plus importante résistance à certains stress environnementaux (rayonnement ultraviolet, salinité, etc.). Ils sont également plus résistants aux différentes méthodes utilisées dans le traitement des eaux usées comme la chloration [52]. La détection de l'indicateur *E. coli* est une preuve tangible de la présence d'une contamination fécale récente tandis que les entérocoques témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne. Une étude similaire effectuée par EzZoubi *et al.* (2010) sur le lixiviat de la décharge de la ville de Fès (Maroc), a montré que les coliformes et les entérocoques étaient présents en abondance. En effet, ce lixiviat brut a montré la présence de fortes concentrations en coliformes totaux d'une valeur moyenne de  $6,28 \cdot 10^6$  UFC/ml,

tandis que les concentrations moyennes des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux étaient de  $1,39 \cdot 10^5$  et  $6 \cdot 10^6$  UFC/MI respectivement. Dans une autre étude, des taux supérieurs à  $2,43 \cdot 10^7$  UFC/ml ont été enregistrés pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux dans le jus de la décharge publique de Kénitra au Maroc [53].

La présence de Clostridiiums sulfito-réducteurs a été également révélée suite à un noircissement sur la gélose VF. Il s'agit d'un groupe de bactéries qui se développent uniquement en absence d'oxygène et ont la capacité de produire du sulfure d'hydrogène. Dans des conditions défavorables, elles peuvent se transformer en une forme de résistante, appelée spore. La recherche de ces bactéries peut signaler une contamination fécale ancienne, en raison de la longue survie de ces spores dans le milieu extérieur [54]. La présence des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs dans le lixiviat a été également mise en évidence dans d'autres études (39 ; 52).

La présente étude a également montré l'absence des salmonelles. Des colonies de couleur saumon ont été observées sur la gélose sélective Hektoen témoignant de la fermentation d'au moins un des trois sucres (lactose, saccharose et salicine) contenus dans cette gélose. Les Salmonelles sont incapables d'utiliser ces trois glucides, contrairement à la plupart des coliformes non pathogènes qui peuvent en utiliser au moins un. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Ez Zoubi *et al.* (2010), dont la recherche des salmonelles dans le lixiviat a montré une absence totale de ces bactéries pathogènes.

Par ailleurs, notre étude a révélé la présence d'un autre pathogène ; il s'agit des staphylocoques. Ces derniers font partie de la flore cutanée naturelle et colonisent particulièrement les muqueuses externes. Cependant, ces bactéries sont fréquemment retrouvées dans l'environnement (eaux non-traitées, sols, etc.). *Staphylococcus aureus* est responsable de nombreuses infections chez l'homme, notamment les infections des plaies chroniques, les ostéomyélites, les endocardites et les pneumonies [55]. Elle sécrète également des toxines responsables d'infections toxiques, telles que les toxi-infections alimentaires [56]. Le traitement des infections à *S. aureus* est souvent difficile à cause des souches multi résistantes, notamment à la méthicilline, appelées SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline) [57]. La présence des staphylocoques dans le lixiviat a été fréquemment rapportée. Les travaux réalisés par Qiu *et al.* (2023), ont montré la présence de ce pathogène dans le lixiviat de la décharge de la province de Zhejiang, en chine. Une autre étude réalisée par Abed *et al.* (2014), a également révélé la présence des staphylocoques dont la concentration varie en fonction des saisons dans le lixiviat d'une décharge publique de Kénitra.

Le lixiviat des décharges est non seulement une source importante de contamination microbiologique qui peut contaminer la nappe phréatique, mais également un réservoir majeur de gènes de résistance aux antibiotiques [55].



Conclusion générale

## *Conclusion générale*

L'enfouissement des déchets demeure une méthode de gestion particulièrement économique. Toutefois, cette pratique a souvent été mise en œuvre sans une prise en compte exhaustive des problèmes qu'elle peut engendrer, tels que la production de lixiviat, ce liquide potentiellement polluant qui s'écoule des déchets en décomposition. C'est pourquoi notre étude se concentre sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des lixiviats provenant de la décharge d'Oued Falli.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que ceux-ci se caractérisent par une température inférieure à 25°C, des valeurs du pH toutes supérieures à 7, ce qui indique une légère basicité, ainsi qu'une pollution organique manifestée par une valeur élevée de DBO5. La pollution minérale et azotée est représentée par des valeurs élevées en ions  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , ainsi que par un taux élevé de titre alcalimétrique total, accompagnée d'une conductivité et d'une turbidité significatives.

Concernant les concentrations en éléments traces métalliques, nous avons observé :

- Une concentration élevée en nickel qui dépasse la norme algérienne.
- Une concentration élevée en plomb dans l'un des bassins, avec une valeur moyenne de 7,25 mg/l, ce qui excède la limite de rejet fixée à 0.5 mg/l.
- Une détection du Zn que dans le 2<sup>ème</sup> bassin avec une valeur moyenne de 0.01 mg /l, inférieure à la norme de rejet (3 mg/l).
- Une absence totale du cadmium.

Les analyses bactériologiques révèlent une forte présence de germes contaminants d'origine fécale, tandis qu'aucun germe pathogène de type salmonelle n'est détecté.

Ainsi, le rejet direct des lixiviats présente un risque considérable pour toutes les composantes de l'environnement naturel, en raison de la charge organique polluante et de la concentration en métaux lourds qui dépasse les normes de rejet, ainsi que l'activité bactérienne. Il est impératif d'apporter une attention particulière afin d'éviter les pollutions susceptibles d'être engendrées dans le milieu environnant.

### *Propositions et perspectives*

La station de traitement de lixiviat d'Oued Falli à Tizi Ouzou a été mise en service en 2012. Sa construction a été un projet important pour la gestion des déchets et la protection de l'environnement dans la région. Elle a été conçue pour traiter les lixiviats produits par la décharge d'Oued Falli et améliorer ainsi la gestion des déchets solides et le respect des normes environnementales. Mais cette station n'a fonctionné que 15 jours car elle a rencontré plusieurs difficultés notamment financières et techniques. Des problèmes tels que la maintenance, des difficultés dans l'exploitation des équipements, ainsi que des contraintes budgétaires et administratives qui ont contribué à l'arrêt du projet. Ces défis ont impacté la capacité de la station à fonctionner efficacement et à atteindre ses objectifs de gestion de déchets. Pour atteindre ces derniers, il faut :

- Assurer une surveillance continue des impacts environnementaux et garantir que la station respecte les réglementations et les normes en vigueur ;
- Examiner l'efficacité énergétique de la station et explorer des moyens de réduire la consommation d'énergie, comme l'utilisation de sources d'énergie renouvelables ;
- Évaluer les coûts opérationnels et de maintenance de la station. Chercher des moyens de réduire ces coûts tout en maintenant une qualité de traitement adéquate ;
- Renforcer la communication avec la communauté locale pour assurer une transparence sur les opérations de la station et sur ses impacts.

Ce type de station est essentiel pour minimiser les impacts environnementaux des décharges et protéger les ressources en eau et les écosystèmes locaux. Le bon fonctionnement de cette station est également important pour garantir la santé publique en évitant les risques liés à la pollution de l'eau et des sols. (figure 34) qui représente la station de traitement des lixiviats



**Figure 34** : station de traitement des lixiviats.



## Références bibliographiques

## ***Références bibliographiques***

- [1] Cours de traitement des eaux potables, Master II, FS, Boumerdes, 2015.
- [2] Traitement des lixiviats de la décharge contrôlée du Grand Agadir par aération intensive (Y. JIROU1, M.C. HARROUNI1, M. BELATTAR2, M. FATMI1 & S. DAOUD2) *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2014) 2 (2) :59-69 59 (ARTICLE 812).*
- [3]A. DAMIEN: Guide du traitement des déchets ; DUNOD, Paris, 2002.
- [4]D. HUEBER: Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains ; GT GmbH, juillet 2001.
- [5] HAMOURLI.K et DJEMAA.R : 2006, Evaluation de la pollution des lixiviats de la décharge d'Oued Fayet et proposition d'un traitement. Projet de fin d'étude, USTHB.
- [6] M. MURAT: Valorisation des déchets et sous-produits industriels. Paris (1981).
- [7] M. SOKONA MOHAMED YUBA et M. CISSE MOUHAMDOUN : 2013, Étude du centre d'enfouissement technique de corso, caractérisation des déchets et du lixiviat. Génie de l'environnement. Université M'Hamed bougara de Boumerdes.
- [8] SOPHIE VANDERMEERSCH, « Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes, Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire », Université Libre de Bruxelles, 2005-2006.
- [9] KHATTABI H, 2002- Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etuefont (Belfort, France), Thèse de Doctorat, Institut des Sciences de l'Environnement, Université de Franche Comté. 167 p.
- [10] Martin Pépin AINA : Expertises des Centres d'Enfouissement Technique des déchets urbains dans les PED : Contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites. Thèse de doctorat de l'université de LIMOGES, Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, (Septembre 2006).
- [11] LAIBA.M, LIBAN. H, « impact des lixiviats de débris de démolition sur les eaux souterraines », mémoire de master, Université M'Hamed Bougara de Boumerdes, 2006/2007.
- [12] BERTHE C., 2006. Etude de la Matière Organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 196 p.
- [13] HEBBAR. CH, « Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignade cas des plages d'Ain-franin et de krisel », mémoire, Université d'Oran /ES faculté des sciences département de physique, 30/11/2005.

- [14] N. MILLOT, 1986, Les lixiviats de décharges contrôlées : Caractérisation analytique et études des filières de traitement. Thèse de doctorat, INSA Lyon.
- [15] Y. JIROU1, M.C. HARROUNI1, M. BELATTAR2, M. FATMI1 & S. DAOUD :2014, Traitement des lixiviats de la décharge contrôlée du Grand Agadir par aération intensive
- [16] ALOUEIMINE S.O. 2006. Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contributions à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 195 p.
- [17] AINA M.P., 2006. Expertises des centres d'enfouissement techniques de déchets urbains dans les PED : contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France.
- [18] S.KHIATI et S.BENAMMAR : Etude physico-chimique des eaux de lixiviation et contribution à l'étude de leur traitement, PFE à ENP, Génie de chimique (2007)
- [19] EL Fadel H. (2012) thèse de doctorat : Traitement physico-chimique et biologiques des lixiviats de la décharge publique contrôlée de la ville de Fès : Application des procédés de filtration, coagulation-floculation et du SBR
- [20] Labadi N. et Saadoudi M. (2019). Contribution à l'étude de caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'El Oued (CET). Mémoire de Master, Biodiversité et environnement, Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued, 88 p.
- [21] EMILIEN B. (2006) Evolution de l'impact environnemental de lixiviats d'ordures ménagères sur les eaux superficielles et souterraines, approche hydro biologique et hydrogéologique. Site d'étude : décharge d'Etuefont.
- [22] P. THONART et S.I. DIABATE, « Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud », Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF), Québec, Canada, 2005.
- [23] ROBINSON H.D. & GRONOW J.R. A review of landfill leachate composition in the UK. In: T.H. Christensen, R. Cossu & R. Stegmann (Eds). Proceedings Sardinia 1993, Fourth International Landfill Symposium, 1993, Cagliari, Italy, 1, 821-832. (1993).
- [24] OMARIL, SALHI.M., 2014. « Contribution à l'étude de la Gestion des déchets au niveau de CET d'Oued Falli de la wilaya de Tizi-Ouzou » mémoire d'ingénieur. UMMTO. P8, 43.
- [25] BOUGHACHICHE N., CHOUARFIA F., 2016. L'Aménagement d'un Parc d'Enfouissement Technique Classe 02 -Oum El Bouaghi- Thèse de master 2 en Aménagement et Projets des villes, Université L Arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 33p.
- [26] A. BENDJAMA, Etude des bentonites algériennes. Thèse de Magister, ENP, Alger (1982).

- [27] BREMAUDE C., CLAISSE J.R., LEULIER F., THIBAUT J., (2006). Alimentation, santé, qualité De l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, Edition Educagri, Dijon, France, p220-221.
- [28] GAUJOUS D., (1993). La pollution, des milieux aquatiques : aide-mémoire. 2<sup>ème</sup> édition rue Lavoisier : technique et documentation. 212p.
- [29] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., BRUNET R., (2009). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 9<sup>ème</sup> édition – pris : dumod.1579p.
- [30] RODIER J., (1996). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats série environnement et sécurité. 5<sup>ème</sup> édition 633-668p.
- [31] AITGHERBIS, « caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'OuledFayet et essai de traitement par coagulation », mémoire de master, Faculté des sciences de l'ingénieur Boumerdes, 2008 /2009.
- [32] MEDKOUR YACINE : 2012, caractérisation et traitement des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'OuledFayet, génie de l'environnement, école nationale polytechnique.
- [33] HICHAM, K. (2002). Intérêt de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydro biologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort, France). Thèse de Doctorat en Sciences de l'eau et de l'environnement. Techniques Institut des Sciences de l'Environnement. 167pages.
- [34] SHAKER, A. A., (2016) : Impact des éléments trace métalliques sur le milieu et apport de la cytométrie en flux dans l'étude du fonctionnement des lagunes de la décharge d'Etueffont (territoire de Belfort, France). Thèse de doctorat présentée à l'UFR des sciences et Techniques pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ de FRANCHE COMTÉ. Discipline : Sciences de l'environnement Spécialité : Écotechnologies. 340pages.
- [35] CHOFQI A. (2004). Mise en évidence des mécanismes de contamination des eaux souterraines par les lixiviats d'une décharge incontrôlée (El Jadida Maroc) : Géologie, hydrogéologie, Géo- électrique, Géochimie et Epidémiologie. Univ-Chouaib Doukkai Fac dessci.El Jadida.
- [36] APPELO, C. A. J., & POTSMAN, D. (1993), Geochemistry, groundwater and pollution. A.A. Balkema, Rotterdam, 540 p.
- [37] CHIPPAUX, J. P., HOUSSEIER, S., GROSS, P., BOUVIER, C., & BRISSAUD, F.(2002) : Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger, Bull Soc Pathol Exot, 94, 2, 119-123.

- [38] MAKHOUKH, M., SBAA, M., BERRAHOU, A., & VAN CLOOSTER, M. (2011). Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). *LARHYSS Journal* ISSN 1112-3680, (9).
- [39] STEPHENS, S. R., ALLOWAY, B. J., CARTER, J. E., & PARKER, A. (2001). Towards the characterisation of heavy metals in dredged canal sediments and an appreciation of 'availability': two examples from the UK. *Environmental Pollution*, 113(3), 395-401.
- [40] YASSINE EZZOUBI, MOHAMED MERZOUKI, LAILA BENNANI, ABDELHAKIM EL OUALILALAMI, MOHAMED BENLEMLIH. Procédé pour la réduction de la charge polluante du lixiviat de la décharge contrôlée de la ville de Fès. *Environnement, Ingénierie & Développement*, 2010, N°58 - Avril 2010, pp.22-29.
- [41] ZHANG, Q. Q., TIAN, B. H., ZHANG, X., GHULAM, A., FANG, C. R., & HE, R. (2013). Investigation on characteristics of leachate and concentrated leachate in three landfill leachate treatment plants. *Waste management*, 33(11), 2277-2286.
- [42] JABŁOŃSKA-TRYPUĆ, A., WYDRO, U., WOŁEJKO, E., PIETRYCZUK, A., CUDOWSKI, A., LESZCZYŃSKI, J., & BUTAREWICZ, A. (2021). Potential toxicity of leachate from the municipal landfill in view of the possibility of their migration to the environment through infiltration into groundwater. *Environmental Geochemistry and Health*, 1-16.
- [43] NWEKE C. O., C. S. ALISI, J. C. OKOLO AND C. E. NWANYANWU, 2007. Toxicity of Zinc to Heterotrophic Bacteria from a Tropical River Sediment. *Appl. Environ. Res.* 5:23-132.
- [44] RATHNAYAKE V. N., M. MEGHARAJ, N. BOLAN, AND R. NAIDU. 2009. Tolerance of Heavy Metals by Gram Positive Soil Bacteria. *W. Acad. Sc., Engin. Techn.* 53:1185-1189.
- [45] SATCHANSKA G., E. N. PENTCHEVA, R. ATANASOVA., V. GROUDEVA, R. TRIFONOVA, AND E. GOLOVINSKY, 2005. Microbial Diversity in Heavy-Metal Polluted Waters. *Biotechnol.&Biotechnol.Eq.*,19:61-67.
- [46] SANDAA R. A., Ø. ENGER AND V. TORSVIK, 1999. Abundance and Diversity of Archaea in Heavy-Metal-Contaminated Soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65:3293–3297.
- [47] JIMRON, M. F., KURNIAWAN, S. B., & ABDULLAH, S. R. S. (2021). Resistance of bacteria isolated from leachate to heavy metals and the removal of Hg by *Pseudomonas aeruginosa* strain FZ-2 at different salinity levels in a batch biosorption system. *Sustainable Environment Research*, 31, 1-13.
- [48] SREEDEVI, P. R., SURESH, K., & JIANG, G. (2022). Bacterial bioremediation of heavy metals in wastewater: a review of processes and applications. *Journal of Water Process Engineering*, 48, 102884.

- [49] KHORSHIDTALAB, M., DURUKAN, İ., TUFEKCI, E. F., NAS, S. S., ABDURRAHMAN, M. A., & Kiliç, A. O. (2022). Isolation and characterization of lytic bacteriophages from wastewater with phage therapy potentials against gram-negative bacteria. *The Eurasian Journal of Medicine*, 54(2), 157.
- [50] KORAJKIC, A., PARFREY, L. W., MCMINN, B. R., BAEZA, Y. V., VANTEUREN, W., KNIGHT, R., & SHANKS, O. C. (2015). Changes in bacterial and eukaryotic communities during sewage decomposition in Mississippi river water. *Water research*, 69, 30-39.
- [51] Monitoring Bathing Waters – A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes, JAMIE BARTRAM AND GARETH REES; E&FN Spon Press, London and New York, 2000, 337 pp, ISBN 0-419-24380-1 HBK, ISBN 0-419-24370-4 PB.
- [52] FERGUSON, B., DIGIANO, F. A., & CHANDRAN, K. (2005). Impact of Temporary Switches from Monochloramine to Free Chlorine on Water Quality in Distribution System. In *Annual Conference of AWWA, San Francisco, California.*, AWWA.
- [53] ABED, H., ESAMIL, A., BARRAHI, M., CHAHBOUN, N., KHADMAOUI, A., & OUHSSINE, M. (2014). Evaluation analytique de la qualité microbiologique des eaux de lixivats de la décharge publique de Kénitra/[Analytical Evaluation of the microbiological water quality of landfill leachate Kenitra]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7(3), 1225.
- [54] JUNQUEIRA, V. C. A., NETO, R. C., DA SILVA, N., & TERRA, J. H. (2012). Comparison of methods for the enumeration of *Clostridium perfringens* spores in water. *Water Science and Technology*, 65(2), 227-232.
- [55] QIU, C., ZHOU, Y., WANG, H., CHU, Y., ZHENG, L., CHEN, Y., & FANG, C. (2023). Microplastics enrichment characteristics of antibiotic resistance genes and pathogens in landfill leachate. *Chemosphere*, 341, 140100.
- [56] LIU, A., GARRETT, S., HONG, W., & ZHANG, J. (2024). *Staphylococcus aureus* Infections and Human Intestinal Microbiota. *Pathogens*, 13(4), 276
- [57] ALGHAMDI, B. A., AL-JOHANI, I., AL-SHAMRANI, J. M., ALSHAMRANI, H. M., AL-OTAIBI, B. G., ALMAZMOMI, K., & YUSOF, N. Y. (2023). Antimicrobial resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Saudi journal of biological sciences*, 30(4), 103604.
- [58] Journal officiel de la république algérienne n°2, 24 Rabie El ouel 1427, 23 Avril 2006.



# Annexes

## Annexe 1

 **Matériel**

Appareils	Verrerie	Autres outils	Réactifs
-Autoclave ; -Bain marie ; -Etuve.	-Tubes à essais ; -Pipettes Pasteur ; -Flacons ; -Béchers ; -Micropipette ; -Boîtes de Pétri.	-Embouts bleus ; /jaunes ; -Portoir des tubes à essai ; -Bec Bunsen ; -Pince en bois.	-violet de gentiane ; -Alcool ; -Fuchsine ; -Lugole.

 **Milieux de culture**

Milieux liquides	Milieux solides
-Bouillon SFB. -Bouillon Chapman. -Bouillon Rothe. -Bouillon Litsky.	-Gélose PCA. - Gélose Nutritive(GN). - Gélose Viande-Foie(VF). -Gélose VRBL. -Gélose Chapman. -Gélose Hektoen. -Gélose Baird Parker. -Gélose BEA.

 **Composition des milieux de culture**
**1-Gélose PCA**

- Composition en g/l

Trypton.....5g.

Extrait autolytique de levure.....2,1g.

Glucose .....1g.

Agar.....15g .

- Ph du milieu prêt à l'emploi 7,4+/-0,1 a 15°C.

**2-Gélose nutritive(GN)**

- Composition en g/l

---

Peptone .....	5g.
Extrait de viande.....	1g.
Extrait de levure.....	2g.
Chlorure de sodium .....	5g.
Agar-agar.....	15g.

- pH du milieu prêt à l'emploi 7,4+/-0,2 à 25°C.

### 3-Gélose BEA

- Composition en g/l

Peptone tryptique.....	17g.
Peptone peptique de viande.....	3g.
Extrait de levure.....	5g.
Bile de bœuf déshydraté.....	10g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Citrate de sodium.....	1g.
Esculine.....	1g.
Citrate de fer ammoniacal.....	0,5g.
Gélose.....	13g.

- Ph du milieu prêt à l'emploi 7,1+/-0,2 à °C.

### 4-Gélose Hektoen

- Composition en g/l

Peptone .....	15g .
Saccharose. ...	14g.
Lactose.....	14g.
Salicine.....	.2g.
Chlorures de sodium.....	5g.
Thiosulfate de sodium.....	5g.
Citrate ferrique ammoniacal(III).....	1,5g.

Sels biliaires.....	2g.
Bleu de bromothymol.....	0,05g.
Fuchsine acide.....	0,08g.
Agar-agar.....	13,5g.

### 5-Gélose Baird-Parker

- Composition en g/l

Peptone de caséine.....	10g.
Extrait de bœuf .....	5g.
Extrait de levure.....	1g.
Glycine.....	12g.
Pyruvate de sodium.....	10g.
Chlorure de lithium.....	5g.

Emulsion de jaune d'œuf : 50ml (jaune d'œuf dilué à 30% dans du sérum physiologique).

Tellurite de potassium : 100mg (soit 10ml d'une solution aqueuse à 1% m/v).

### 6-Gélose VRBL

- Composition en g/l

Eau distillée.....	1L.
Peptone.....	7g.
Chlorure de sodium.....	5g.

### 7-Gélose viande-foie (VF)

- Composition en g/l

Peptone viande-foie.....	30g.
Glucose.....	2g.
Amidon soluble.....	2g.
Sulfite de sodium.....	2,5g.

### 8-Gélose Chapman

- Composition en g/l

Peptone .....	10g.
Extrait de bœuf.....	1g.
Chlorure de sodium.....	75g.
D-mannitol.....	10g.
Rouge de phénol .....	25mg.
Agar.....	15g.

- Ajuster le pH à 7,5+/-0,2°C (après autoclavage).

-  Composition des bouillons

Bouillons	Ingrédients	Gramme/litre
<b>Bouillon Rothe</b>	-Peptones -Glucose -Chlorure de sodium -Azoture de sodium -Tampons	-20g -5g -5g -0,2g -5,4g
<b>Bouillon SFB</b>	-Tryptone -Lactose -Sélénite -Hydrogénosélénite de sodium -Eau distillée	-5g -4g -4g -4g -1L
<b>Bouillon Litsky</b>	-Polypeptone -Glucose -chlorure de sodium -Phosphate monopotassique -Phosphate dipotassique -Azide de sodium -Ethyl-violet	-20g -5g -5g -2,7g -2,7g -0,3g -0,5mg

## *Résumé*

Cette étude se concentre sur la décharge d'Oued Falli, qui génère des quantités importantes de lixiviats. L'objectif est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de ces effluents. Les résultats montrent que les lixiviats de la décharge d'Oued Falli présentent : une température inférieure à 25°C, un pH basique (>7), une pollution organique élevée avec une DBO5 élevée, une pollution minérale et azotée avec des concentrations élevées en ions ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) ainsi qu'une forte conductivité et turbidité et la présence d'éléments de traces métalliques (Ni, Pb et le Zn). Aussi une activité bactérienne d'origine fécale, présence des pathogènes (staphylocoques et *Staphylococcus aureus*) et absence des salmonelles.

Le rejet direct de ces lixiviats sans traitement pose un grave risque pour l'environnement et la santé humaine. Il est donc essentiel de mettre en place des mesures de traitement adéquates pour réduire ces impacts.

**Mots clés :** décharge, lixiviat, **paramètre** physico-chimique, paramètre microbiologique, pollution minérale et organique, éléments trace métallique.

## *Abstract*

This study focuses on the Oued Falli landfill, which generates significant amounts of leachate. The objective is to assess the physicochemical and microbiological quality of these effluents. The results show that the leachate from the Oued Falli landfill has: a temperature below 25°C, a basic pH (>7), high organic pollution with elevated BOD5, high mineral and nitrogen pollution with elevated concentrations of ions ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), as well as high conductivity and turbidity, and the presence of trace metals (Ni, Pb, and Zn). Additionally, there is bacterial activity of fecal origin, with the presence of pathogens (staphylococci and *Staphylococcus aureus*) and the absence of salmonellae.

The direct discharge of these untreated leachates poses a serious risk to the environment and human health. Therefore, it is essential to implement appropriate treatment measures to mitigate these impacts.

**Keywords:** landfill, leachate, physicochemical parameters, microbiological parameters, mineral and organic pollution, traces metals.