

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

**Institut des Sciences et de la Technologie**

**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et environnement**

**Spécialité : Protection des écosystèmes**

**Thème :**

**Évaluation de la qualité physico-chimiques et  
Bactériologique des eaux issus de la décharge  
publique de Mila**

**Présenté par :**

- Djamaa Noura
- Bouklab Maroua

**Devant le jury :**

<b>Président</b>	<b>Kadeche Lilia</b>	<b>MCB Centre universitaire de Mila</b>
<b>Examineur</b>	<b>Elaichar Mehdi</b>	<b>MCB Centre universitaire de Mila</b>
<b>Promoteur</b>	<b>Merzoug Seyf Eddine</b>	<b>MCA Centre universitaire de Mila</b>

**Année universitaire : 2021/2022**



## REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions notre créateur « **Allah** » tout puissant qui nous a guidé, donné la force, la santé et la volonté pour réaliser ce travail et arriver à ce stade scientifique.

Ce mémoire a été élaboré et finalisé avec l'aide et le soutien précieux de plusieurs personnes, Nous adressons mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail :

Madame **Kedache Lilia** maitre de conférences en biologie au centre universitaire de Mila qui nous a honoré de sa présence et d'avoir accepté de présider le jury.

Nous exprimons toute notre gratitude à Monsieur **Elaichar Mehdi** maitre de conférences en biologie au centre universitaire Mila d'avoir accepté d'examiner notre travail

Avec beaucoup de gratitude nous remercions exclusivement notre encadrant Monsieur **Merzoug Seyf Eddine** pour avoir accepté d'encadrer ce travail, et nous lui exprimons notre profonde gratitude pour l'aide précieuse, les orientations et les nombreux conseils qu'il nous a prodigués tout au cours de la réalisation de ce mémoire.

Finalement, on remercie tous les personnes ayant aidé, surtout madame Baou Sabah responsable du laboratoire dans la station d'épuration Ferdjioua, Madame Rezaiki Ibtissam employé à l'ONA, Monsieur Gherib Abd El Fattah maitre de recherche au centre de recherche de biotechnologie Constantine, et toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



## Dédicaces

Avec l'aide *d'ALLAH*, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

A mon cher père *Djamaa Djamel* qui a toujours été à mes côtés, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, source de ma vie et de mon bonheur à ma mère *Bellouad Safia* pour son amour, toute l'énergie qu'elle a dépensée et tous les sacrifices qu'elle a faits pour nous

A mes Sœurs adorables : *Asma, Houssna, Nada* qui ont prodigué soin, écoute et assistance.

A mes chers frères : *Tidjani, Abederahmane*, et surtout mon petit frère *Seyf eddine* qui nous accompagne pendant toute la période du pratique

Ainsi pour mon grand-père *Mohammed* que le dieu le protège et le garde

A ma jumelle *Bouklab Marwa*, mon binôme, et ma chère sœur qui était toujours avec moi, merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans *Dr seyf eddine merzoug* pour son encadrement de grande qualité, pour tous ses précieux conseils, le suivie permanent, l'aide, le soutien et pour son écoute active, sa disponibilité, Commencer et finir la totalité du mémoire en si peu de temps, et je n'aurais pas réussi sans lui et pour son encouragement pendant tout mon parcours d'études. Sans oublié monsieur *Mehdi Elaichar* dont je suis très heureuse de lui connaître.

A tous mes enseignants du le centre universitaire de Mila

***NOURA***



## Dédicaces

*Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la puissance, la santé, la volonté et le courage pour achever ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À la plus douce et belle femme au monde ; à ma formidable maman «**Djamila** » qui m'a tout donné. Je te remercie du fond de mon cœur et je t'aime infiniment et mon très chère père «**Hafid**».*

*À mes adorables sœurs : «**Ismahane , Amina , Meriem et Abir** » qui ont prodigué soin, écoute et assistance.*

*Ainsi pour mes frères «**Dawed , Zouhir et Hicham**».*

*Un grand merci à ma belle famille.*

*A mon cher fiancé **Mohammed Amine***

*A tous les enfants de ma famille : **Anahid, qoussef, beylissan , ranim , bissan , iyad , roudeyna , djad , nidal , ishak, taha, raouf, melyn, céline, meyssam .***

*A mes amies proches : **Djamaa Noura et gherbouj roumeysa***

*Et à tous ce qui mon enseigné au long de ma vie scolaire.*

**MARWA**

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>i</b>
<b>Dédicaces .....</b>	<b>ii</b>
<b>Dédicaces .....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des abréviation .....</b>	<b>x</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>xii</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>XVI</b>

*Chapitre I Généralités sur les déchets et le lixiviat*

<b>1.Définition du terme déchet .....</b>	<b>3</b>
<b>2.Classification des déchets.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Selon la nature du déchet.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Selon la législation Algérienne.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.1. Déchets ménagers et assimilés :.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.2. Déchets encombrants : .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.3. Déchets spéciaux (DS) :.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.4. Déchets spéciaux dangereux (DSD) :.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.5. Déchets d'activité de soins :.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.6. Déchets inertes :.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.7. Les déchets ultimes : .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.8. Les déchets biodégradables :.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.9. Les déchets biodégradables .....</b>	<b>5</b>
<b>3.Les déchets ménagers.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. Définition .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. Caractéristiques physico-chimiques des ordures ménagères .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2.1. Densité (ou masse volumique) :.....</b>	<b>5</b>

3.2.2.	Le degré d'humidité :.....	5
3.2.3.	Le pouvoir calorifique : .....	6
3.2.4.	Rapport carbone/azote (C/N) :.....	6
3.2.5.	Teneur en matière organique :.....	6
3.2.6.	Teneurs en métaux lourds : .....	6
4.	Gestion et traitement des déchets .....	6
4.1.	Détenteur de déchets .....	7
4.2.	Le tri des déchets .....	7
4.3.	La valorisation des déchets .....	7
4.4.	L'élimination des déchets.....	7
5.	Le Lixiviat .....	7
5.1.	Définition .....	7
5.2.	La composition de lixiviat .....	7
5.3.	Formation de lixiviats.....	8
5.3.1.	Processus chimiques :.....	9
5.3.2.	Processus biologiques :.....	9
5.4.	Types des lixiviats .....	9
5.4.1.	Les lixiviats jeunes : .....	9
5.4.2.	Les lixiviats intermédiaires : .....	9
5.4.3.	Les lixiviats stabilisés (> 10 ans) : .....	10
5.5.	Traitement de lixiviat .....	10
5.5.1.	Les méthodes biologiques : .....	10
5.5.2.	Les méthodes physico-chimiques :.....	11
5.5.3.	Méthodes membranaires : .....	11
5.6.	La gestion des lixiviats.....	12
5.7.	Impact de lixiviat .....	12
5.7.1.	Effet sur l'air : .....	12

5.7.2. Effet sur le sol : .....	13
5.7.3. Effet sur les eaux souterraines et les eaux de surface : .....	13
<b>Chapitre II:Présentation de la Zone d'étude</b>	
<b>1.Description de la région de Mila .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Situation géographique .....</b>	<b>14</b>
<b>2.Etude climatique de la wilaya de Mila .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.Le climat.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.La température.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.Précipitation.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.L'humidité.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen .....</b>	<b>16</b>
<b>2.6. Quotient pluviothermique d'Emberger .....</b>	<b>17</b>
<b>3.Définition d'une décharge .....</b>	<b>18</b>
<b>4.Les types de décharge .....</b>	<b>18</b>
<b>5.Centre d'Enfouissement Technique (C.E.T).....</b>	<b>19</b>
<b>6.Classification de CET.....</b>	<b>20</b>
<b>7.Les Flux polluants générés par le centre d'enfouissement technique .....</b>	<b>21</b>
<b>7.1. Le biogaz.....</b>	<b>21</b>
<b>7.2. Le lixiviat .....</b>	<b>21</b>
<b>8.Les données techniques sur le CET de Mila .....</b>	<b>21</b>
<b>9.Les caractéristiques techniques du CET Mila.....</b>	<b>22</b>
<b>9.1. Ouvrages et équipements .....</b>	<b>22</b>
<b>9.2. La collecte des déchets ménagers .....</b>	<b>23</b>
<b>9.3. La pré-collecte.....</b>	<b>23</b>
<b>9.4. Les horaires de ramassage des déchets.....</b>	<b>23</b>
<b>9.5. Les périodes d'enlèvement des déchets .....</b>	<b>24</b>
<b>9.5.1. La collecte en apport volontaire.....</b>	<b>24</b>

9.5.2. La collecte en porte-à-porte.....	25
9.6. L'après collecte .....	25
10.La station de traitement de lixiviat.....	26
10.1. Descriptif de l'osmose inverse .....	27
10.1.1. Descriptif d'une Membrane :.....	27
10.1.2. Equipements et Composants .....	28
10.1.3. Prétraitement des effluents.....	29
11.L'importance du projet.....	29

### Chapitre III: Matériel et méthodes

1.Échantillonnage .....	30
1.1. Nature et période de prélèvement .....	30
1.2. Le lieu de prélèvement .....	31
1.3. Matériel de prélèvement .....	31
1.4. Mode de prélèvement .....	31
1.5. Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	32
1.6. Transport des échantillons.....	32
2.Les analyses physicochimiques .....	33
2.1. La Température (T°).....	33
2.2. Le Potentiel d'hydrogène (pH).....	33
2.3. La conductivité électrique (CE).....	34
2.4. L'oxygène dissous (OD).....	35
2.5. Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	35
2.6. Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	36
2.7. Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	37
2.8. Azote Ammoniacal NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	38
3.Les analyses bactériologiques.....	39



3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification d' <i>Escherichia coli</i> en milieu liquide (Méthode de NPP).....	40
3.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux .....	42
3.3. Recherche des germes pathogènes .....	46
3.3.1. Recherche des staphylocoques .....	47
3.3.2. Recherche de <i>Shigella</i> .....	48
3.3.3. Recherche de <i>Salmonella</i> .....	48
4. Identifications .....	49
4.2. Examen macroscopique des caractères cultureux.....	49
4.3. Examen microscopique .....	50
<b>Chapitre IV: Résultats et Discussion</b>	
1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	52
1.1. La couleur.....	52
1.2. L'odeur .....	52
1.3. La température (T°) .....	52
1.4. Le potentiel hydrique de l'eau (pH).....	53
1.5. Conductivité électrique (CE) .....	54
1.6. L'oxygène dissous .....	55
1.7. Nitrate (NO <sup>-3</sup> ).....	56
1.8. Nitrite (NO <sup>-2</sup> ) .....	57
1.9. Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) .....	58
1.10. L'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	59
2. Les paramètres bactériologiques .....	60
2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux : .....	60
2.2. Recherche et dénombrement des Coliforme fécaux .....	62
2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux : .....	62
2.4. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito- réducteurs (ASR) ( <i>Clostridium</i> ) .....	64

<b>2.5. Identification macroscopique des colonies :.....</b>	<b>65</b>
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>33</b>
<b>Perspective .....</b>	<b>70</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>71</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>I</b>

- : Caractère négatif.

(-) : négative

(+) : positive

+ : Caractère positif.

< : Inférieure

> : Supérieure

° : Degré

**ASR** : Anaérobies sulfite-réducteurs

**BCPL** : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol

°C : Degré Celsius

**CE** : Conductivité Electrique.

**CE** : la conductivité électrique

**CET** : centre enfouissement technique

**CF** : Coliformes fécaux

**Cm** : Centimètre

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'oxygène

**CT** : Coliformes totaux

**DS** : Déchets spéciaux

**DSD** : Déchets spéciaux dangereux

***E. coli*** : *Escherichia coli*

**EPWG-CET** : Etablissement Public de Wilaya de Gestion des Centre d'Enfouissement Technique.

**Eva Litsky** : Bouillon à l'éthyle violet et acide de sodium.

**Fig.** : Figure

**GN** : Gélose nutritif

**h**: heure

**Ha** : habitat

**Hm<sup>3</sup>**: hectomètre cube

**K°**: Kelvin

**Km** : Kilomètre

**Km<sup>2</sup>** : kilomètre carré

**M** : mètre

**MATE** : ministère de l'Aminagement du Territoire et de l'environnement

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Azote Ammoniacal

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Les Nitrites

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Les Nitrates

**NPP** : Nombre le plus probable

**OD** : oxygène dissous

**OI** : osmose inverse

**OMS** : Organisation Mondial De La Santé

**pH** : Potentiel Hydrogène

**PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** Les Phosphates

**Roth S/C** Bouillon à l'aide de sodium simple concentration

**SS** : *Salmonella-Shigella*

**STEP** : Stations d'épurations Ain Baida Harriche

**T** : Température

**VF** : viande foie

**μS/cm** : Micro siemens Par Centimètre

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Schéma présentant les mécanismes de la genèse des lixiviats	<b>8</b>
<b>Figure 2</b>	Situation géographique de la commune de Mila	<b>14</b>
<b>Figure 3</b>	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Mila	<b>17</b>
<b>Figure 4</b>	Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger.	<b>18</b>
<b>Figure 5</b>	Décharge publique de Mila	<b>22</b>
<b>Figure 6</b>	La collecte des déchets	<b>23</b>
<b>Figure 7</b>	transporté les déchets pour le recerclage	<b>24</b>
<b>Figure 8</b>	La méthode d'enfouissement des déchets	<b>26</b>
<b>Figure 9</b>	La station du traitement de lixiviat CET Mila	<b>27</b>
<b>Figure 10</b>	Descriptif d'une Membrane	<b>28</b>
<b>Figure 11</b>	Bloc de la station de traitement de lixiviat OI.	<b>28</b>
<b>Figure 12</b>	Laboratoire d'analyse de CET Mila	<b>29</b>
<b>Figure 13</b>	Lieu de prélèvement	<b>31</b>
<b>Figure 14</b>	Étiquetage des échantillons	<b>32</b>
<b>Figure 15</b>	Transport des Prélèvements	<b>33</b>
<b>Figure 16</b>	Mesure de Phosphate	<b>36</b>
<b>Figure 17</b>	Opératoire de quelque paramètre physicochimique	<b>37</b>
<b>Figure 18</b>	Mesure de l'Azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$	<b>38</b>
<b>Figure 19</b>	Protocole de recherche et dénombrement de.s coliformes totaux, fécaux avec identification E. coli dans les eaux. (Méthode de NPP)	<b>42</b>
<b>Figure 20</b>	Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification E. coli dans les eaux du lixiviats. (Méthode de NPP)	<b>44</b>
<b>Figure 21</b>	Protocole de la recherche et du dénombrement des Clostridium.s. Sulfito-réducteurs	<b>46</b>
<b>Figure 22</b>	Protocole de recherche des germes pathogènes des eaux.	<b>49</b>
<b>Figure 23</b>	Procédure de la coloration de Gram	<b>51</b>
<b>Figure 24</b>	Variations temporelles de température du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> )	<b>52</b>
<b>Figure 25</b>	Variations temporelles des teneurs de pH du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> )	<b>53</b>
<b>Figure 26</b>	Variations temporelles des teneurs conductivité électrique du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> )	<b>55</b>
<b>Figure 27</b>	Variations temporelles des teneurs d'oxygène dissous du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> ).	<b>55</b>
<b>Figure 28</b>	Variations temporelles des teneurs de nitrate du lixiviat du CET Mila.	<b>57</b>
<b>Figure 29</b>	Variations temporelles des teneurs de nitrite $\text{NO}_2$ du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> )	<b>58</b>
<b>Figure 30</b>	Variations temporelles des teneurs de phosphate $\text{PO}_4^{-3}$ du lixiviat du	<b>59</b>

	CET Mila( <b>Avril-Mai 2022</b> )	
<b>Figure 31</b>	Variations temporelles des teneurs de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) du lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> ).	<b>60</b>
<b>Figure 32</b>	Estimation des colifomes totaux/ml de lixiviat de CET Mila ( <b>avril - mai 2022</b> ).	<b>61</b>
<b>Figure 33</b>	Résultats Dénombrement des coliformes totaux de lixiviat du CET Mila ( <b>Avril-Mai 2022</b> ).	<b>61</b>
<b>Figure 34</b>	Résultat de confirmation des coliformes fécaux (présence d'anneau rouge) de lixiviat du CET Mila .	<b>62</b>
<b>Figure 35</b>	Estimations des streptocoques fécaux/ml de lixiviat de CET Mila ( <b>Avril – mai, 2022</b> ).	<b>63</b>
<b>Figure 36</b>	Dénombrement des streptocoques fécaux de lixiviat du CET Mila ( <b>avril-mai 2022</b> ).	<b>63</b>
<b>Figure 37</b>	Résultat de la recherche d'Anaérobies Sulfite-Réducteurs(présence d'anneau rouge) de lixiviat du CET Mila .	<b>64</b>
<b>Figure 38</b>	Aspect des colonies sur le milieu Hektoen	<b>65</b>
<b>Figure 39</b>	Aspect des colonies sur le milieu SS	<b>65</b>
<b>Figure 40</b>	Aspect des colonies sur le milieu Chapman	<b>66</b>
<b>Figure 41</b>	Aspect des colonies sur gélose nutritive	<b>66</b>
<b>Figure 42</b>	Coccobacille Gram négatif à partir de milieu Hectoen et aussi à partir du BCPL tube positif ( <b>Grossissement ×100</b> )	<b>66</b>
<b>Figure 43</b>	Bacille Gram positif à partir du milieu VF ( <b>Grossissement ×100</b> ).	<b>67</b>
<b>Figure 44</b>	Bacille à Gram négatif à partir du Chapman ( <b>Grossissement ×100</b> )	<b>67</b>
<b>Figure 45</b>	Bacille Gram négatif à partir de Hectoen SS et eau peptonè ( <b>Grossissement ×100</b> ).	<b>67</b>
<b>Figure 46</b>	Bacille Gram positif à partir de milieu GN ( <b>Grossissement ×100</b> )	<b>67</b>

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Données climatiques de la wilaya de Mila (2011-2020)	<b>16</b>
<b>Tableau 2</b>	Les différentes classes d'un centre d'enfouissement technique	<b>20</b>
<b>Tableau 3</b>	Description de la station de traitement au CET Mila	<b>26</b>
<b>Tableau 4</b>	La nature et période de prélèvement	<b>31</b>
<b>Tableau 5</b>	Grille d'estimation de la qualité de l'eau selon le pH	<b>53</b>
<b>Tableau 6</b>	La relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité	<b>54</b>
<b>Tableau 7</b>	Qualité des eaux en fonction du pourcentage de saturation en oxygène dissous.	<b>56</b>
<b>Tableau 8</b>	Grille de qualité des eaux en nitrates	<b>56</b>
<b>Tableau 9</b>	Grille de la qualité des eaux en nitrite	<b>57</b>
<b>Tableau 10</b>	Grille de la qualité des eaux en phosphate	<b>58</b>
<b>Tableau 11</b>	Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite-réducteur (ASR/20ml)	<b>64</b>
<b>Tableau 12</b>	Decret exécutif N °06-141 du 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels	<b>Annexe 1</b>



# *Résumé*

## **Résumé**

---

Dans notre travail, nous sommes intéressées à l'étude physicochimique et bactériologique de l'eau issue de la décharge publique de la wilaya de Mila et évaluer leur impacte sur l'environnement.

Au cours de notre étude réalisée pendant les deux mois (Avril et Mai) les analyses physico-chimiques effectués ont montré une qualité médiocre à normale des eaux issus de la décharge de Mila (lixiviat). En ce qui concerne les analyses bactériologiques le dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale a montré des concentrations maximales en coliformes et en streptocoques, ainsi que la présence de quelques germes pathogènes (*clostridium et staphylocoques ... etc.*). Ces résultats montrent la nécessité d'un traitement préalable de lixiviat avant de déversés directement dans l'environnement, pour améliorer leur qualité selon les normes requises pour protéger l'environnement et la santé humaine.

**Mots clé :** Centre d'enfouissement technique Mila, Analyse physico-chimique, Analyse bactériologique, Contamination fécale, Lixiviat, Santé humaine.

## ***Abstract***

---

In our work, we are interested in the physicochemical and bacteriological study of the water resulting from the public discharge of Mila and to evaluate their impact on the environment

During our study carried out during the two months (April and May), the physico-chemical analyzes carried out showed a normal quality of the water from the Mila landfill (leachate). With regard to bacteriological analyses, the count of indicator germs of faecal contamination showed maximum concentrations of coliforms and streptococci, as well as the presence of some pathogenic germs (*Serratia*, *Klebsiella*, etc.). These results show the need for a preliminary treatment of leachate before being discharged directly into the environment, to improve their quality according to the standards required to protect the environment and human health.

**Keywords:** Mila technical landfill, physico-chemical analysis, Bacteriological analysis, Faecal contamination, Leachate, Human health

في عملنا ، نهتم بالدراسة الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للمياه الناتجة عن التصريف العام لمركز الردم لولاية ميله وتقييم تأثيرها على البيئة.

خلال دراستنا التي أجريت خلال الشهرين (أبريل ومايو) ، أظهرت التحليلات الفيزيوكيميائية التي تم إجراؤها للمياه من مكب ميلا (العصارة). فيما يتعلق بالتحليلات البكتريولوجية ، أظهر عدد الجراثيم المؤشر للتلوث البرازي تركيزات قصوى من القولونيات والمكورات العقدية ، وكذلك وجود بعض الجراثيم المسببة للأمراض (سيراتيا ، كليسيلا ، إلخ). تظهر هذه النتائج الحاجة إلى معالجة أولية للمادة المرشحة قبل تصريفها مباشرة في البيئة لتحسين جودتها وفق المعايير المطلوبة لحماية البيئة وصحة الإنسان

**كلمات المفتاحية:** مركز الردم التقني ميله ، التحليل الفيزيائي والكيميائي ، التحليل الجرثومي ، التلوث البرازي ،

العصارة صحة الإنسان

# *Introduction*



Toutes les activités de l'homme sont sources de production de déchets. qu'il s'agisse des excréments produits par tout être humain , de restes d'aliments non consommés, de sous-produits de l'artisanat puis de l'industrie, de biens de consommation généralisés par l'évolution socio-économique des dernières décennies, la ville a toujours cherché à gérer sa production de déchets solides et liquides. Ce terme de « déchets » est pourtant récent, selon **(Sabine Barles, 2005)** il est postérieur à la révolution industrielle (fin du xixe siècle).

L'Algérie souffre du problème de la gestion des déchets ménagers à cause de l'augmentation de nombre des habitats et leurs consommations d'une part, et la mauvaise organisation et planification des villes d'autre part.

La catégorie de déchets ménagers n'est pas la plus dangereuse, mais c'est la plus abondante, et chacun de nous est concerné. Elle augmente suivant la croissance de la population et selon son mode de consommation. Cette situation d'augmentation permanente fait de la gestion des déchets ménagers un sujet d'actualité qui ne peut attendre, car chaque jour, chaque algérien produit en moyenne 0.98 Kg de déchet **(AND, 2014)**.

En 2010, 10 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés avaient été produit par la population algérienne **(Ferhi, 2013)**, 13.5 millions en 2013 **(Bouziane, 2014)**.

La production des déchets solides est en augmentation constante, suite à la croissance démographique et à l'intensification de l'activité économique les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions biologiques et physico-chimiques complexes. L'eau s'y infiltre et produit des lixiviats chargés de substances organiques ou minérales qui engendrent une pollution essentiellement de type organique et inorganique, en relation avec la biodégradation naturelle des déchets confinés. Ces lixiviats constituent une source de contamination des milieux environnants s'ils ne sont pas collectés et traités **(Hakkou et al., 2001)**. Les lixiviats qui constituent le principal vecteur de transport de la pollution issue des sites de stockage des déchets, présente une composition très aléatoire et varie en fonction de la nature des déchets, l'âge de la décharge, la technique d'exploitation et les conditions climatiques **(Belle, 2008)**.

L'objectif de notre travail est de caractériser le lixiviat de CET de la wilaya de Mila, où ça consiste à faire quelques analyses physico-chimiques et bactériologiques aux différents points de prélèvement avant et après traitement par osmose inverse du lixiviat pour une élimination totale ou presque de la pollution engendrée.

Pour réaliser cette étude, nous allons adopter la méthodologie suivante :

- Le premier chapitre : généralité sur les déchets et lixiviat.
- Le deuxième chapitre est présent la description de la zone d'étude.

## *Introduction*

---

- Le troisième chapitre est consacré aux méthodes et aux techniques employées pour la réalisation de ce travail.
- Le quatrième chapitre est présent les résultats obtenus et leurs discussions.

A la fin, notre travail est clôturé par une conclusion .

# *Chapitre I*

## *Généralités sur les déchets et le lixiviat*





## **1. Définition du terme déchet**

Un déchet peut être défini de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et Parfois l'origine et l'état des déchets.

La loi N° 01-19 du 12/12/ 2001 article 3 du journal officiel de la république algérienne N° 77en 2001, définit le déchet comme : Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer(**Yessad et Ouassel, 2017**) .

Par ailleurs, pour le dictionnaire LAROUSSE, un déchet est un débris ou tous les restes sans valeur de quelque chose ou encore tout ce qui tombe d'une matière qu'on travail (exemple : un déchet radioactif). C'est donc tout matière ou objet indésirable abandonné sur la voie publique, même les cadavres d'animaux, bref une réunion de résidus hétérogènes (**Stamenou, 2005**).

## **2. Classification des déchets**

### **2.1.Selon la nature du déchet**

On a trois (03) catégories essentielles : solides, liquides, et gazeux. Dans ce qui suit, il ne sera considéré que les déchets solides et semi-solides étant donné le contexte et l'objet de notre étude (**Sillet et al., 2001**).

### **2.2.Selon la législation Algérienne**

La loi algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, donne la classification suivante des déchets (**Medafer et Khemissi, 2014**).

- Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux;
- Les déchets ménagers et assimilés;
- Les déchets inertes.

#### **2.2.1. Déchets ménagers et assimilés :**

Tous déchets issus de ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers, tel que, déchets de cuisine, emballages...

Les Ordures Ménagères (OM) sont les déchets produits quotidiennement par les ménages ou les commerces, l'artisanat et par les petites entreprises. La notion de déchet est relative parce qu'un objet considéré comme tel en un lieu et à une période donnée peut ne pas l'être sous d'autres cieux (**Medaferet al., 2014**).

**2.2.2. Déchets encombrants :**

La catégorie des déchets encombrants comprend tous déchets ménagers qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés (Jora, 2001).

**2.2.3. Déchets spéciaux (DS) :**

Ils sont constitués des déchets organiques (types hydrocarbures, goudrons, boues) des déchets minéraux liquides (acides, bases, etc.) ou solides (cendres, etc.). Les D.I.D peuvent présenter des risques pour la santé et génèrent souvent des nuisances pour l'environnement. Pour ces raisons, ils doivent être collectés, transportés, traités, éliminés ou stockés selon des règles strictes (Ademe, 2003).

**2.2.4. Déchets spéciaux dangereux (DSD) :**

Tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement (Jora, 2001).

**2.2.5. Déchets d'activité de soins :**

Les déchets d'activité de soins (D.A.S) sont les déchets issus des activités de diagnostic, de suivi, et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans le domaine de la médecine humaine et vétérinaire, ainsi que les activités de recherche et d'enseignements associés, de production industrielle (Damien, 2004).

**2.2.6. Déchets inertes :**

Un déchet se définit comme inerte s'il ne subit au cours du temps aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ils ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact (Siouda et Ouakli, 2017).

**2.2.7. Les déchets ultimes :**

Un déchet ultime est défini comme n'étant plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques appartenant au processus de valorisation du déchet ou de réduction de son caractère polluant ou dangereux. La notion de déchet ultime n'est pas fonction de ses caractéristiques physico-chimiques mais plutôt du système de collecte et de traitement auquel il appartient (El Bada *et al.*, 2010).

**2.2.8. Les déchets biodégradables :**

Ce sont des déchets généralement d'origine végétale ou animale (déchets verts ou bio déchets), qui peuvent se décomposer à plus ou moins longue échéance grâce à des organismes vivants par exemple. AFNOR définit les déchets biodégradables comme étant

**2.2.9. Les déchets biodégradables**

Ce sont des déchets généralement d'origine végétale ou animale (déchets verts ou biodéchets), qui peuvent se décomposer à plus ou moins longue échéance grâce à des organismes vivants par exemple. AFNOR définit les déchets biodégradables comme étant :

"Matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la

"Matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques" (**Bouazza, 2011**).

**3. Les déchets ménagers****3.1. Définition**

Ce sont l'ensemble des déchets produits par les ménages. Ils présentent les déchets de tous les jours, jetés dans nos poubelles d'intérieur (cuisine, salle de bain,...etc.) et présentés à la collecte en sacs de plastique ou destinés au tri (emballages ménagers en verre, plastique ou carton...) et dont les communes assurent la collecte. Il ne s'agit pas seulement des déchets ménagers, mais aussi des déchets de jardins, des rémanents et des encombrants. (**Mansouri et Mammeri, 2016**).

**3.2. Caractéristiques physico-chimiques des ordures ménagères****3.2.1. Densité (ou masse volumique) :**

La densité met en évidence la relation qui existe entre la masse des ordures ménagères et le volume qu'elles occupent. Sa connaissance est essentielle pour le choix des moyens de collecte de ces déchets et aussi pour leur traitement. Toutefois, comme les déchets ménagers sont essentiellement compressibles, leur densité varie au cours des différentes manipulations auxquelles elles sont soumises

**3.2.2. Le degré d'humidité :**

Les déchets ménagers renferment une quantité suffisante d'eau, variant en fonction des saisons et du milieu environnemental. Cette humidité a une grande influence sur la rapidité de

la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique utile des déchets (Mansouri et Mammeri, 2016).

### **3.2.3. Le pouvoir calorifique :**

Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en déchets brutes. Il s'exprime en Kilo-Joule par Kilogramme (KJ/Kg ou KJ.kg-1). Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) prend en compte la chaleur de la vaporisation de l'eau contenue dans les déchets ménagers pendant la composition. Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) qui ne tient pas compte de la chaleur de vaporisation de cette eau pendant la composition (Lucien, 2008).

### **3.2.4. Rapport carbone/azote (C/N) :**

Critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport.

Un compost est valable à partir du rapport  $C/N < 35$  au départ de la fermentation aérobie et contrôlée et en obtenant un rapport de  $18 \leq C/N \leq 20$ . En Algérie le C/N dépasse rarement 15(Gillet, 1985).

### **3.2.5. Teneur en matière organique :**

Un déchet ménager est supposé contenir 15%, 55% et 30% respectivement de matière organique facilement, moyennement et lentement biodégradable , Le temps de demi-vie représente le temps nécessaire pour dégrader 50% de la matière organique biodégradable initiale , La forte variabilité des constantes d'hydrolyse est notable, elle est liée à certains facteurs tels que la surface réactionnelle, la température, l'humidité et même le pH , L'évolution de la décharge est liée à la dégradation de la matière organique (Manna *et al.*, 1999).

### **3.2.6. Teneurs en métaux lourds :**

Les décharges sont très chargées en métaux lourds. Leur détermination permet d'évaluer le potentiel métallique du massif et de prendre des mesures pour anticiper les impacts sur l'environnement ; représentent 4,1% de la production globale d'ordures ménagères. L'apport de ces métaux lourds en grande partie est dû aux utilisations de piles, de boites de conserve mais surtout aux déchets industriels.(Miquel et Serge Poignant, 1999)

## **4. Gestion et traitement 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 existant en Algérie (**Djemaci, 2012**).

#### **4.1. Détenteur de déchets**

Producteur des déchets ou toute autre personne qui se trouve en possession des déchets La collecte des déchets :

C'est l'ensemble des opérations qui consistent à enlever les déchets chez le producteur ou aux points de regroupement et à les acheminer vers un quai de transfert, un centre de tri, de traitement ou un centre d'enfouissement technique C.E.T (ex décharge contrôlée) (**Addou, 2009**).

#### **4.2. Le tri des déchets**

Le tri permet de séparer les différents matériaux : papier, carton, journaux/magazines, briques alimentaires, plastique, aluminium, acier... (**Bouterfas, 2017**)

#### **4.3. La valorisation des déchets**

C'est la réutilisation, le recyclage ou le compostage des déchets. *Le recyclage* consiste à valoriser des produits usés ou des déchets. *Le compostage* est un processus biologique dans lequel les déchets organiques sont transformés par les microorganismes du sol en un produit stable et hygiénique appelé compost (**Djemaci, 2012**).

#### **4.4. L'élimination des déchets**

Le nombre de décharges sauvages a passé de 2 000 en 1980 à 3 130 en 2007 en Algérie. Par contre, les quantités destinées à être valorisées sont trop faibles : seulement 2 % par recyclage et 1 % par compostage (**Mat, 2004**).

### **5. Le Lixiviat**

#### **5.1. Définition**

Le lixiviat est défini comme étant l'eau qui percole à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement de substances minérales et organiques c'est « le jus des poubelles ». 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 (**Colin, 1984**).

#### **5.2. La composition de lixiviat**

La composition chimique et biochimique de lixiviats est non seulement très diverse mais aussi variable dans le temps et dans l'espace. Il existe quatre types de polluants :

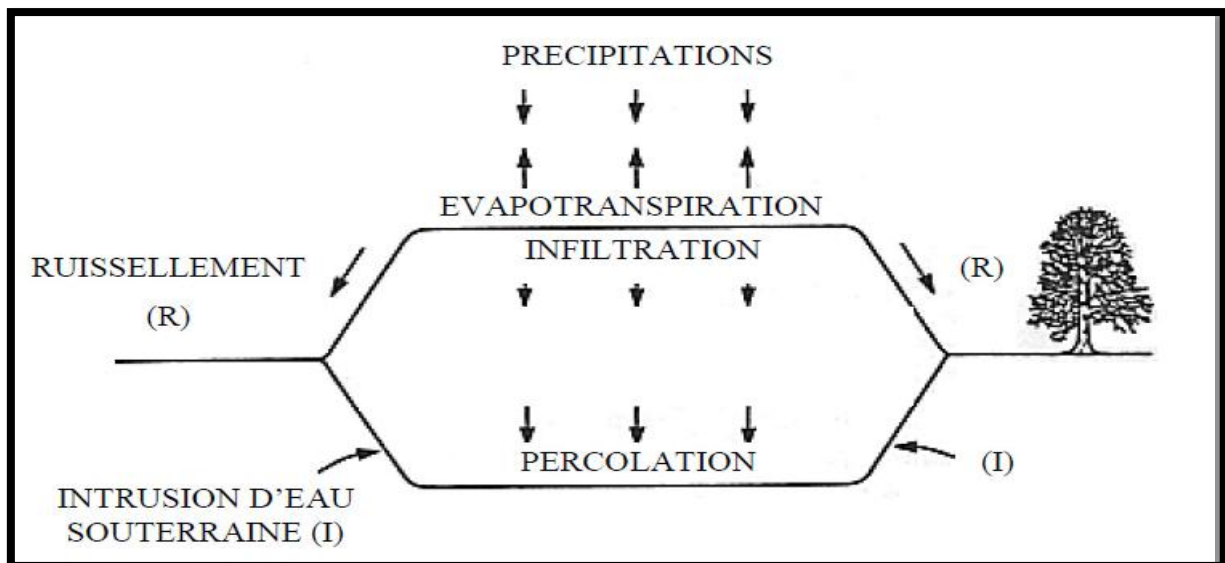
- La matière organique dissoute ou en suspension, issue de la biomasse, exprimée généralement en DCO (les acides gras volatiles (AGV), les substances humiques et fulviques...).
- Les micropolluants organiques (hydrocarbures, composés aromatiques...).
- Les composés minéraux majeurs sous forme ionique ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ...) ainsi que d'autres composés tels que les borates, les sulfites (El Bada *et al.*, 2010).
- Les cations de métaux lourds à l'état de traces, sous forme majoritairement complexée avec des ligands minéraux ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) ou organiques (macromolécules de type humique et fulvique).

D'autre part, les lixiviats peuvent aussi contenir certains micro-organismes pathogènes.

Plus de 200 familles de composés organiques ont pu être identifiées au cours des nombreuses études menées sur la caractérisation des lixiviats des décharges (Bouazza, 2011).

### 5.3. Formation de lixiviats

Lorsque les eaux météoriques tombent sur la surface de la décharge, deux possibilités s'offrent à elles, l'infiltration à travers la couverture ou le ruissellement de surface, en fonction du type de couverture mis en œuvre (fig.1). L'eau qui s'infiltrate et qui n'est ni perdue par évapotranspiration (évaporation depuis la surface et/ou transpiration par la couche végétalisée) ni retenue par la couche de couverture va permettre d'augmenter progressivement l'humidité du massif de déchets en profondeur (Farquhar, 1989).



**Figure 1** : Schéma présentant les mécanismes de la genèse des lixiviats (Farquhar, 1989).

### 5.3.1. Processus chimiques :

L'évolution du pH, du pouvoir tampon, de la salinité et du potentiel d'oxydoréduction des percolats est le résultat des mécanismes chimiques de solubilisation, de complexations, et d'oxydoréduction. (Rodriguez *et al.* 2000)

### 5.3.2. Processus biologiques :

Grâce à sa fiabilité, sa simplicité et son rapport coût-efficacité élevé, le traitement biologique est couramment utilisé pour le traitement de la majeure partie du lixiviat contenant des concentrations élevées de DBO. La biodégradation des composés organiques est effectuée par le biais de micro-organismes pour donner du dioxyde de carbone et des boues, dans les conditions aérobies, et du biogaz (un mélange composé principalement de CO<sup>2</sup> et CH<sup>4</sup>) dans les conditions anaérobies. Les traitements biologiques se sont révélés très efficaces pour éliminer les matières organiques et azotées des jeunes lixiviats lorsque le rapport DBO/DCO a une valeur élevée (>0,5). Avec le temps, la présence importante de composés réfractaires (principalement des acides humiques et fulviques) tend à limiter l'efficacité du processus (Sahraoui et Yaziz, 2016).

Les processus biologiques aérobies et anaérobies qui vont dégrader la fraction organique fermentescible des déchets. Il est admis que le phénomène de biodégradation est à l'origine d'une complexification des réactions qui rend difficile la généralisation de l'ensemble des phénomènes réels (Belle, 2008).

## 5.4. Types des lixiviats

Suivant le stade d'évolution biologique des déchets, trois types de lixiviats ont été distingués (Neggaz, 2015).

### 5.4.1. Les lixiviats jeunes :

Il est caractérisé par un pH acide de l'ordre de 6. Le rapport DBO5/DCO est important, du fait de la présence des microorganismes. La DCO dépasse souvent les 20 000 mg/L et peut même atteindre des valeurs extravagantes (jusqu'à 80 000 mg/L), les acides carboxyliques représentent environ 80% de la charge organique. Ainsi, un traitement biologique est fortement recommandé pour ce genre d'effluent (Glandier, 2002).

### 5.4.2. Les lixiviats intermédiaires :

Au fur et à mesure que la décharge vieillit et que les déchets se stabilisent, la charge organique diminue et les acides gras volatils se raréfient (20 à 30% de la charge du lixiviat) au profit de composés de hauts poids moléculaires. L'émergence de ces composés tend à diminuer la biodégradabilité du lixiviat. De ce fait, le pH est voisin de la neutralité et la

charge en métaux devient négligeable. Ces lixiviats correspondent globalement à la phase méthanogène stable (Trabelsi, 2011)

#### **5.4.3. Les lixiviats stabilisés (> 10 ans) :**

Ils sont caractérisés par une faible charge organique, composée essentiellement de substances humiques (acides fulviques et humiques) de hauts (la DCO dépasse 3000 mg.L<sup>-1</sup>) qui sont réfractaires à la biodégradation (DBO5/DCO < 0,1). Ces lixiviats stabilisés correspondent à la phase de maturation de la décharge (Trabelsi, 2011)

#### **5.5. Traitement de lixiviat**

Le lixiviat (ou percolât, ou « jus de décharge ») est le liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau à travers un matériau, ici massif de déchets. On le trouve en fond d'alvéole de stockage (ou casier) ou il est récupéré et envoyé vers un réseau de collecte propre à la décharge. Riche en matière organique et en élément traces, ces lixiviats ne peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel ; ils doivent être soigneusement collectés et traités, ils sont très polluants.

Les lixiviats peuvent être soit traités sur place s'il existe une structure adaptée (généralement une station d'épuration dédiée), soit exportés vers une station d'épuration ou une installation industrielle de traitement de produits chimiques (Trista, 2013).

##### **5.5.1. Les méthodes biologiques :**

Grâce à sa fiabilité, sa simplicité et son rapport coût-efficacité élevé, le traitement biologique est couramment utilisé pour le traitement de la majeure partie du lixiviat contenant des concentrations élevées de DBO. La biodégradation des composés organiques est effectuée par le biais de micro-organismes pour donner du dioxyde de carbone et des boues, dans les conditions aérobies, et du biogaz (un mélange composé principalement de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) dans les conditions anaérobies. Les traitements biologiques se sont révélés très efficaces pour éliminer les matières organiques et azotées des jeunes lixiviats lorsque le rapport DBO/DCO a une valeur élevée (>0,5). Avec le temps, la présence importante de composés réfractaires (principalement des acides humiques et fulviques) tend à limiter l'efficacité du processus (Sahraoui et Yaziz, 2016).

##### **5.5.1.1. Traitement aérobie**

Les traitements biologiques aérobies font appel aux micro-organismes naturellement présents dans le milieu naturel pour dégrader les polluants présents. L'apport d'oxygène peut être naturel (le vent ou système de cascade) dans les petites installations de lagunage ou artificiel (turbine ou diffusion de microbulles) et dans les stations d'épuration de type "boues activées" (Record, 2001).



Les bactéries peuvent être libres (boue activée, lagunage) ou fixées (lit bactérien, filtres plantés, filtres à sable, bio-filtre) ou même sous forme de bio disques. Même si les processus aérobies se sont révélés efficaces pour l'élimination des polluants organiques et de l'ammoniac, beaucoup d'inconvénients nous mènent à se concentrer sur d'autres technologies.

Parmi ces inconvénients on cite **(Record, 2001)**.

- La demande d'une grande période d'aération.
- La haute demande énergétique et l'excès de la production de boues.
  - Une inhibition microbienne due à la haute teneur en azote ammoniacal.

#### **5.5.1.2. Traitements anaérobies**

Contrairement au traitement aérobie, la digestion anaérobie consomme peu d'énergie et produit très peu de matières solides. En outre, il est possible d'utiliser le CH<sub>4</sub> produit pour réchauffer le digesteur qui travaille habituellement à 35°C. Le principal inconvénient de ce procédé est sa sensibilité aux substances toxiques **(Sung et al., 1997)**.

### **5.5.2. Les méthodes physico-chimiques :**

#### **5.5.2.1. Coagulation et Flocculation**

L'opération de coagulation-flocculation a donc pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par déstabilisation des particules en suspension puis formation de flocons par agrégation. Les flocons ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite **(Renou et al., 2008)**.

#### **5.5.2.2. Flottation**

Pendant de nombreuses années, la flottation a été largement utilisée, elle est basée sur l'élimination des colloïdes, des ions, des macromolécules, des microorganismes et des fibres **(Zouboulis et al., 2003)**.

#### **5.5.2.3. Adsorption**

L'adsorption des polluants sur charbon actif, en colonne ou sous forme de poudre ; donne un bon taux d'abattement de la DCO par rapport aux méthodes chimiques et ce quelle que soit la concentration initiale de la solution en matière organique. Selon plusieurs travaux, le procédé d'adsorption sur charbon actif a été utilisé en conjonction avec des procédés biologiques pour le traitement des lixiviats **(Liet al., 2010)**.

### **5.5.3. Méthodes membranaires :**

#### **5.5.3.1. Filtration**

La filtration est un procédé physique destinée à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. L'eau est passée travers un filtre qui intercepte les petites particules. La filtration peut être accomplie comme

traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou communiqué traitement si on parle d'une filtration transmembranaire (**Abdulhussain et al., 2009**).

#### **5.5.3.2. L'osmose inverse**

L'osmose inverse semble être l'une des méthodes les plus prometteuses dans le traitement des lixiviats. En effet, plusieurs études effectuées à la fois à l'échelle du laboratoire et à l'échelle industrielle ont montré l'efficacité de ce procédé dans l'élimination des contaminants présents dans les lixiviats (**Ushikoshi et al., 2002**).

### **5.6. La gestion des lixiviats**

La gestion des lixiviats consiste à drainer les lixiviats se trouvant en fond de casier et les évacuer dans un bassin de traitement.

Une partie de lixiviats produits au niveau de la décharge sera engagée lors du procédé de la digestion anaérobie (méthanisation) de la fraction organique des déchets qui retransformera en biogaz ( $\text{CH}_4$  et  $\text{CO}_2$ ). Cependant, la partie restante des lixiviats migrera vers le fond des casiers et sera drainée et acheminée vers deux bassins de stockage désignés à ces fins. Un drain périphérique en PEHD sera installé au pied de la digue à l'intérieur du casier.

Les surfaces alimentant le drain auront une pente de 2.5 % afin de faciliter l'écoulement gravitaire des lixiviats vers la conduite principale. Le système de collecte de lixiviats sera équipé d'un réseau de tuyaux perforés, raccordés entre eux par soudure ou par manchons. Les drains perforés seront raccordés à une station de pompage placée à l'extérieur du casier. A partir de cette station, une pompe prendra en charge le refoulement des lixiviats vers les bassins de traitement. Cette pompe sera submersible et assurera un débit de 2 L/s (**Kodybelet, 2011**).

Les collecteurs des lixiviats seront posés sur un lit de sable préparé en conséquence dans un creux de la couche d'étanchéité. L'angle d'appui sera de 120 degrés. Ils seront recouverts par du gravier filtrant 25/40 (teneur en carbonate de calcium < 30 % du poids) jusqu'à 40 cm au-dessus de leur génératrice supérieure (**Kodybelet, 2011**).

### **5.7. Impact de lixiviat**

#### **5.7.1. 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. (Neggaz et Ghennai, 2015).

### **5.7.2. 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 sableuses et de l'argile.

Des essais en laboratoire ont montré que dans l'argile, l'absorption est importante. Ce la signifie qu'une quantité considérable de substance chimique 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 liquides et les éléments chimiques qu'il contient. Les résultats d'essais d'infiltration dans l'argile du Gault 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 aux celles mesurées dans la colonne où s'infiltré l'eau (Sardi, 2014).

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 liés à la capacité d'échange d'ions (Gherbi, 2009) .

### **5.7.3. Effet sur les eaux souterraines et les eaux de surface :**

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 eutrophisation, les cours d'eaux demeurent à leur tour le récepteur de rejets polluants de nature 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 (Labadi et Saadoudi, 2019).

# **Chapitre II**

## **Présentation de la**

### **Zone d'étude**

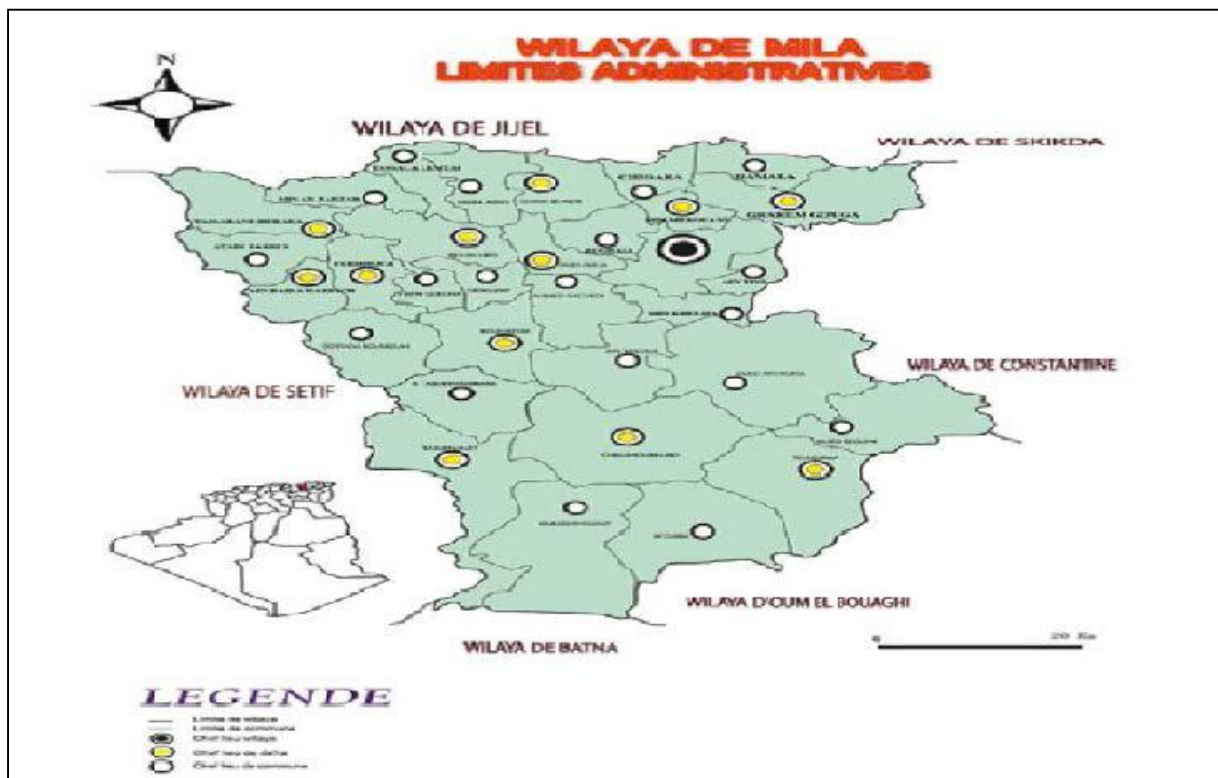


## 1. Description de la région de Mila

### 1.1. Situation géographique

La wilaya de Mila se situe au Nord-Est de l'Algérie à 464 m d'altitude, et à 70 km de la mer Méditerranée. Elle occupe une superficie totale de 3481 Km<sup>2</sup> soit 0,14% de la superficie total du pays pour une population qui s'élevait en décembre 2011 à 810370 habitants, soit une densité de 90,75 habitants par km<sup>2</sup>. C'est en découpage administratif de 1984, que Mila a été décomposé en 32 communes (**Chaalal, 2012**), Elle est constituée de 32 Communes et 13 Daïra Elle est limitée par 6 wilayas :

- Au Nord-Ouest par la wilaya de Jijel.
- Au Nord -Est par la wilaya de Constantine et Skikda.
- Au Sud -Ouest par la wilaya de Sétif.
- Au Sud -Est par la wilaya D'Oum-El Boughi et Batna (**Fig.2**) (**Aissaoui, 2013**).



**Figure 2:** Situation géographique de la wilaya de Mila (**Cetic, 2009**).

## 2. Etude climatique de la wilaya de Mila

Le climat est la "synthèse des conditions météorologiques dans une région donnée, caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère en un point de la surface terrestre "(**Ramade, 1984**).

Notre zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation météorologique et la température (**Boulbair et Soufane, 2011**). Elle est globalement caractérisée par :

- ❖ Une saison (hiver) humide et pluvieuse s'étendant de novembre à avril.
- ❖ Et une période estivale longue chaude et sèche allant de mai à octobre (**Zouaidia, 2006**).

### 2.1. Le climat

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen (**Zouaidia, 2006**), est située à l'étage bioclimatique subhumide, il est globalement caractérisé par deux saisons nettement distinctes un hiver froid et humide et un été chaud et sec (**Benchikh et al., 2013**).

La période estivale se prolonge du mois de Mai au mois d'Octobre avec une variation saisonnière et spatiale (**Zerrougui, 2019**). La pluviométrie dans cette wilaya est varié entre 600 et 700 mm / an dans la zone montagneuse, 400 à 600 mm / an dans la région centrale et 350 mm / an au Sud (**Benchikh et al., 2013**).

### 2.2. La température

La température est le degré de chaleur ou le froid qui règne dans un lieu ou dans l'atmosphère. On mesure la température (en degré Celsius) à l'aide d'un thermomètre enregistreur placé à 1,5m du sol à l'ombre et à l'abri du vent (**Dreux, 1980**).

D'après les données climatiques La température maximal est enregistrée durant le mois d'Août où elle atteint 27,01°C et tandis que Janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 8,31°C.

### 2.3. Précipitation

Les précipitations constituent évidemment, un paramètre climatique essentiel. Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence dans certaines régions, où le régime des écoulements est fortement lié aux précipitations (**Kerdoud, 2006**).

#### 2.4. L'humidité

L'humidité de l'air joue un rôle important dans l'évaporation. Plus l'air est humide moins il est apte à absorber de l'humidité supplémentaire. L'humidité élevée atténue la sécheresse et conditionne favorablement le développement des plantes (Beltrando, 1995).

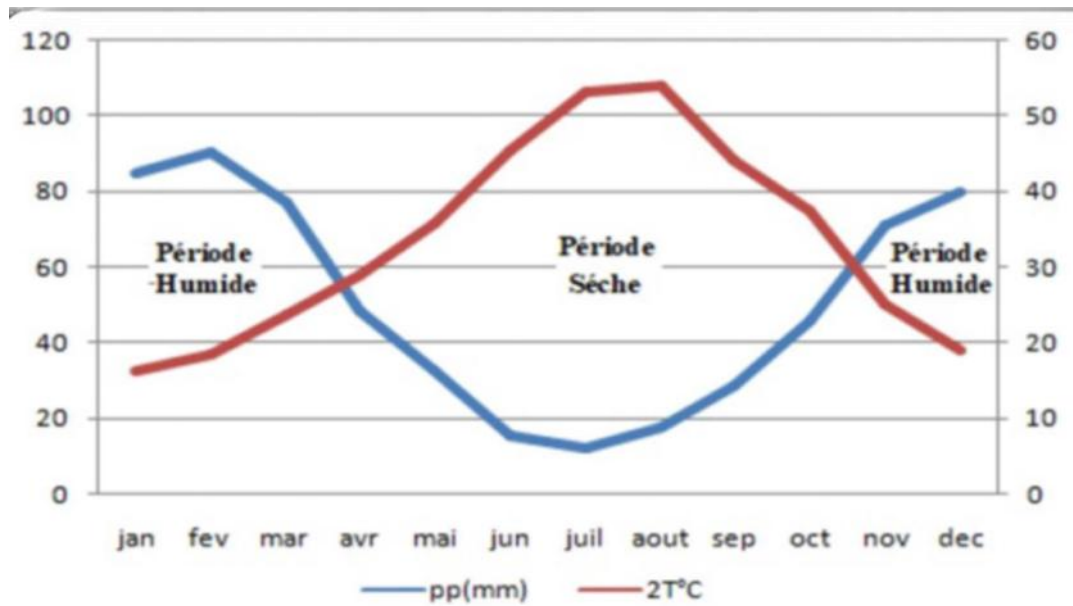
D'après les données climatiques le mois qui représente la plus forte humidité est celui de Décembre avec 76,19 % et le mois qui représente la plus faible valeur est celui de Juillet avec 50,25% (Tab.1).

**Tableau 1:** Données climatique de la wilaya de Mila (2011-2020)  
(Station Météorologique Aine Tine, 2021).

	Précipitation moyenne (mm)	Température moyenne (°c)	Humidité relative (%)
<b>Janvier</b>	84,69	8,31	72,85
<b>Février</b>	90,46	9,23	73,64
<b>Mars</b>	69,41	11,9	74,64
<b>Avril</b>	44,6	14,48	68,96
<b>Mai</b>	37,38	17,89	55,45
<b>Juin</b>	46,6	22,71	54,29
<b>Juillet</b>	12,16	26,66	50,25
<b>Aout</b>	47,8	27,01	50,99
<b>Septembre</b>	28,71	22,06	60,75
<b>Octobre</b>	45,54	18,8	66,58
<b>Novembre</b>	80,09	12,53	69,88
<b>Décembre</b>	71,07	10,55	76,19

#### 2.5. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Fig.3), nous permettent de mettre en évidence la période sèche ( $P \text{ mm} \leq 2T \text{ } ^\circ\text{C}$ ), et la période humide ( $P \text{ mm} \geq 2T \text{ } ^\circ\text{C}$ ) d'une région. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures (Bagnouls et Gaussen, 1957).



**Figure 3:** Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Mila (2011-2020). **Source Station météorologique de Mila.**

**2.6. Quotient pluviothermique d’Emberger**

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne (**Emberger, 1955**). Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s’exprime selon la formule suivante:

$$Q_2 = \frac{1\,000 \cdot P}{\left[ \frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

**Q2** = Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

**P** = Précipitation annuelle moyenne (mm).

**M** = Température des maxima du mois le plus chaud (°K).

**m** = Température des minima du mois le plus froid (°K).

Les températures sont exprimées en degrés absolus [T°K = T°C + 273,2].

Les données météorologiques de la région de Mila pendant la période 2011 /2020, montrent que :

P = 658.51mm.

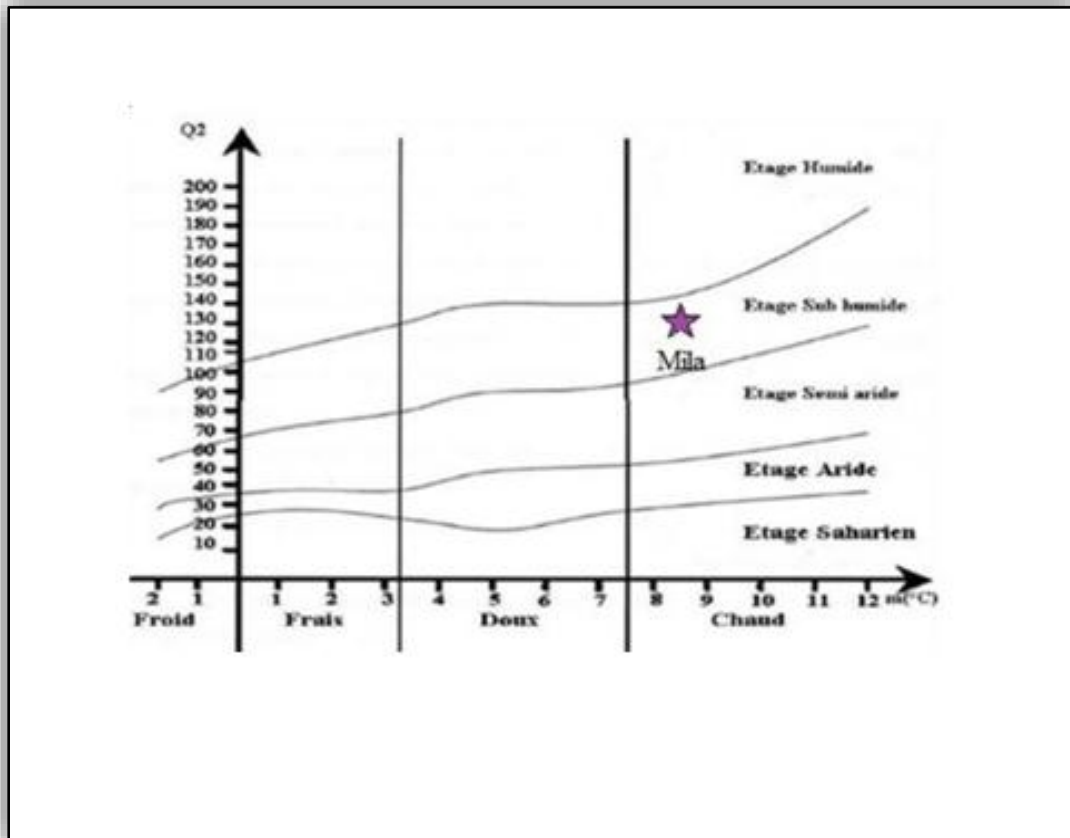


$$M = 27.01 \text{ C}^\circ = 300.21 \text{ K}^\circ.$$

$$\text{Donc : } Q_2 = 121.07.$$

$$m = 8.31 \text{ C}^\circ = 281.51 \text{ K}^\circ.$$

Selon le climato gramme pluviométrique d'EMBERGER (**Fig.4**) on remarque que la région de Mila se situe dans l'étage bioclimatique Sub-humide à Hiver chaud.



**Figure 4:** Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger (2011-2020).

### 3. Définition d'une décharge

Une décharge est un lieu dans lequel on regroupe traditionnellement les déchets et ordures ménagères; on peut définir aussi comme le site d'enfouissement de déchets inertes et tries, muni de cellules étanches pour récupération et traitement des effluents (lixiviats et biogaz). **M. Rinke (1992)**

### 4. Les types de décharge

- ❖ **La décharge brute:** est celle qui est admise ou tolérée en un lieu réservé à cet usage sur lequel les usagers viennent habituellement déposer leurs déchets (**Cheniti, 2014**).
- ❖ **La décharge sauvage :** est celle qui se crée en violation des règlements régissant la gestion des déchets, dans laquelle certains habitants déposent leurs déchets " à la

sauvette". Dans le premier cas, les décharges sont mises en dépôt parfois avec un semblant de précaution alors que dans le deuxième cas, aucune précaution n'est observée. Ces décharges présentent au regard un amonçèlement d'immondices qui peuvent se développer jusqu'à former des montagnes d'ordures fumantes et malodorantes, désastreuse pour l'environnement, générateur des risques d'incendies, de prolifération d'agents pathogènes, avec toutes les conséquences connues. Cependant (**Cheniti, 2014**).

- ❖ **La décharge contrôlée** : est différente de la décharge brute ou sauvage, elle est considérée comme une méthode d'élimination des déchets solides urbains. Son principe repose sur l'enfouissement des déchets effectués de façon rationnelle, dont le but est d'éviter toute nuisance. C'est une technique à part entière, jugée satisfaisante d'un point de vue environnemental, avantageuse du point de vue des coûts, mais elle nécessite une mise en œuvre très soignée :
  - Elle est implantée sur un site approprié après autorisation de l'administration ; cette autorisation n'étant accordée qu'après une étude approfondie de son impact sur l'environnement, et en particulier de tous les dangers de pollutions pouvant en résulter.
  - Les déchets y sont mis en dépôt dans le respect des règlements administratifs en vigueur et suivant des techniques bien maîtrisées garantissant leur élimination hygiénique.
  - Son exploitation s'effectue conformément un plan fixé l'avance et suivant lequel la réintégration du site dans son environnement naturel devra s'effectuer en fin d'exploitation. (**Cheniti, 2014**).

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

La décharge contrôlée est l'une des filières préconisées pour le traitement des déchets, mais elle présente des risques de contamination pour les eaux de surface et la nappe souterraine susceptible d'être utilisée pour l'alimentation en eau potable. Progressivement, la décharge s'est transformée en Centre d'Enfouissement Technique ayant pour règles la récupération des effluents gazeux (biogaz) et aqueux (lixiviats), la sélection des déchets admis, le contrôle et la surveillance des exploitations. Pour plus de protection du sol et de sous-sol des barrières de sécurité et de protection ont été aménagées jouant le rôle d'écran en minimisant les effets sur l'environnement.

Les centres d'enfouissements techniques sont définis comme un site d'élimination des déchets par dépôt sur ou dans la terre (c'est à dire en sous-sol). Le CET 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. Ils sont soumis à un arrêté administratif officiel d'autorisation d'exploitation. Celui-ci fixe, après étude d'impact et enquête publique, leurs conditions d'implantation, d'exploitation, de surveillance et d'aménagement final. Selon la nature des déchets admis et en fonction de leur perméabilité les centres de stockage de déchets sont répartis en trois classes(Aouane et Bdaih, 2016)

### 6. Classification de CET

**CET** ou centre de stockage(CDS) est une installation permettant de stocker les déchets acceptés en les isolant du milieu qui les entoure et d'éviter toute contamination de sol et de la nappe phréatique, trois types de CET existent( **Bennadir et Fentiz, 2013** ) .

**Tableau 2** : Les différentes classe d'un centre d'enfouissement technique (**Sophie, 2006**)

Classe	Caractéristiques
<b>Classe I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les déchets industriels spéciaux de catégories A qui sont : les résidus de l'incinération ; les résidus de la sidérurgie.</li> <li>➤ Les déchets minéraux de traitement chimique : sels métalliques, sels minéraux, oxydes métalliques.</li> <li>➤ Les déchets de catégories B qui sont : Les résidus de traitement d'effluents industriels et d'eaux industrielles, de déchets ou de sols pollués.</li> <li>➤ Les résidus de peinture : déchets de peinture solide, de résine de vernis.</li> </ul>
<b>Classe II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ordures ménagères.</li> <li>➤ Déchets commerciaux, artisanaux et industriels banals assimilables aux ordures ménagères, Déchets d'origine agricole, Pneumatiques.</li> <li>➤ Cendres et produits d'épuration refroidis résultant de l'incinération des ordures ménagères.</li> <li>➤ Boues en provenance de l'assainissement urbain</li> </ul>
<b>Classe III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ils reçoivent les déchets inertes d'origine domestique comme les déchets issus du bricolage familial et les déblais et gravats qui peuvent également être stockés dans les décharges de classe II.</li> <li>➤ Ils reçoivent aussi les déchets de chantiers et les déchets de carrière.</li> </ul>

## **7. Les Flux polluants générés par le centre d'enfouissement technique**

### **7.1. Le biogaz**

Le biogaz est une source d'énergie qui provient de la dégradation de la matière organique

En l'absence d'oxygène. Ce phénomène naturel peut être observé dans les marais ou les décharges d'ordures ménagères. On peut le provoquer et l'intensifier en faisant la méthanisation en digesteurs (sorte de gros silos) où cette dégradation est contrôlée (**Mammeri, 2007**).

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane et de dioxyde de carbone (Le rapport  $CH_4/CO_2$  est d'environ 60/40 en phase de méthanogènes) (**Chedebaf et Belaid, 1999**).

D'autres produits minoritaires sont également présents tels que le sulfure d'hydrogène, les mercaptans et des composés organiques volatils. La production de biogaz liée à la phase de stabilisation des déchets, en système anaérobie, dépend de plusieurs paramètres dont la nature du déchet, la teneur en humidité, la température, le pH, la disponibilité des nutriments et la présence d'inhibiteurs (**Chedebaf et Belaid, 1999**).

### **7.2. Le lixiviat**

Il résulte de la solubilisation de composés lors de la percolation non uniforme et intermittente de l'eau à travers la masse de déchets. La genèse du lixiviat est donc la conséquence de l'infiltration dans la masse de déchets d'eaux de pluie, d'eaux de ruissellement et d'eaux souterraines (dans le cas où les déchets sont enfouis sous la nappe phréatique), mais elle est aussi due, en plus faible partie, à la présence d'humidité dans les déchets au moment de leur enfouissement (**Chedebaf et Belaid, 1999**).

## **8. Les données techniques sur le CET de Mila**

Le centre d'enfouissement technique est situé dans la zone Oulad Bouhlouf dans la région sud, à 07 km du siège de l'Etat, et il occupe une superficie de 11 hectares et 50 mètres carrés. Ses travaux d'achèvement ont commencé le 02/07/2005 avec le permis n° 374 en date du 23/04/2005. Son activité effective a débuté le 01/03/2010 Le centre reçoit 204 tonnes des déchets par jour (**Fig.5**) (**Mila net, 202**).

## 9. Les caractéristiques techniques du CET Mila

### 9.1. Ouvrages et équipements

- L'administration du centre : c'est une pièce déserte qui comprend quatre bureaux, chaque surface de bureau est de 10,85 mètres carrés. C'est le bureau du chef du centre, le bureau du responsable du magasin, et le agrandissement du magasin.
- Postes de garde : Il existe un centre de garde d'une superficie de 10,90 m<sup>2</sup>.
- Bureau d'équilibre : une superficie de 10,90 m<sup>2</sup>.
- Entrepôt de maintenance : une superficie de 21,45 m<sup>2</sup>.
- Entrepôt de lavage de camions : 21,45 m<sup>2</sup>.
- Entrepôt 1 : une sup.
- Superficie de 26,40 m<sup>2</sup>.
- Point de ravitaillement : d'une capacité de 10 m<sup>3</sup> et deux réservoirs de vidange d'une capacité de 3 m<sup>3</sup> chacun
- Réservoir d'eau : d'une capacité de 33 m<sup>3</sup>
- Salle de bain : Comprend 6 jets pour les travailleurs.
- Entrepôt de compresseurs + espace ouvert pour le stockage de matériel PET

Deux entrepôts pour le stockage (CET Mila, 2022 )



**Figure 5 : Décharge publique de Mila (Cliché personnel, Avril 2022)**

## 9.2. La collecte des déchets ménagers

Chaque Milevien produit près de 0,6 kg de déchets par jour. La collecte de ces déchets constitue un enjeu majeur pour l'établissement public Etablissement Public de Wilaya de Gestion des Centres d'Enfouissement Technique de Mila. (EPWCET) qui assure leur gestion.

Avant la création du centre d'enfouissement technique, le processus de collecte était de la responsabilité de l'APC. Actuellement l'APC a chargé l'établissement EPWCET, de recueillir ces déchets collectés par ses départements et toutes ses succursales (CET Mila, 2022).

## 9.3. La pré-collecte

La pré-collecte, est une étape souvent nécessaire. Il s'agit de toutes les opérations précédentes le ramassage des déchets par le service d'hygiène(Fig.6)

Cette phase consiste à étudier l'interaction des habitants de la ville de Mila avec la collecte et leur contribution à faciliter la collecte des ordures ménagères (CET Mila, 2022) .



Figure 6 : La collecte des déchets (Cliché personnel, Avril 2022)

## 9.4. Les horaires de ramassage des déchets

Le système de collecte des déchets est un système complexe, qui fait intervenir beaucoup d'acteurs privés et publics ; ainsi que les citoyens, par leurs responsabilités sur les horaires de sortie des déchets pour éviter le phénomène de répartition des ordures dans les espaces publics. Une partie de la population questionnée évaluée à 5%, dit qu'ils sortent leurs déchets entre 5h00 et 17h00. Alors que 41% d'entre eux, sortent leurs déchets entre 20h00 et 5h00, enfin 54% de la population, sortent leurs déchets entre 17h00 et 20h00 (Fig.7)

Vu que le meilleur horaire, pour faire sortir ses déchets est de 20h00 à 5h00 du matin ; nous concluons que 59% des citoyens ne respectent pas les horaires de ramassage de ordures ménagères. Ceci pourrait être dû, au manque de sensibilisation des citoyens de la ville de Mila de la part des organismes et des établissements publics d'une part ; et au manque de civisme des citoyens, qui provoquent la propagation des mauvaises odeurs et des maladies causées par l'accumulation de leurs déchets dans les quartiers de la ville (CET Mila, 2022).



**Figure 7:** Transporté les déchets pour le recerclage (Cliché personnel, Avril 2022).

### **9.5. Les périodes d'enlèvement des déchets**

Du coté des citoyens beaucoup témoignent que, les jours de dépôt de leur ordures se fassent en fonction du passage des éboueurs pour la collecte des déchets :

- 72% des citoyens déclarent qu'ils sortent leurs déchets chaque jour,
- 25% sortent les déchets tous les deux jours,
- et 3% sortent les déchets tous les trois jours

En admettant que, la meilleure période pour faire sortir ses déchets est chaque jour. La plus grande majorité des citoyens (72%) de la ville de Mila, respectent la période de ramassage des déchets (CET Mila, 2022).

#### **9.5.1. La collecte en apport volontaire**

Les autorités concernées, ont mis en place des points de collecte spéciaux qui permettent aux particuliers de collecter des déchets et de les apporter aux conteneurs de collecte ou à la place désignée dans leur lieu de résidence pour s'en débarrasser. La plupart du

temps, ce système se trouve particulièrement dans les bâtiments et les grandes collectivités résidentielles.

La collecte en apport volontaire ne nécessite pas une main-d'oeuvre importante, mais la distribution des bacs doit être réglementaire dans les différents quartiers, pour couvrir le plus possible de quartiers de la ville de Mila (CET Mila, 2022).

### **9.5.2. La collecte en porte-à-porte**

C'est l'EPWGCET (Etablissement Public de Wilaya de Gestion des Centre d'Enfouissent) Technique. de Mila qui organise la collecte des ordures ménagères. Les producteurs de déchets les déposent sur la voie publique, les éboueurs passent les collecter plus tard. Ce processus dépend d'un système de collecte quotidien, en raison des maladies et des odeurs désagréables causées par les déchets accumulés.

Ce processus est un facteur principal, dans le maintien de l'aspect esthétique de la ville de Mila. Les horaires de ramassage des déchets, aident les éboueurs à recueillir les déchets avant le début du mouvement des citoyens ; ceci dit le temps de la collecte, joue un rôle principal pour la préservation de l'aspect esthétique de la ville et organise le processus loin du mouvement des citoyens pendant la journée.

Cette collecte nécessite une main-d'œuvre importante, par rapport aux autres opérations, particulièrement dans les quartiers où le camion ne peut pas y accéder, comme le quartier de l'ancienne Mila. Les éboueurs recueillent les sacs ou les conteneurs en face de chaque maison, puis les déversent dans les camions pour être transportés au CET.

Ce processus comprend de nombreux quartiers, en particulier les quartiers des résidences individuelles, comme le centre-ville. Celui-ci est considéré comme l'un des quartiers les plus importants, qui dépendent du système de porte à porte, parce qu'il est considéré comme le cœur de la ville et la propagation bacs ne donne pas une bonne vue esthétique (CET Mila, 2022).

### **9.6. L'après collecte**

Il s'agit d'une collecte secondaire effectuée par l'EPTWGCET, pour recueillir les restes du processus de la collecte des déchets ménagers, en particulier les déchets d'emballages et les restes du processus de balayage. L'après collecte comprend seulement les routes principales de la ville de Mila.



Le camion de l'après collecte (**Fig.8**) , recueille les ordures ménagères à 7h00 du matin. Il couvre tous les secteurs de la ville de Mila, il joue un rôle important dans l'élimination des points noirs et la préservation de la vue esthétique de la ville (**CET Mila, Avril 2022**).



**Figure 8** : La méthode d'enfouissement des déchets (**Cliché personnel, Avril 2022**) .

### 10. La station de traitement de lixiviat

Il ya plusieurs méthodes du traitement de lixiviat mais le CET deMila utilise seulement la méthode d'osmose inverse

**Tableau 3:** Description de la station de traitement au CET Mila (**CET Mila,2022**)

<b>Bassin d'homogénéisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volume : 600 m<sup>3</sup></li> <li>- Mélange lixiviat et homogénéisation</li> </ul>
<b>Unité de filtrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement de 110 m<sup>3</sup> de lixiviat par jour, prmeat 80, concentrât 20.</li> <li>- Phase de prétraitement.</li> <li>- Réglage de ph par ajout des produits chimiques.</li> <li>- Phase de traitement : utilisant la technique d'osmose inverse, elle permet au lixiviat de passe d'une eau plus concentrée à moins concentré par l'utilisation de haute pression.</li> </ul>
<b>Bassin de concentration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 300 m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Laboratoire d'analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle en entrée de la qualité et du rendement de station. (<b>Fig.9</b>)</li> </ul>

<b>Générateur électrique</b>	- Energie 200 KVA.
<b>Capacité de station</b>	- 80 m <sup>3</sup> par jour des eaux filtré. - 29200 m <sup>3</sup> par année des eaux filtrée.



**Figure 9** : La station du traitement de lixiviat CET Mila(Cliché perssonel, Mai 2022).

### 10.1. Descriptif de l'osmose inverse

L'osmose inverse est une méthode de filtration tangentielle utilisant des membranes denses laissant passer le solvant (l'eau dans la majeure partie des cas) en arrêtant les sels ou les composés dissout dans ce dernier.

La technique de l'osmose inverse présente un seuil de coupure en poids moléculaire très bas Elle retient tous les sels dissous, les molécules inorganiques et les molécules organiques dont la taille est comprise entre 0,01e 1 nm.

La technique consiste à filtrer l'eau par son passage à travers une membranes imperméable d'un milieu concentré vers un milieu dilué par l'action d'une pression(exercée côté solution concentrée) supérieure à la pression osmotique du système. La pressions 'appliques sont élevées (de10à80barsselonlesapplications) (CET Mila, 2022).

#### 10.1.1. Descriptif d'une Membrane :

1. Eau brute.
2. Sortie Concentrât.
3. Sortie Perméat.
4. Sens d'écoulement de l'eau brute.
5. Sens d'écoulement duperméat.
6. Matériaux de protection.
7. Joints d'étanchéité entremodule et enveloppe.
8. Perforations collectant leperméat.

- 9. 13 épateurs.
- 10. Membranes.
- 11. Collecteur de perméat.
- 12. Ligne de soudure entre les membranes.

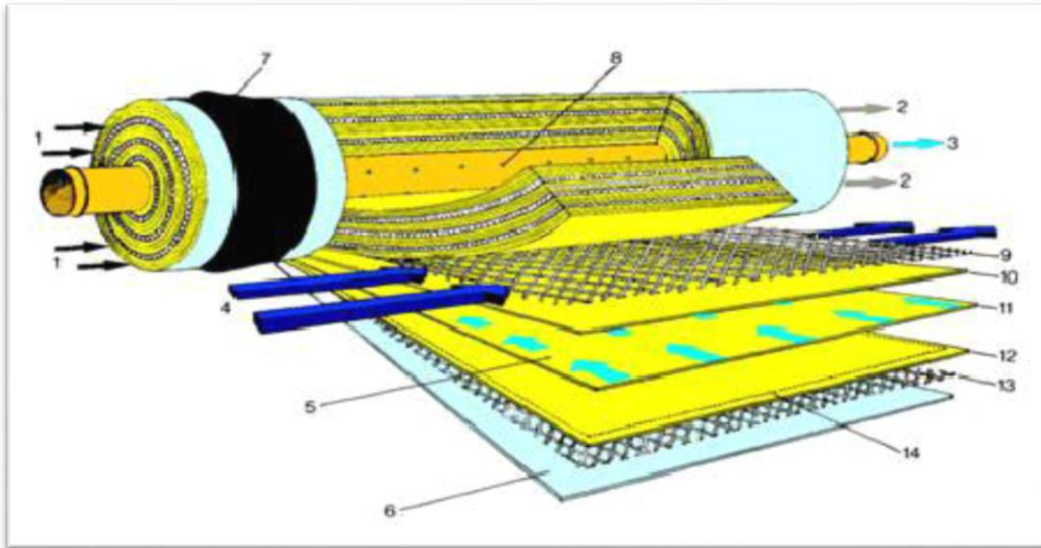


Figure 10 : Descriptif d'une Membrane(CET Mila, 2022).

### 10.1.2. Equipements et Composants

L'installation de traitement des Lixiviats consiste en différents équipements et composants(Fig.11) : Pompes, filtres à sable, Filtres à Cartouches, supprimeurs/compresseur, appareils de mesure, Sondes, membranes d'osmose inverse, valves automatisées, Automates, Panels, etc.

Toute la documentation des fournisseurs pour les différents équipements est mise à disposition. Il est impérativement nécessaire que l'opérateur de l'installation se familiarise avec ces documents et suive les instructions du fournisseur lorsque tout travail doit être effectué sur un équipement/composant de l'installation (CET Mila, 2022).

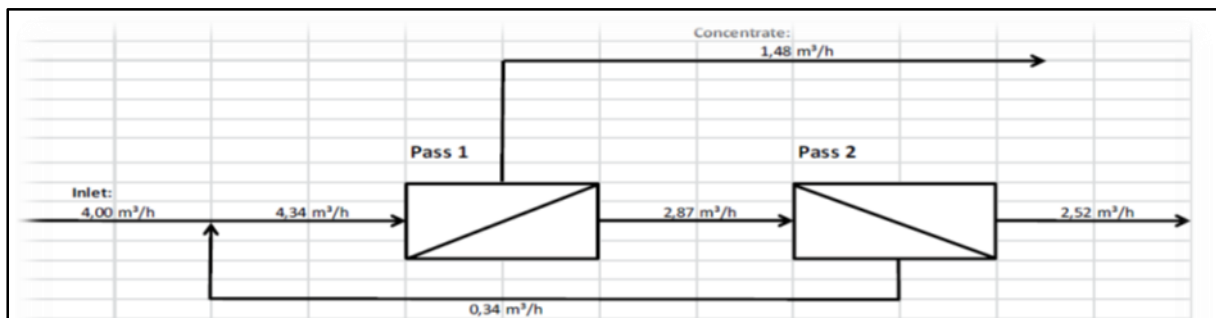


Figure 11 : Bloc de la station de traitement de lixiviat par osmose inverse (CET Mila, 2022)

### 10.1.3. Prétraitement des effluents

Comme prétraitement des Lixiviats, un filtre à sable est prévu pour l'abattement de matières en suspension. Le fonctionnement des filtres à sable est entièrement automatique. Le rétro lavage des filtres à sable est opéré avec l'eau de la cuve d'homogénéisation. Après le rétro lavage un lavage direct réalisé afin d'envoyer le premier flux vers la lagune des Lixiviats. Lorsqu'un filtre à sable est en mode lavage, l'autre peut être en mode de fonctionnement normale.

Des filtres à cartouche sont installés après les filtres à sable afin de réduire les particules en suspension dans le but de protéger les membranes.

Dans le cas où les filtres sont bouchés un arrêt automatique contrôlé par la pression se produit. Pour un fonctionnement automatique il est nécessaire de contrôler occasionnellement l'état des filtres à cartouche (Mila net, 2022).



**Figure 12:** Laboratoire d'analyse de CET Mila (Cliché personnel, Mai 2022).

## 11. L'importance du projet

- ✓ Préserver l'environnement en protégeant les nappes phréatiques et les plans d'eau dont le plus important est SED Beni Haroun.
- ✓ Exploitation de l'eau filtré pour le nettoyage et arroser les arbres non fructueux.

# Chapitre III

## Matériel et méthodes



## 1. Échantillonnage

Les échantillons sont prélevés à l'aide de flacons en verre pyrex munis d'un bouchon à vis métallique, d'une contenance de 250 ml, stériles pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination (**Derwich *et al.*, 2008 ; Merzoug, 2009**).

Il convient d'être très attentif pour éviter toute contamination accidentelle d'échantillon durant le prélèvement, ce qui implique le respect de règles précises. Ces règles seront différentes selon le point de prélèvement (**Rejsek, 2002**).

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (**Rejsek, 2002 ; Merzoug, 2009 ; Rodier, 2009**).

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (**Leyral *et al.*, 2002**).

Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- ✓ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.
- ✓ Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.
- ✓ Recherche et dénombrement des germes pathogène (**Rodier *et al.* 2009**).
- ✓ Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito- réductrices.

### 1.1.Nature et période de prélèvement

On a effectué 02 prélèvements pendant 2 mois : avril et mai 2022 Pour la détermination de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux issues de la décharge publique du Mila (lixiviat) (**Tab.4**).

La totalité de nos analyses microbiologiques ont été réalisés au niveau des laboratoires de département de biologie centre université du Abd Elhafid Boussof Mila, et les analyses physicochimiques au niveau de la station d'épuration Ain Beida Harriche Ferdijoua -Mila.

Le tableau 4 représente la nature et les dates du prélèvement au niveau de la décharge publique de la wilaya de Mila.

Tableau 4: La nature et période de prélèvement.

Nature de prélèvement	Période de prélèvement	Type d'analyse effectuée
Les eaux issues de la décharge publique du Mila (Lixiviat).	P1 : 18 Avril 2022	Physico-chimiques et bactériologiques
	P2 : 16 Mai 2022	

### 1.2. Le lieu de prélèvement

Les lieux de prélèvement d'échantillon sont généralement choisis aux endroits où bien déterminer la qualité des eaux (**Lightfoot, 2002**).

Pour contribuer ou apprécier la qualité physico-chimique et microbiologique de lixiviat de la décharge publique de Mila, nous avons prélevé les échantillons au niveau de la sortie de lixiviat



Figure 13 : Lieu de prélèvement (Cliché personnel, avril 2022).

### 1.3. Matériel de prélèvement

Les échantillons sont prélevés à l'aide des flacons en verre pyrex munis d'un bouchon métallique, d'une contenance de 250 ml, stériles soit à l'autoclave à 120° C pendant 15 minutes (stérilisation à la chaleur humide), soit au four Pasteur à 170 °C durant une heure (stérilisation à la chaleur sèche), s'ils font objet d'une analyse microbiologique et pour l'analyse physico-chimique on utilise des bouteilles en plastique préalablement bien nettoyés par l'eau à examiner, chaque bouteille doit porter une étiquette (**Rodier et al., 2009**).

### 1.4. Mode de prélèvement

Nous avons rempli les bouteilles en plastique et les flacons par le tube principal de lixiviat brute.

Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons stériles. En prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon, ensuite on retire le flacon rempli par lixiviat (**Larpent, 1997**).

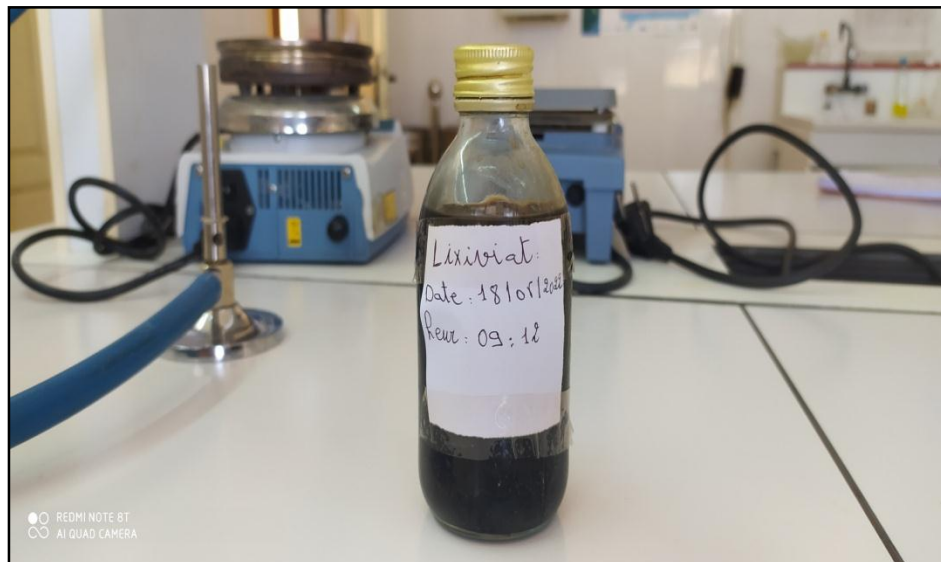
Le flacon ne doit pas être rempli entièrement. En effet, il convient de laisser un petit vide d'air, permettant un mélange correct en secouant le flacon (Chaouch, 2007 ; Lightfoot, 2002).

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser.

### 1.5. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquètes soient lisibles et indétectables.

Dans ces derniers, on doit noter avec précision ; la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales, pour éviter toute confusion (Lightfoot, 2002).



**Figure 14:** Etiquetage des échantillons (Cliché personnel, mai 2022).

### 1.6. Transport des échantillons

Le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer Les analyses physico-chimique et bactériologiques doivent être ou moins de 2 heures après avoir pris le prélèvement (Fig.15) (Rodier, 1996).





**Figure 15 : Transport des Prélèvements (Cliché personnel, mai 2022).**

## 2. Les analyses physicochimiques

On a effectué une série des analyses physicochimique sur les eaux de lixiviat de la décharge publique de Mila, ces paramètres sont : Température, pH, conductivité électrique, Oxygène dissous, nitrate, nitrite, ammoniac et phosphate.

L'analyse pourra s'effectuer directement à partir de l'eau ou de ses dilutions. Dans le cas d'une eau peu chargée en microorganismes, on pratique une filtration ou une numération en milieu liquide à partir de l'eau brute ; dans le cas d'une eau chargée, on réalise des dilutions (eaux de rivière, eaux usées, etc.) (Rodier *et al.*, 2009).

Nous avons dilué lixiviat par L'eau distillé 10 fois parce qu'elle très été concentrée.

### 2.1.La Température (T°)

Il est très important de connaitre la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle direct sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau ; et elle a aussi une grande influence sur l'activité biologique (Roux, 1987 ; Rodier, 1996 ; Leclerc, 1996 ; De Villers *et al.*, 2005).

### 2.2.Le Potentiel d'hydrogène (pH)

#### ❖ Principe

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de plusieurs facteurs dont la température et l'origine de l'eau. Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $H^+$  présent dans l'eau ou la solution (Coulibaly, 2005).

**❖ Etalonnage de l'appareil**

- Allumer le pH mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon pH=7.
- Régler l'agitation a faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH=7.
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à l'affichage du standard.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée (STEP, 2022)

**❖ Dosage de l'échantillon**

- Prendre environ =100ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcheur.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation (Coulibaly, 2005).

**❖ Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la température exprimée en (°C) ainsi que la valeur du pH correspondant.

**2.3.La conductivité électrique (CE)****❖ Principe**

Mesurer la conductivité électrique de l'eau, c'est à dire sa capacité à transporter et à favoriser le passage du courant électrique. (Wilke *et al.*,1999) .

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution, et dépend de leur nature et leurs concentrations (Rejsek, 2002). Donc, Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Rodier *et al.*, 1996).

**❖ Mode opératoire**

- Allumer le conductimètre et rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bécher, la solution de lixiviat
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage de la constante de cellule.
- Prendre environ 100 ml de lixiviat
- Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée.

### ❖ Expression des résultats

Le résultat est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### 2.4. L'oxygène dissous (OD)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques (**Rejsek, 2002**).

La mesure de l'oxygène dissous est effectuée sur les eaux, à l'aide d'un oxymétrie portatif (**Rodier et al., 2009**).

### ❖ Principe :

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (**Rodier, 2009**).

### ❖ Mode opératoire

- Allumer l'appareil et rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Puis rendre environ =100 ml d'eau à analyser.
- On trempe l'électrode dans le béccher en ont.
- Laisser stabiliser un moment puis on lit la concentration en mg/l.
- Expression des résultats
- La teneur en oxygène dissous s'exprime en mg /l.

#### 2.5. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

### ❖ Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption (l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm) (**STEP, 2022**).

### ❖ Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.

- 1 ml d'acide ascorbique.
- Ajouter 2 ml du réactif-mélange
- Attendre 10 mn.
- L'apparition de la coloration bleue indique la présence des  $\text{PO}_4^{3-}$ -(Fig.16)

#### ❖ Expression des résultats

- Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 16: Mesure de Phosphate (Cliché personnel, Mai 2022).

## 2.6. Nitrates $\text{NO}_3^-$

### ❖ Principe

En présence de salicylate de sodium les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique (STEP, 2022).

### ❖ Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C.
- (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  laissé reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre (Fig.19) (STEP, 2022).

### ❖ Expression des résultats

- Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 420 nm.

- Multiplier par 4,43 pour obtenir le résultat en  $\text{NO}_3^-$ .

## 2.7. Nitrite $\text{NO}_2^-$

### ❖ Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N1 Naphtyléthylèdiamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm au spectrophotomètre (**Chermat *et al.*,2018**).

### ❖ Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 min.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .
- Expression des résultats.
- Le résultat est donné directement en mg/l (**STEP, 2021**).



**Figure 17** : Mode opératoire de quelque paramètre physicochimique (**Cliché personnelle, Mai 2022**).

## 2.8. Azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$

### ❖ Principe

Le principe peut se décomposer en plusieurs étapes :

- 1ère étape : libération du gaz ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) à partir des ions ammonium en milieu basique.
- 2ème étape : entrainement à la vapeur de l'ammoniac par distillation.
- 3ème étape : dosage des ions ammonium par acidimétrie avec l'acide sulfurique (STEP .2021).

### ❖ Mode opératoire

- Prélever 50 ml d'échantillon à analyser qui doit contenir entre 0,2 et 20 mg de  $\text{NH}_4^+$ .
- Pour une quantité inférieure à 0,2 mg, utiliser une méthode spectrophotométrique.
- Pour une quantité supérieure à 20 mg, réaliser une dilution.
- Introduire la prise d'essai dans le ballon à distillation et ajouter 20 ml d'une solution de carbonate de sodium pour alcaliniser le milieu. Ajouter éventuellement un agent anti mousse.
- Admettre la vapeur durant au moins 20 minutes en recueillent le distillat dans 5 ml d'acide borique avec de l'eau distillée, en quantité suffisante pour que l'allonge du réfrigérant barbote dans le liquide, et 3 à 4 gouttes d'indicateurs de tashiro.
- Titrer avec l'acide sulfurique au fur et à mesure que l'ammoniac se dissout et que l'indicateur vire au vert. Ramener la teinte au gris sale (Fig.20) (STEP .2021).

### ❖ Expression des résultats

La teneur en azote ammoniacal exprimé en mg/l.



(a) Matériel de la mesure d'Azote Ammoniacal.



(b) La distillation

**Figure 18:** Mesure de l'Azote Ammoniacal  $\text{NH}_4^+$  (Cliché personnel, Mai 2022).

### 3. Les analyses bactériologiques

Dans la plupart des examens usuels, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative (**Rodier et al., 2009**).

Elle fait appel à des diverses techniques de dénombrement basées pour la plupart sur l'obtention de culture à partir des cellules présentes dans le milieu. On oppose souvent analyse quantitative qui détermine un nombre du germe par « ml » ou par « g » de produit et analyse qualitative : test de présence et l'absence de microorganisme (**Guiraud, 1998**).

#### ❖ Matériel de laboratoire

On a utilisé le matériel classique d'un laboratoire de microbiologie : appareil de stérilisation (four Pasteur, autoclave), des appareils d'incubation (des étuves à 37°C), réfrigérateur, bec Bunsen.... Etc.

Les géloses employées sont : Chapman, Hektoen, GN, sabouraud, gélose VF et SS.

Pour le dénombrement des germes de contamination fécale on a utilisé les milieux liquides de dénombrement bouillon BCPL (le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol simple), et bouillon ROTH (bouillon à l'acide de sodium simple concentration) milieux liquides de confirmation (bouillon Litsky, bouillon Schubert et/ou eau peptonée exempte d'indole).

Pour l'observation microscopique on a utilisé : un microscope optique, violet de gentiane, fuschine, Lugol, alcool, huile d'immersion, lames et, ruban adhésif.... etc.

L'identification a été basée sur la galerie API20 systèmes Bio Mérieux. Ainsi, on a utilisé le matériel usuel de paillasse tel que les additifs, eau distillée, pipette Pasteur, anse de platine, boîtes de Pétri, etc. (**Abdellaoui et al., 2012**).

#### ❖ Précautions générales :

➤ Avant d'effectuer une analyse microbiologique, il est nécessaire de travailler dans des conditions aseptiques c'est-à-dire : des conditions de stérilisation parfaite.

➤ On ferme la porte et les fenêtres et on porte la blouse (fermée) avant de commencer toutes manipulations.

➤ On désinfecte les mains avec l'eau de Javel et on rince avec l'eau de robinet.

➤ On allume le bec Bunsen en prenant soin d'obtenir une flamme bleue afin de stériliser l'air alentour dans un rayon de 10 cm<sup>2</sup>.

➤ On désinfecte la paillasse avec l'eau de Javel.

- On met tout le matériel dont on a besoin autour du bec Bunsen en respectant la zone stérile pour éviter toutes contaminations.
- Flamber, avant et après manipulations, les pipettes Pasteur et les anses métalliques utilisées pour les prélèvements.

### 3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification

#### *d'Escherichia coli* en milieu liquide (Méthode de NPP)

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (*E. coli*) (Ceaq, 2015).

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37 °C (Carbonnelle, 1998 ; Camille, 2003).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermos tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capable de fermenter le lactose et de produire l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à une température de 44°C ; et qui donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyle. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* (*E. coli*) (Roux, 2003 ; Lebres *et al.*, 2008).

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification *d'E coli* ont été effectués par la technique de nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie. Le principe de cette méthode se divise en deux étapes : Test de présomption et Test de confirmation.

#### ❖ Mode opératoire

##### ▪ Test présomptif

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon afin d'obtenir une répartition homogène des microorganismes, nous avons réalisé neuf dilutions décimales successives ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$ ) avec deux répétitions par dilution. Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques (Rejsek, 2002).

La recherche se fait en bouillon BCPL S/C (Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol simple concentration).



- Prélever 1ml de lixiviat à l'aide d'une pipette stérile et la porte dans le premier tube de la série contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-1}$ .
- Homogénéiser et Prélever 1ml de la dilution  $10^{-1}$  précédente et l'ajouter à un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-2}$ .
- Transférer 1 ml de la dilution  $10^{-2}$  dans un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-3}$  et continué jusqu'à  $10^{-9}$ .
- Refaire la technique pour les 6 autres tubes de BCPL afin d'obtenir 9 tubes de BCPL, et refaire pour deux autres séries (**Délaras, 2008**).
- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum (**Fig.21**).
- L'incubation se fait à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures (**Mouffok, 2001; Labres, 2002 Delarras, 2007**).

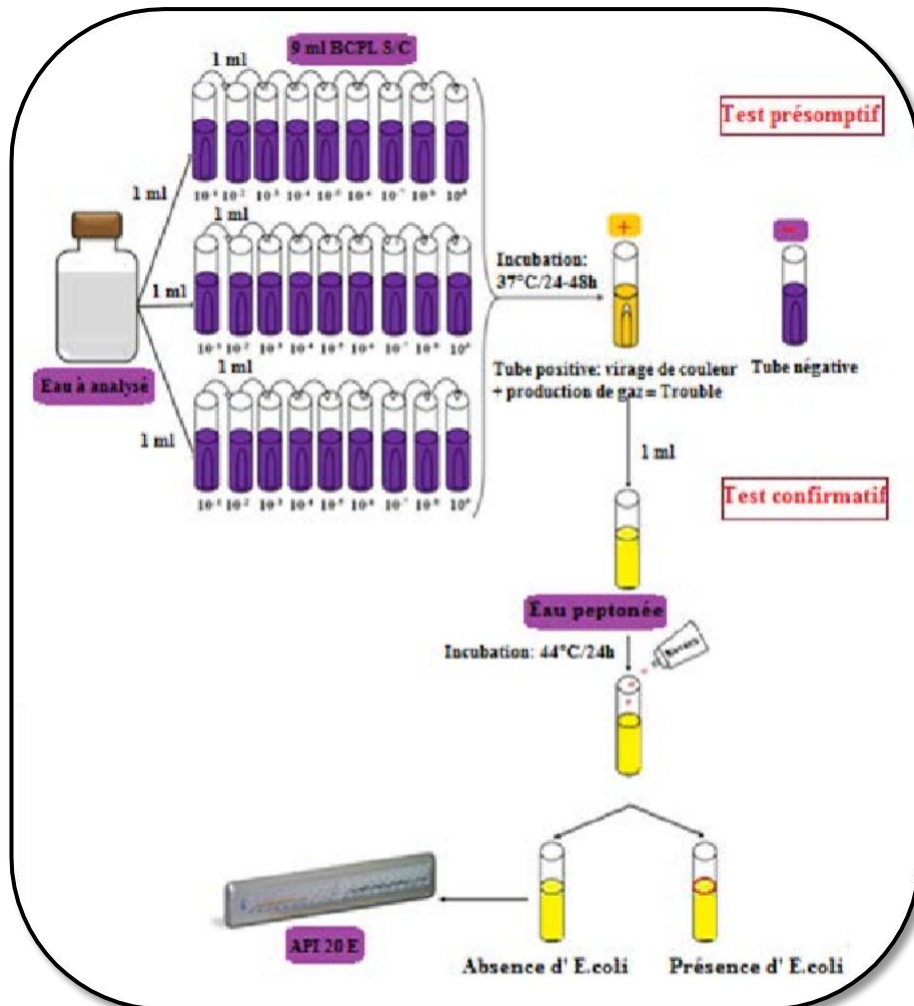
#### Lecture

Après incubation seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) (**Labres et al., 2008**).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (**Lebres, 2002**), pour obtenir le nombre le plus probable de coliformes totaux présents dans 1 ml d'eau à analyser.
- **Test confirmatif**
  - Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermos tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli* (**Merzoug, 2009**).
  - Repiquer chaque tube de BCPL trouvé positif avec une anse bouclée ou une pipette Pasteur dans le (ou les) milieu(x) de confirmation (**Rodier et al., 2009**). Comme milieu de confirmation, on utilise dans le premier prélèvement : le milieu eau peptone exempt de indole.
  - Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures (**Labres et al. 2008**) (**Fig.21**).

### ✚ Lecture

Les tubes positifs présentent à la fois : un dégagement gazeux et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après l'ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs. (Rejsek, 2002).



**Figure 19:** Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification *E. coli* dans les eaux du lixiviat. (Méthode de NPP) (Abdellaoui *et al.*, 2012).

### 3.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Cette méthode consiste à la recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D ; Gram (+), formant quand ils sont cultivés en milieu liquide des diplocoques et/ou des chainettes (Engelkirk, 2008).

#### ❖ Mode opératoire

Elle se fait en deux étapes consécutives

✓ Le test de présomption : réservé à la recherche présomptive des Streptocoques.

✓ Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe « D » (Chaouch, 2007).

▪ **Test présomptif**

✓ A partir de l'eau à analyser, après homogénéisation ; porter aseptiquement 1ml dans un tube contenant 9 ml de milieu Roth S/C pour obtenir la dilution  $10^{-1}$ .

✓ Prélever 1ml de tube précédent  $10^{-1}$  et mettre dans le seconde tube Roth pour avoir la dilution  $10^{-2}$ .

✓ Transférer 1ml de la dilution  $10^{-2}$  dans un tube contenant 9ml de milieu Roth S/C, pour obtenir la dilution  $10^{-3}$ (Fig.22).

✓ Refaire la technique 5 fois pour avoir 5 tubes de Roth, et 2 autres séries. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures (Rejsek, 2002 ; Délarras, 2008).

❖ **Lecture**

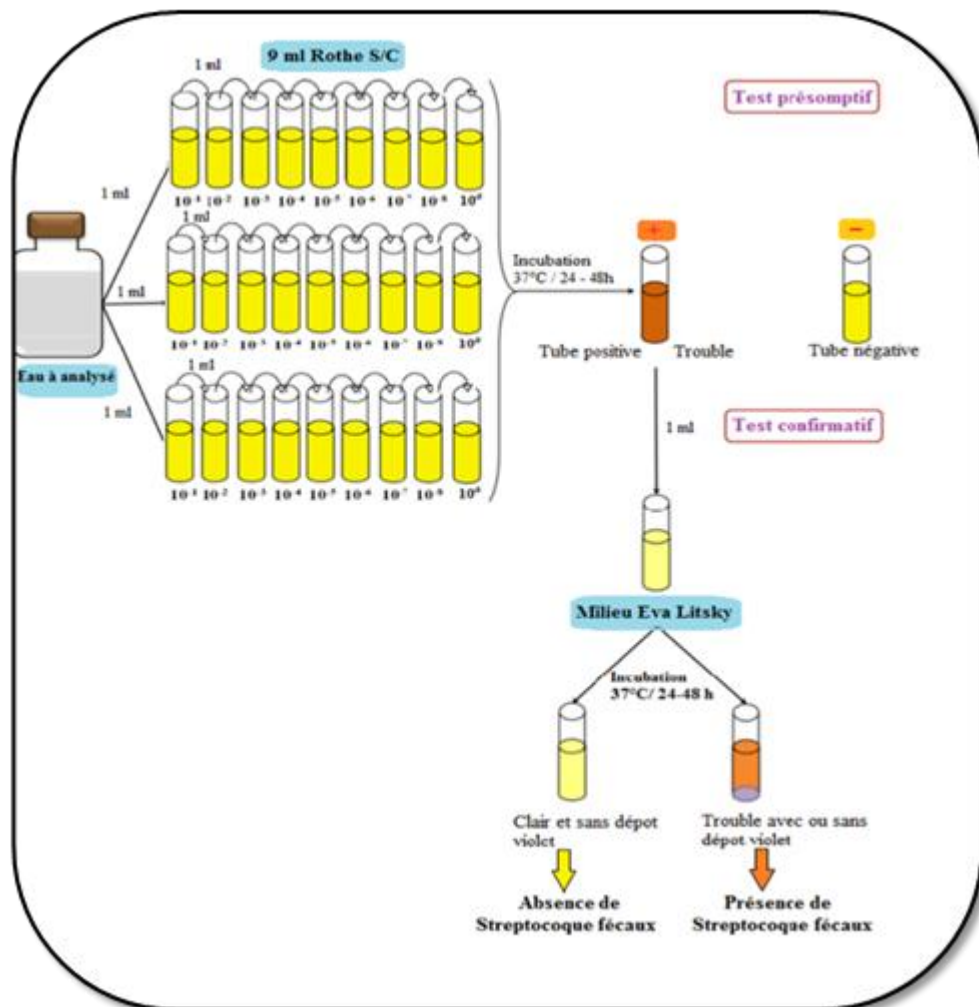
Après incubation, considérer comme positifs les tubes pour lesquels on observe un trouble dû à une croissance microbienne. Ces tubes doivent absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but de confirmation des streptocoques du groupe D (Lebres *et al.* 2008).

▪ **Test confirmatif :**

Les tubes de Roth trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette pasteur ou une onse bouclée dans tube contenant le milieu Eva Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C ; pendant 24 heures (Lebres *et al.*, 2008).

❖ **Lecture**

Sur le milieu de Eva Litsky, la présence de streptocoque du groupe D se caractérise par l'apparition d'un trouble dû au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet. (Rejsek , 2002). La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP de Mac Grady.



**Figure 20:** Protocole de recherche et dénombrement des entérocoques fécaux dans les eaux par technique de NPP (Abdellioui *et al.*, 2012).

### 3.2. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices ASR (*Clostridium*) :

Cette recherche concerne des bactéries anaérobies strictes, parmi ces bactéries figure le genre *Clostridium* il s'agit de bacilles à Gram (+) presque toujours mobiles acquièrent une structure spéciale appelée endospore ou spore ; très résistante dans l'environnement (Rejsek, 2002), qui se développe à une température de  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  en 24 à 48 heures en gélose profonde ; donnant des colonies de couleur blanche entourées d'une auréole noire, c'est le témoin de la réduction de sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu ; en sulfure qui en présence de  $\text{Fe}^{2+}$  qui donne  $\text{FeS}$  (sulfure de fer) de couleur noire (Lebres *et al.*, 2008).

#### ❖ Mode opératoire

- ✓ A partir de l'eau à analyser, transférer environ 25 ml d'eau à analyser dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage à  $80^\circ\text{C}$  pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes

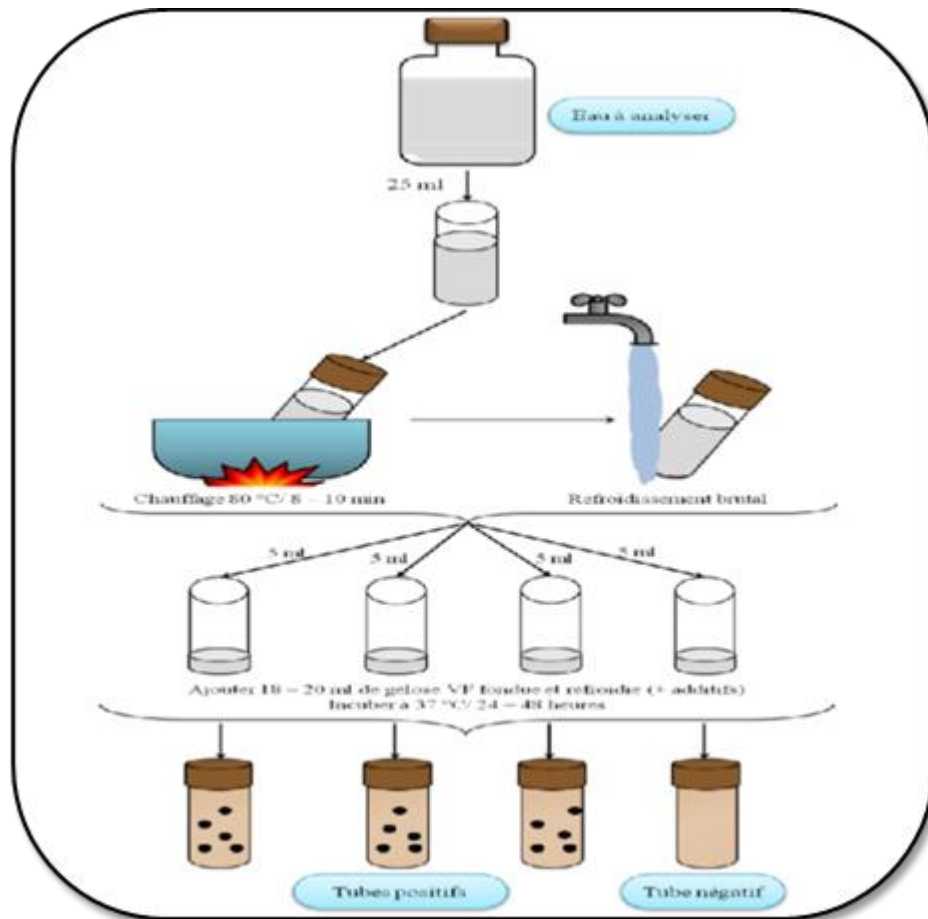
- ✓ Après chauffage, refroidir immédiatement le tube, sous l'eau de robinet
- ✓ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube :
- ✓ Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose viande foie (VF), fondue puis refroidie à  $47 \pm 1^\circ\text{C}$ , (**Labres et al., 2008**), additionnée 1 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer (**Rodier et al., 2009**).
- ✓ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air ;
- ✓ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$ , pendant 24 à 48 heures (**Labres et al., 2008**).

❖ **Lecture et interprétation :**

Considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie blanc entourée d'un halo noir.

Il est indispensable de procéder à une lecture après 24 heures : en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible après 48 heures.

Par contre, s'il y a une faible quantité de colonies à la première lecture, et si les colonies sont petites, il peut y avoir un développement de nouvelles colonies dans les 24 heures suivantes (**Rodier et al., 2012**). Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser (**Labres et al., 2008**).



**Figure 21:** Protocole de la recherche et du dénombrement des Clostridium sulfite-réducteurs. (Abdellaoui *et al.*, 2012).

### 3.3. Recherche des germes pathogènes

Il existe une grande variété de bactéries pathogènes ou potentiellement pathogènes (opportunistes) pour l'homme dans tous les types d'eaux. Celles-ci vivent ou survivent dans l'environnement, soit provenant des rejets humains, éliminées par des sujets malades ou des porteurs sains, soit étant autochtones et pouvant s'adapter à l'homme (Carbonnelle, 1988).

Le travail d'ensemencement des microorganismes se pratique sur une paillasse conforme à la réglementation autour de la flamme d'un bec Bunsen (Delarras., 2007). L'ensemencement par stries sur boîtes de Pétrie est pratiqué le plus souvent dans un but d'isolement. L'inoculum est prélevé directement à partir de l'eau à analyser est déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface (méthode des quadrants) (Aouissi, 2008). Un isolement est effectué à l'aide d'une anse de platine, une pipette Pasteur ou d'un ensemeur à usage unique stérile (Denis *et al.*, 2007).

### ❖ Mode opératoire

Le travail d'ensemencement des microorganismes se pratique sur une paillasse conforme à la réglementation autour de la flamme d'un bec Bunsen (Delarras, 2007). L'ensemencement par stries sur boîtes de Pétri est pratiqué le plus souvent dans un but d'isolement. L'inoculum est prélevé directement à partir de l'eau à analyser et est déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface (méthode des quadrants) (Aouissi, 2008). Un isolement est effectué à l'aide d'une anse de platine, une pipette Pasteur ou d'un ensemencement à usage unique stérile (Denis *et al.*, 2007).

### ❖ Isolement et purification des souches

Nous avons choisi les colonies suspects ou désirées et les repiqués dans des nouvelles boîtes gélosées afin de vérifier la pureté des souches. Ces milieux gélosés sont ensemencés par stries et incubés à 37°C pendant 24 heures (Aouissi, 2010).

#### 3.3.1. Recherche des staphylocoques

Ce sont des bactéries qui se présentent sous forme de Cocci à Gram positive, sphériques, isolées ou regroupées formant ainsi des grappes de raisin, ils sont aérobies ou anaérobies facultatifs, possédant l'enzyme catalase. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à  $36 \pm 2$  °C sur un milieu sélectif Chapman au mannitol qui contient un inhibiteur : fortes concentrations en chlorure de sodium (Pechère *et al.*, 1982 ; Carbonnelle, 1988 ; Lebres *et al.*, 2008).

### ❖ Culture

On prépare les boîtes Pétri avec le milieu Chapman (Rodier, 1996). A partir de l'eau à analyser, on porte aseptiquement 0.1 ml (2 gouttes) dans les boîtes de Pétri qu'on étale à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures (Ait Kaci *et al.*, 2008).

### ❖ Identification

Après la période d'incubation les staphylocoques apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune (fermentation du mannitol) ou en blanc (Ait Kaci *et al.* 2008 ; Rodier, 2009).

L'identification des staphylocoques nécessite la mise en œuvre de réactions spéciales au genre :

- Etat frais et coloration de Gram ;
- Test à la catalase ;

- Les API 20 staph.

### 3.3.2. Recherche de *Shigella*

Les Shigelles sont des *Enterobacteriaceae*, rencontrées exclusivement chez l'homme, elles ne font partie d'aucune flore commensale chez l'homme, elles sont toutes pathogènes et spécifiques du tube digestif (**Beriche et al., 1988**) ; éliminées par les selles et dispersées dans les sols et les eaux où elles ne survivent que peu de temps. Morphologiquement ce sont des bacilles Gram négatifs, immobiles ; dépourvus de spores et de capsules très proches d'*Ecoli* (**Pechère et al., 1982 ; Carbonnelle, 1988**)).

#### ❖ Culture :

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 0.1 ml (2 gouttes) et l'on étale à la surface de Gélose *Salmonella Shigella* (Gélose SS), et/ou Gélose Hectoèn, par la méthode des quadrants, puis les incubent à  $36 \pm 2$  °C pendant 18 à 24 h

#### ❖ Identification :

Après un examen macroscopique et microscopique des colonies suspectes ; ils se déterminent l'identification sur ou miniaturisée pour *Enterobacteriaceae* avec laquelle elles se différencient par un ensemble de caractères négatifs.

### 3.3.3. Recherche de *Salmonella*

Les salmonelles sont des bacilles Gram négatifs (BGN) (**Lebres, 2002**), anaérobies facultatives, mobiles pour la plupart avec des flagelles péri triches, ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H<sup>2</sup>S (**Pechère et al., 1982; Carbonnelle et al., 1988 ; Lebres, 2002 ; Labres et al., 2008**).

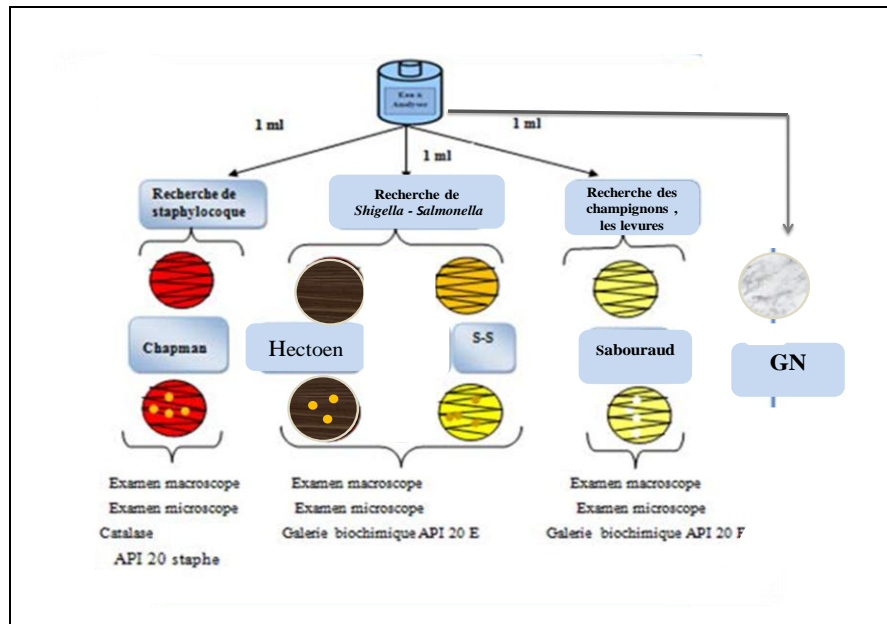
#### ❖ Culture

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 0.1 ml et l'on étale à la surface de Gélose Hectoèn et SS, par la méthode des quatre quadrants, puis les incubent à  $36 \pm 2$  °C pendant 18 à 24 h (**Lebres, 2002**).

#### ❖ Identification

- Etat frais et coloration de Gram (bacilles Gram négatifs) ;
- Ensemencement : ou d'une galerie biochimique API 20 E (**Fig.23**) (**Lebres, 2002**).





**Figure 22:** Protocole de recherche des germes pathogènes des eaux

#### 4. Identifications

##### 4.2.Examen macroscopique des caractères cultureux

Pour l'examen macroscopique des bactéries, les souches doivent être cultivées sur un milieu gélosé solide en boîte de Pétrie. L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation (**Dellaras, 2007**). Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir des colonies bien isolées. La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments :

- La taille : punctiforme, petite colonie, moyenne et grosse colonie.
- La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé.
- L'aspect de la surface : lisse, rugueux.
- L'opacité : opaque, translucide, transparent.
- Pigmentation.
- La Consistance : crémeuse, muqueuse, sèche, grasse (**Rouaiguia, 2010**).

### 4.3.Examen microscopique

#### ❖ Coloration de Gram

L'examen microscopique après une coloration de Gram nécessite au départ une préparation d'un frottis, une colonie bien isolée d'une culture en milieu solide sera prélevée et mise en suspension dans une goutte d'eau distillée stérile et fixé par la chaleur sur une lame.

L'observation se fait à l'objectif  $\times 100$ . Cette coloration permet de différencier les bactéries selon deux critères : leur forme (bacille, cocci, ...etc.) et leur affinité pour les colorants, en Gram positif et Gram négatif. Elle se déroule en plusieurs étapes qui se succèdent et consiste à :

- 1-Fixer le frottis par la chaleur ;
- 2- Recouvrir le frottis de la solution de violet Gentiane. Laisser agir 1 minute ;
- 3- Rejeter le colorant. Rincer à l'eau ;
- 4- Recouvrir la préparation de Lugol. Laisser agir 1.30 minute ;
- 5- Rejeter le Lugol. Rincer à l'eau ;
- 6- Décolorer à l'alcool 95° pendant 10 secondes ;
- 7- Rincer à l'eau courante ;
- 8- Recouvrir la lame de la solution de Fuchsine diluée. laisser agir pendant 30 secondes à 1minute ;
- 9- Rincer abondamment à l'eau, égouttée, sécher entre deux feuilles de papier buvard très propres;
- 10-Utilisation l'huile à immersion pour l'observation microscopique (Crossissement X100)(Degrémont, 2005).

#### ❖ Lecture

Après ce traitement, les bactéries à Gram positif sont bien colorées en violet, et les bactéries à Gram négatif sont colorées en rose (Fig.25) (Carbonnelle, 1988 ; Prescott *et al.*, 2003 ; Mamadou, 2005 ; Boukrouma, 2008).

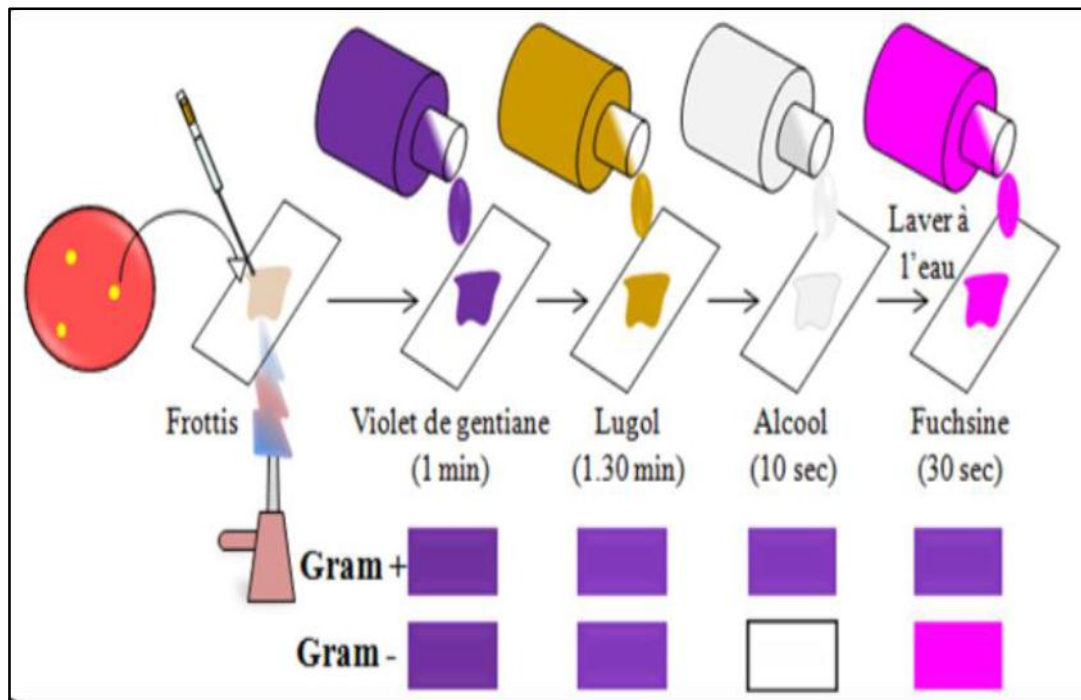
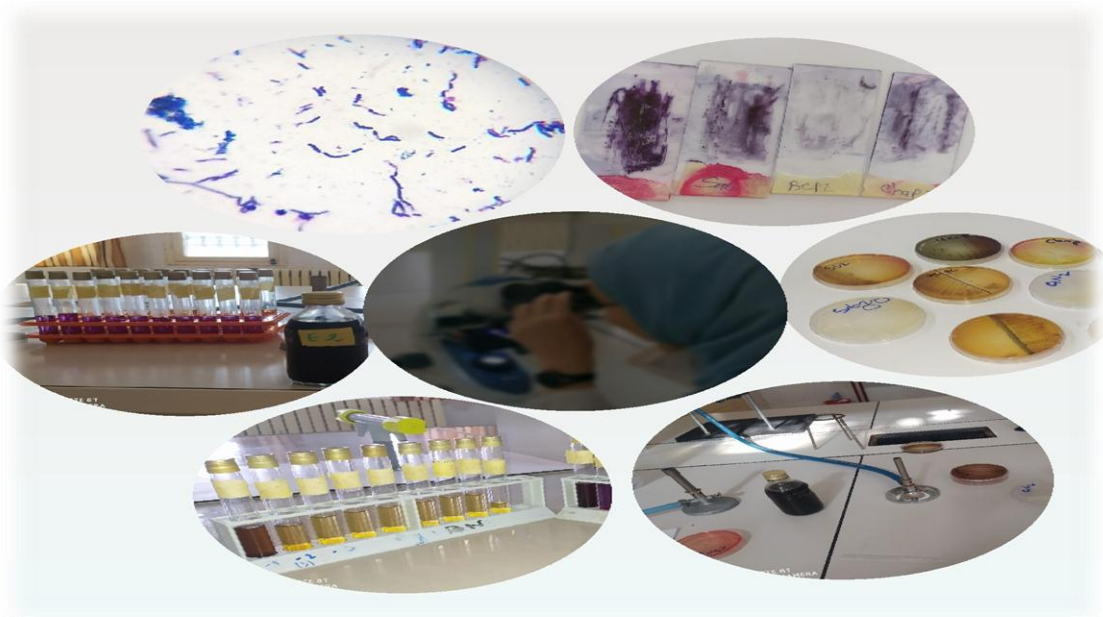


Figure 23: Procédure de la coloration de Gram (Merzoug, 2010).

# Chapitre IV

## Résultats et

## Discussion



## 1. Résultats des analyses physico-chimiques

### 1.1. La couleur

La couleur constitue le premier indicateur de pollution, les lixiviats étudiés arboraient une couleur noir foncé, ceci est dû essentiellement aux MES et à la présence des ions de sulfure qui proviennent de la dégradation des matières organique et qui ont un pouvoir colorant élevé.

### 1.2. L'odeur

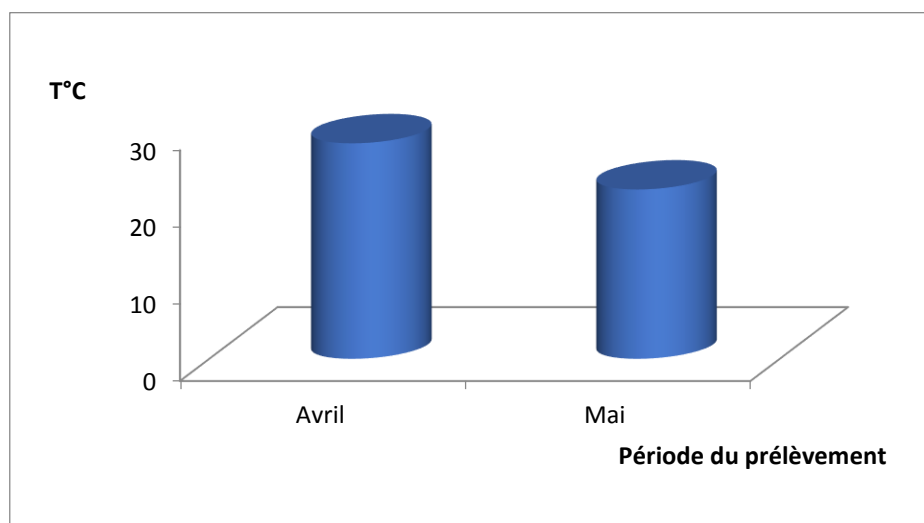
Les odeurs dégagées par les lixiviats sont désagréables, nauséabondes et insupportables. Ces odeurs sont dues principalement :

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

### 1.3. La température ( $T^\circ$ )

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (**Ramade, 1993**). Elle conditionnelles possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (**Angelier, 2003**).

La température des eaux de surfaces variée selon plusieurs facteurs, elle dépend essentiellement de la saison, et l'heure de prélèvement.



**Figure 24** : Variations temporelles de température du lixiviat du CET Mila (**Avril-Mai, 2022**).

Les résultats de mesure de la température qui sont représentés par (Fig.24) ont montré une grande variété ente les deux prélèvements, les températures enregistrées oscillent entre 22 °C et 28 ° C.

On comparant nos résultats avec les eaux superficiels car les lixiviat doivent directement déversés sans aucune traitement préalable, donc on peut dire que l'eau de lixiviat est de médiocre qualité.

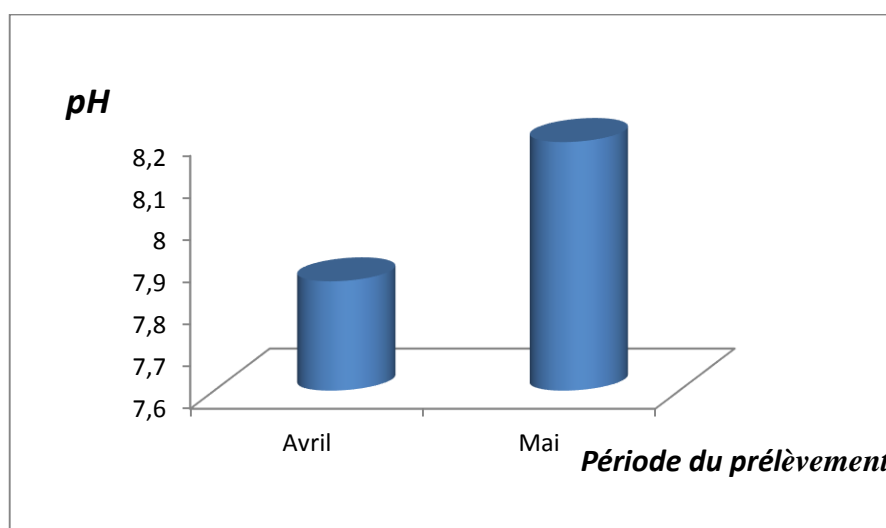
Ces valeurs seraient favorables au maintien de colonies de micro-organismes "mésophiles" qui se développent à une T° compose entre 20 °C et 40 °C (Kouame, 2017).

#### 1.4. Le potentiel hydrique de l'eau (pH)

Le pH de l'eau renseigne sur son acidité et son alcalinité (Dimane *et al.*, 2017). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques (Akil *et al.*, 2014). Selon Chapman, 1996, ses valeurs se situent entre 6 et 8.5 dans les eaux naturelles.

**Tableau 5:** Grille d'estimation de la qualité de l'eau selon le pH (Benslimen, 2002).

pH	Qualité de l'eau
pH<5	Acidité forte
pH=7	Neutralité (eau pure)
7<pH<8	Neutralité rapproché(eau de surface)
5.5<pH>8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité, évaporation intense



**Figure 25:** Variations temporelles des teneurs de ph du lixiviat du CET Mila.

Selon les résultats obtenus (**Fig.25**), les valeurs de pH de lixiviat varie de 7,86 à 8,19 sachant que les valeurs limites de référence sont comprises entre 3,7 et 8,8 (**Annexe 1**) Le pH est légèrement neutre à alcalin pour la décharge de Mila.

D'après les résultats obtenus le lixiviat à des valeurs qui oscillent dans l'intervalle de neutralité rapproché (eau de surface) (**Tab.5**).

Les valeurs de pH obtenues dans le lixiviat pourraient être liées à la faible concentration de composés organiques volatiles, en effet lors de la fermentation acide, la première phase de la décomposition anaérobie des déchets, Les percolats jeunes sont riches en composés organique.

### 1.5. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée révèle soit des pH normaux, soit une salinité élevée (**Rodier, 2005**).

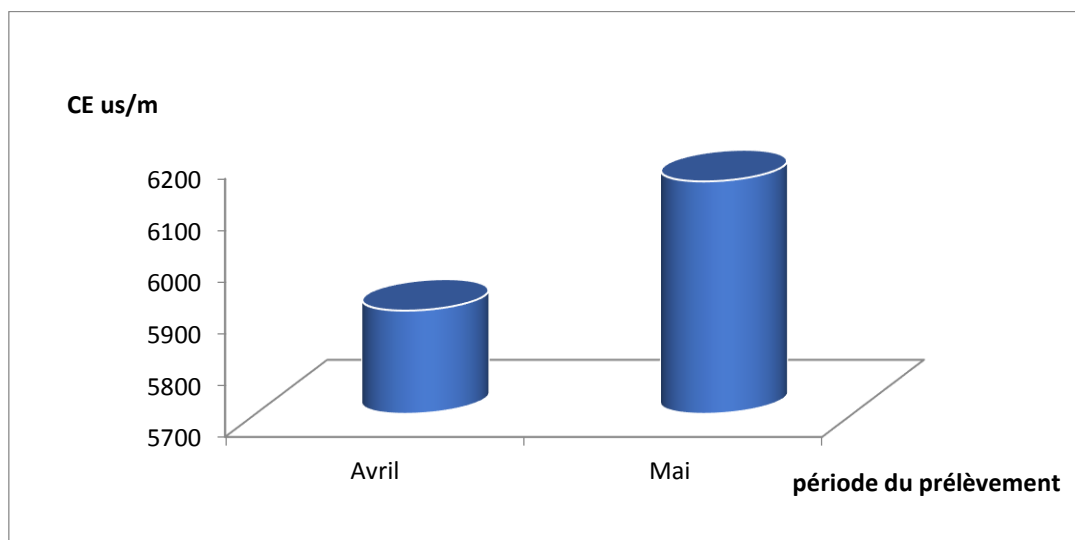
Quant à la conductivité électrique, les valeurs s'échelonnent entre 5900  $\mu\text{s/cm}$  et 6150  $\mu\text{s/cm}$ , les valeurs limites de références se situent entre 1410  $\cdot 10^5$  et 17,1  $\cdot 10^3 \mu\text{s/cm}$  (**annexe 1**)

**Tableau 6:** Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (**Rejseke, 2002**).

Conductivités $\mu\text{s.cm}^{-1}$	Minéralisation de l'eau
<100	Très faible
Entre 100et200	Faible
Entre 200et333	Moyenne
Entre 333et666	Moyenne accentuée
Entre 666et1000	Important
>1000	Elevé

D'après les résultats obtenus des mesures de la conductivité et selon les normes des eaux superficielles (**Tab.6**) (**Fig.26**) la qualité de l'eau de lixiviat est médiocre.

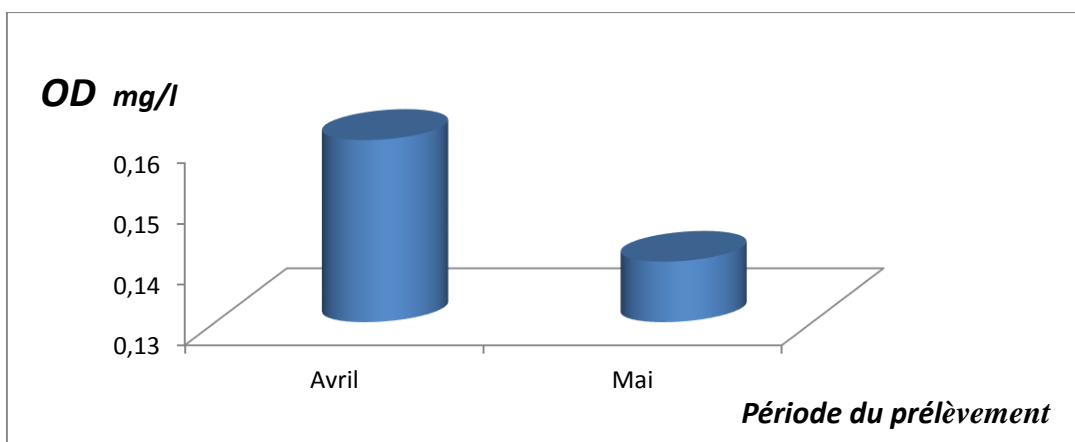
Ces faibles valeurs pourraient s'expliquer par le phénomène de dilution. En effet pendant la saison des pluies, le lixiviat reçoit une quantité importante d'eau entraînant une dilution considérable des éléments chimiques présents.



**Figure 26:** Variations temporelles des teneurs conductivité électrique du lixiviat du CET Mila. (Avril-mai, 2022).

### 1.6. L'oxygène dissous

L'oxygène constitue un excellent indicateur du fonctionnement du plan d'eau à différents titres : sur le plan physique comme indicateur de pollution ; et biologique comme vital aux organismes vivants (**Sayad, 2008**).



**Figure 27 :** Variations temporelles des teneurs d'oxygène dissous du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).



Selon la figure 27 nos résultats sont très marqués par une diminution des teneurs en oxygène dissous (0,16 et 0,14 mg.l<sup>-1</sup>).

Selon la grille d’appréciation de la qualité générale de l’eau (Masson, 1988) (Tab.7), l’eau de lixiviat de CET de Mila est de très mauvaise qualité ; cela peut être expliqué par le phénomène de décomposition de grandes quantités de matière organique proviennent généralement par les rejets domestique.

**Tableau 7:** Qualité des eaux en fonction du pourcentage de saturation en oxygène dissous (Masson, 1988 ; Merzoug, 2009).

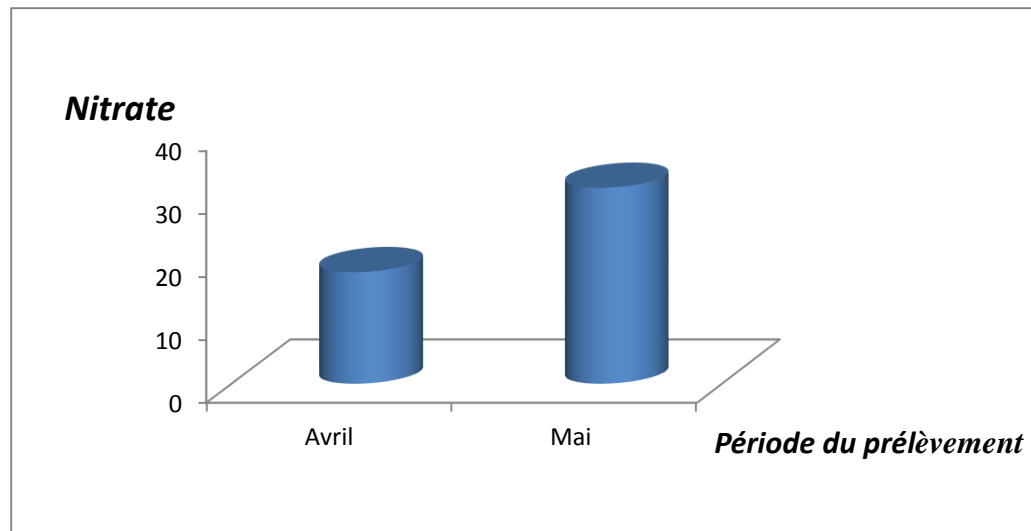
<b>% de saturation en oxygène</b>	<b>91à110</b>	<b>71à90</b>	<b>51à70</b>	<b>31à50</b>	<b>&lt;30</b> <b>&gt;130</b>
<b>Qualité</b>	Excellente	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise

**1.7. Nitrate (NO<sup>-3</sup>)**

Les nitrates constituent le stade final de l’oxydation de l’azote, et représentent la forme d’azote au degré d’oxydation le plus élevé présent dans l’eau (Lakhili *et al.*, 2015). Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l’ultime produit de la nitrification (Akil *et al.*2014).

**Tableau 8 :** Grille de qualité des eaux en nitrates (ANRH, 2001).

<b>Teneurs en nitrates (NO-3)</b>	<b>Qualités des eaux</b>
<10	Bonne
0<NO-3<20	Moyenne avec signe de pollution
20<NO-3<40	Polluée avec une pollution nette
>40	La pollution est importante



**Figure 28 :** Variations temporelles des teneurs de nitrate du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).

D'après nos résultats (**Fig.30**); les teneurs enregistrées oscillent entre 17,7 et 31,1 mg/l.

Selon la grille de la qualité des eaux en nitrates (**ANRH, 2001**) (**Tab.8**), le lixiviat est pollué avec une pollution nette.

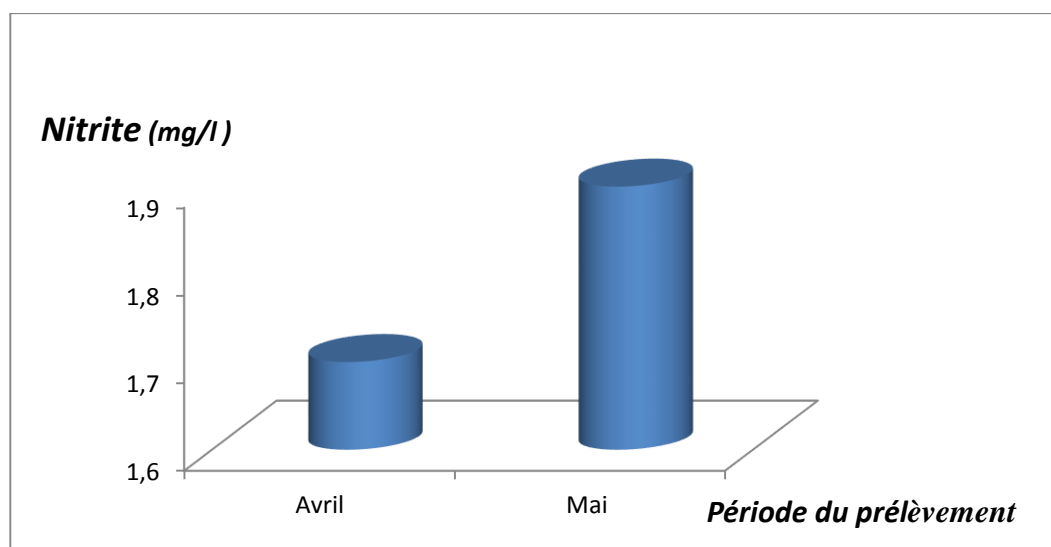
Ces valeurs sont largement inférieures à la concentration maximale admise par l'OMS (1980) qui est de 50 mg/l.

### 1.8. Nitrite (NO<sub>2</sub>)

Les nitrites dans l'eau proviennent essentiellement soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (**Rodier, 1996**).

**Tableau 9:** Grille de la qualité des eaux en nitrite (**ANRH, 2001**).

Teneurs en nitrites NO <sub>2</sub> mg /l	Qualité des eaux
<0.1	Excellente
0.1<NO <sub>2</sub> <1	Bonne
0.3<NO <sub>2</sub> <1	Passable
1<NO <sub>2</sub> <2	Médiocre
>2	Excessive



**Figure 29** : Variations temporelles des teneurs de nitrite  $\text{NO}_2^-$  du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).

Les teneurs en  $\text{NO}_2^-$  enregistrés des lixiviats (**Fig.29**) sont faibles et comprise entre 1,7 et 1,9 mg/l.

On comparant ces résultats avec les normes des eaux superficiels (**Tab.9**) on remarque que la qualité de lixiviat est médiocre.

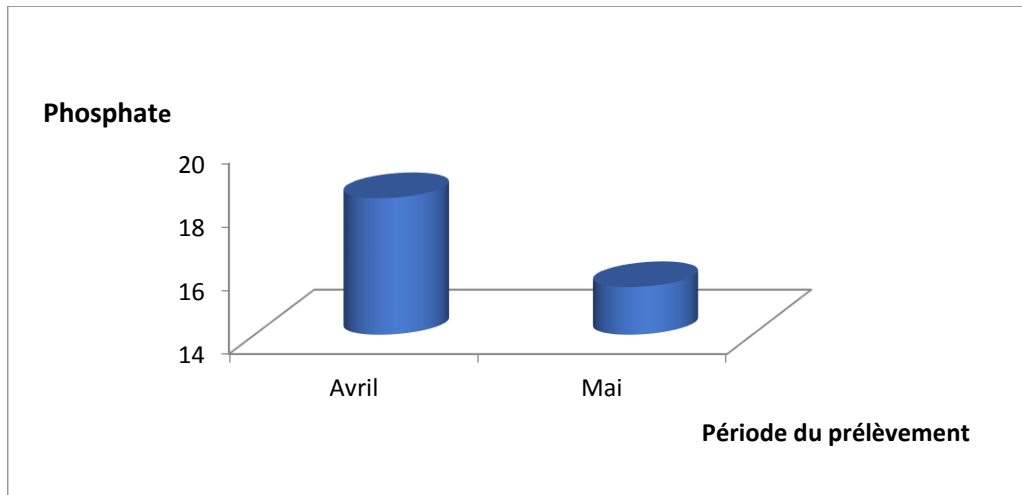
Ces faibles teneurs sont dues aux valeurs faibles de l'oxygène dissous et du potentiel redox dans le lixiviat.

### 1.9. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphate est un élément assez rare mais indispensable à tous les êtres vivants. Il entre notamment dans les cycles énergétiques cellulaires. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (**Ramade, 1982**), Les phosphates proviennent principalement de l'activité agricole, des eaux usées domestiques et de l'activité industrielle (**Morabbi et Souabni, 2013**).

**Tableau 10** : Grille de qualité des eaux en phosphote (**Boissonneault, 2009**).

Paramètre	Bonne ou très bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise qualité
Phosphate mg/l)	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	$\leq 1$	$> 1$



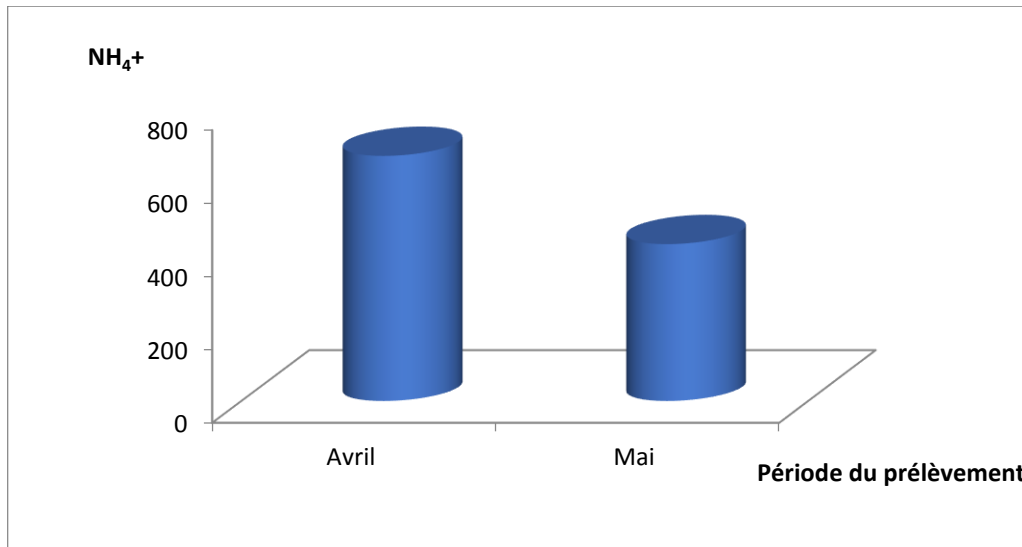
**Figure 30 :** Variations temporelles des teneurs de phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$  du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).

Pour ce paramètre l'analyse des résultats (**Fig.32**) montrent que les concentrations en  $\text{PO}_4^{3-}$  dans lixiviat oscillent entre 18,3 et 15,5 mg /l, ces faibles teneurs sont dues aux valeurs faibles de l'oxygène dissous et du potentiel redox dans lixiviat.

Selon la grille de qualité des eaux en phosphore (**Tab.10**) on peut dire que le lixiviat est de mauvaise qualité.

### 1.10. L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

L'azote ammoniacal est la forme inorganique la plus réduite de l'azote dans l'eau. Il constitue une forme très soluble qui résulte de la décomposition de la matière organique azotée (d'origine végétale ou animale) ou à la réduction microbienne des nitrates ou des nitrites dans des conditions d'anaérobiose (**Amira et Chebbah, 2013**).



**Figure 31:** Variations temporelles des teneurs de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).

Durant la période humide la concentration d'ammonium augmente. Cette progression provient des eaux de ruissellement qui amènent des quantités importantes des matières organiques (Merzoug, 2009).

La valeur enregistrée (Fig.31) varie entre 670 et 433 mg/l, selon les normes proposées par le ministère des ressources en eau le lixiviat est caractérisé par une mauvaise qualité.

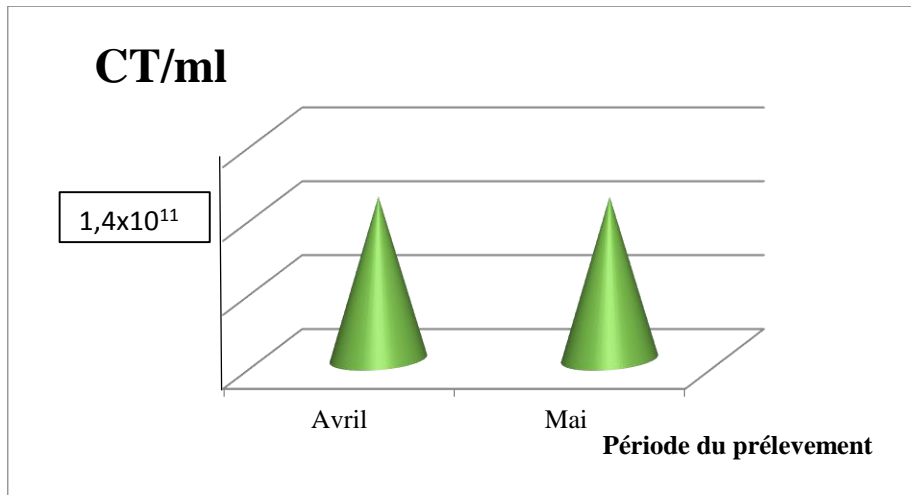
## 2. Les paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique a reformulé et le dénombrement de la majorité des espèces d'origine fécale existe chez l'homme et les animaux à sang chaud comme : les coliformes totaux, fécaux ; les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs, ainsi que la recherche des germes pathogènes.

Nous avons effectué pendant notre travail un dénombrement et une recherche systématique des germes indicateurs de pollution sur lixiviat.

### 2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Leyral, *et al.*, 2002).



**Figure 32 :** Estimation des coliformes totaux/ml de lixiviat de CET Mila (Avril - mai 2022).

La présence de bactéries coliformes dans un milieu signifie forcément une contamination fécale (Camille *et al.*, 2003).

Les résultats de la recherche des coliformes totaux dans lixiviat montrent clairement que la concentration maximale ( $\geq 1,4 \times 10^{11}$  CT/ml) dépasse les normes mentionnées sur le guide d'appréciation de la qualité des eaux ( $10^4$  CT/ml), donc l'eau de lixiviat présente une forte contamination fécale.

On peut traduire ces résultats par la présence des excréments animaux (des oiseaux d'eau, et des animaux domestique...etc.), des déchets domestiques (alimentations, couches des bébé...etc.), la nature dangereux des déchets des hôpitaux et industriel.

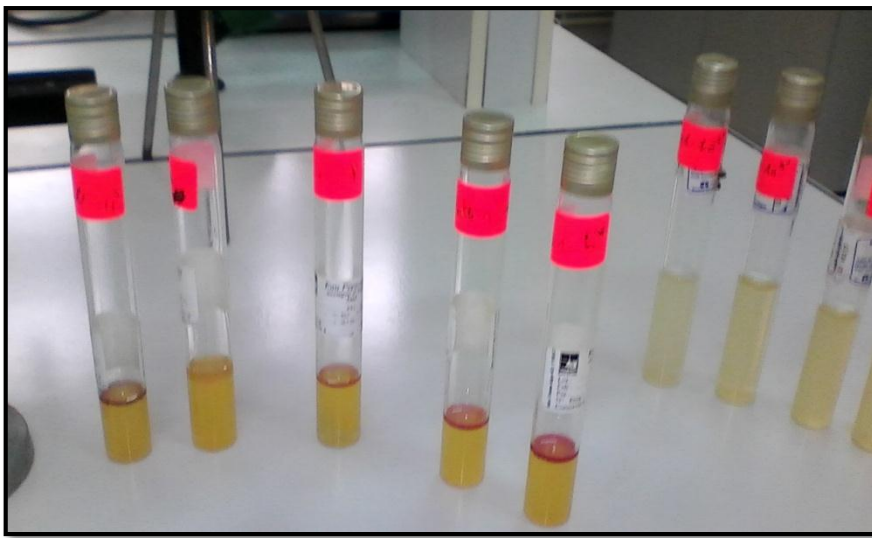


**Figure 33:** Résultat de dénombrement des coliformes totaux de lixiviat du CET Mila.

## 2.2. Recherche et dénombrement des Coliforme fécaux

Les Coliformes fécaux sont des bactéries associées très abondante dans les matières fécales des animaux à sang chaud, de ce fait elles, constituent des indicateurs fort dans le contrôle de la qualité des eaux énonce que la présence d'*E.coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente (Rodier et al., 2009).

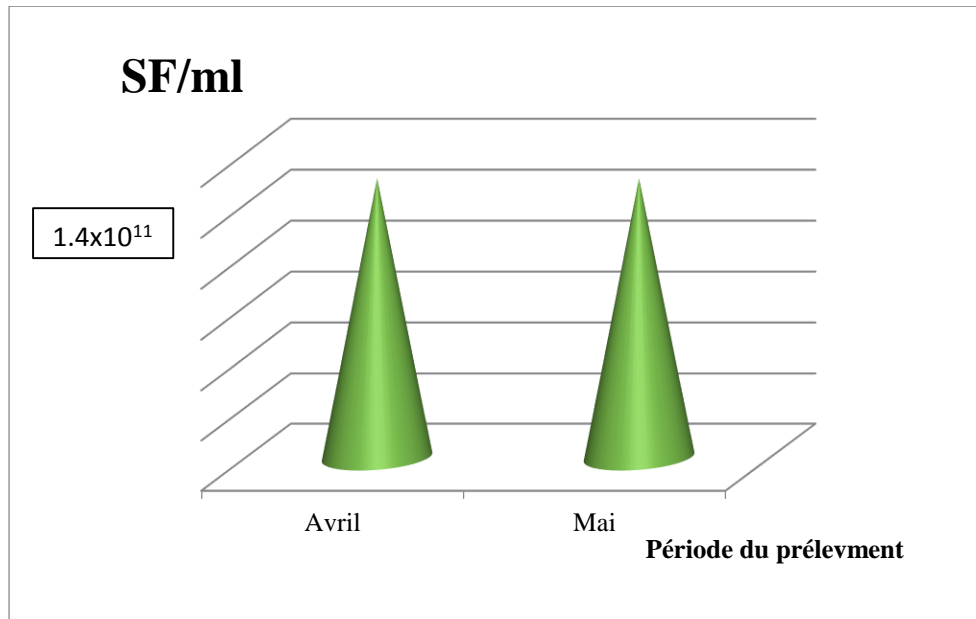
Les résultats d'estimation du nombre des coliformes fécaux dans lixiviat montrent une comptabilité avec celles des coliformes totaux dont les valeurs maximales  $\geq 1,4 \cdot 10^{11}$  dans les deux prélèvements, ils dépassent largement aussi les normes. Ces résultats confirment des contaminations d'origine fécales dans lixiviat.



**Figure 34:** Résultat de confirmation des coliformes fécaux (présence d'anneau rouge) de lixiviat du CET Mila .

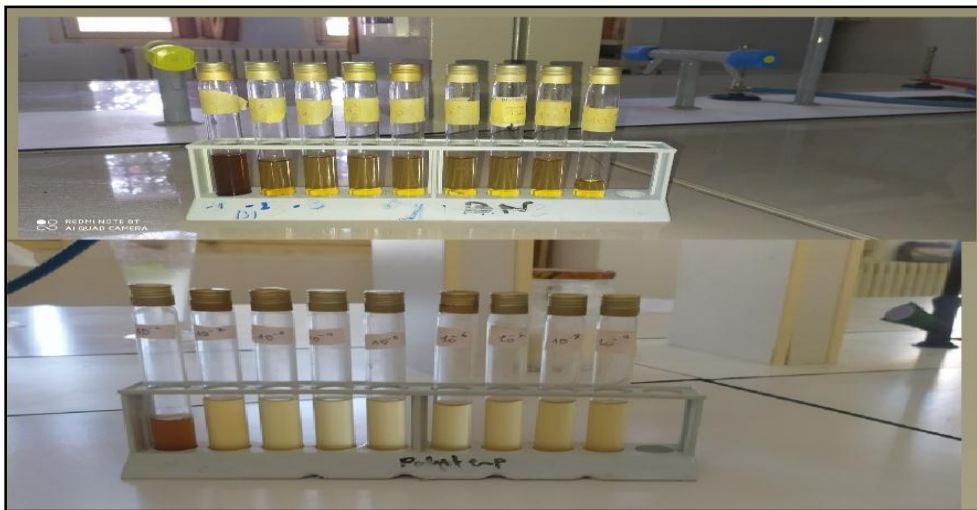
## 2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Ce germe, sont considérés comme un bon indicateur de pollution, notre eau est bonne qualité car ils sont nettement plus sensibles que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes. Ce sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale (Rodier et al., 2009).



**Figure 35:** Estimations des streptocoques fécaux/ml de lixiviat de CET Mila (Avril - mai 2022).

Les résultats d'estimation des Streptocoques fécaux sont illustrés sur la (Fig.35), ces derniers montrent des valeurs maximales enregistrées qui sont hors les normes ( $7.4 \times 10^4$  SF/ml). Ces résultats confirment la présence d'une contamination fécale récente.



**Figure 36:** Dénombrement des streptocoques fécaux de lixiviat du lixiviat du CET Mila (Avril-mai, 2022).



#### 2.4. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (*Clostridium*)

La présence des spores anaérobies sulfito-réductrices dans une eau fait penser à une contamination fécale ancienne (OMS, 1994). La présence de ces germes indique la présence de sulfite de fer, qui provoque l'apparition des mauvaises odeurs et peut être à l'origine de la corrosion des conduites (Lebres, 2002).

Elles sont responsables des maladies graves telles que le botulisme et le tétanos ; c'est pour cette raison que la recherche de ces derniers est essentielle dans le cadre de la détermination qualitative de l'eau (Rejsek, 2002)

Les résultats de la recherche des ASR sont mentionnés dans le tableau ...qui montrent la présence d'une contamination fécale ancienne, car cette décharge reçoit des déchets d'élevage.

**Tableau 11 : Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteur (ASR/20ml).**

	Avril	Mai
Lixiviat de CET Mila	Indénombrable	Indénombrable



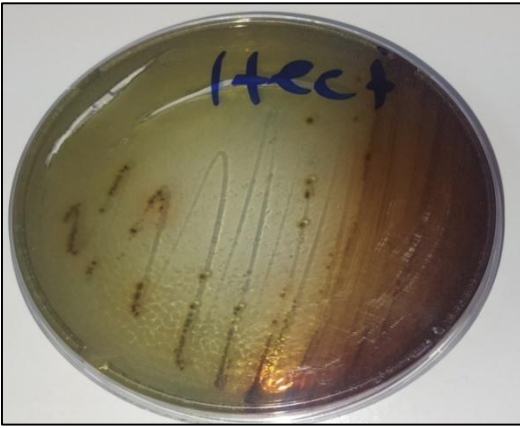
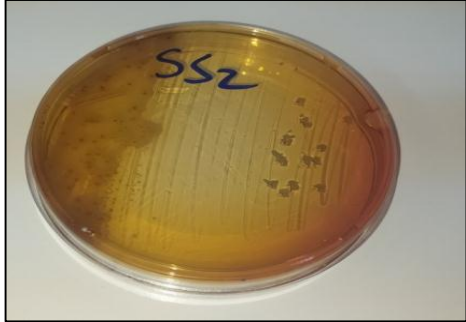
**Figure 37 : Résultat de la recherche d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (tubes noir indénombrable) (Avril-mai, 2022).**


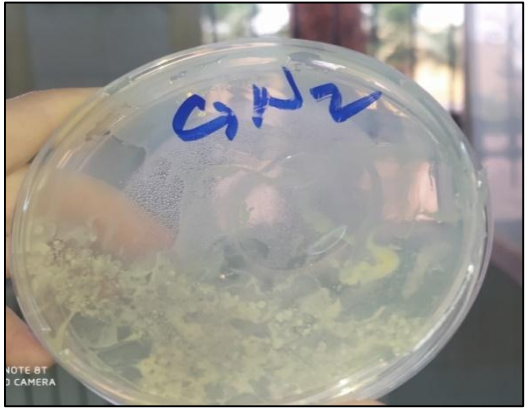
**2.5. Recherche et identification des germes bactériennes :**

Les germes d'origine fécale peuvent être recherchés pour confirmer le danger mis en évidence par leur présence, ainsi que d'autres germes d'origine non fécale dont leur risque ne peut être mis en évidence que par la recherche des germes pathogènes tels que : *staphylococcus aureus*, *salmonella*, ...etc.

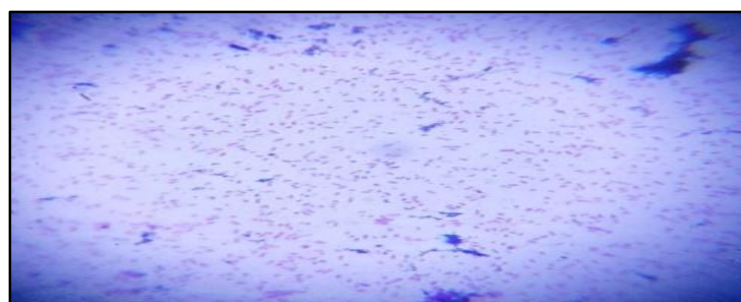
Ces germes sont souvent présentés en faible concentration dans l'eau et peuvent se développer en culture ; durant notre travail l'identification des colonies isolées est basée essentiellement sur l'observation macroscopique et microscopique des colonies.

**2.5. Identification macroscopique des colonies :**

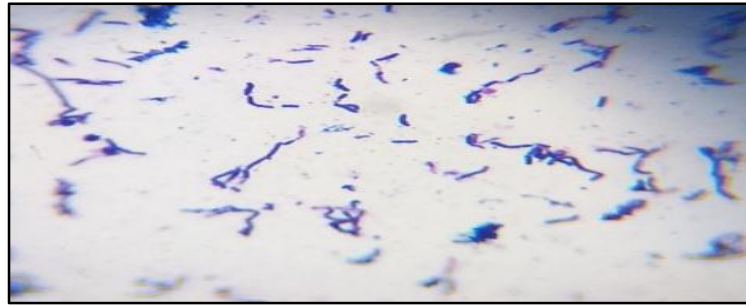
Milieu de culture	Observation macroscopique	
<b>Hektoen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonies très petites (moins de 1mm de diamètres), verte, circulaires, bombées, lisses, translucides.</li> <li>- Colonies grandes, verte foncée, circulaires, bombées, lisse, opaques.</li> <li>- Colonies petites de 1 mm de diamètre, verte avec centre noir, lisses, bombées, opaques.</li> <li>- Colonies très petites (moins 1 mm), jaune saumon, de contours irréguliers, plate, opaque, lisse.</li> <li>- Colonies petites, marron, avec centre foncée, irrégulières, bombées, lisses.</li> </ul>	 <p><b>Figure 38:</b> Aspect des colonies sur le milieu Hektoen</p>
<b>Gélose Salmonella-Shigella (SS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonies petites, incolores, plates, transparentes, régulières, lisses.</li> <li>- Colonies moyennes, marrons, bombées, rondes, irrégulières, lisses opaques.</li> <li>- Colonies petites, noirs, bombées, rondes lisses, opaques.</li> </ul>	 <p><b>Figure 39 :</b> Aspect des colonies sur le milieu SS</p>
<b>Gélose Viande fois (VF)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entouré d'une auréole noire</li> </ul>	

<p><b>Gélose Chapman</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonies petites, jaunes dorés, rondes, lisses à contours réguliers, opaques.</li> <li>- Colonies petites, blanches, ronde, bombées, réguliers, opaques.</li> <li>- Colonie petites, jaunes, rondes, bombées, translucide.</li> </ul>	 <p><b>Figure 40</b> : Aspect des colonies sur le milieu Chapman</p>
<p><b>Gélose Nutritive</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonies plates et colonies bombée, grande taille, lisse de couleur jaune et d'autres transparentes.</li> </ul>	 <p><b>Figure 41</b> : Aspect des colonies sur gélose nutritive</p>

**L'identification microscopique des bactéries :**



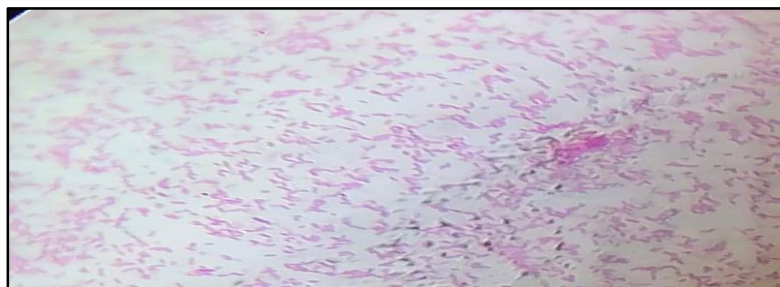
**Figure 42** : Coccobacille Gram négatif à partir de milieu Hectoen et aussi à partir du BCPL tube positif (**Grossissement ×100**).



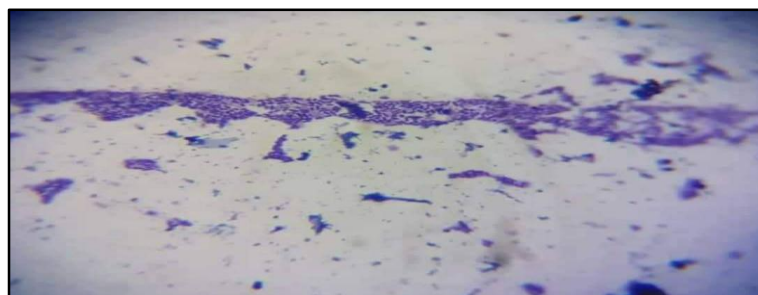
**Figure 43:** Bacille Gram positif à partir du milieu VF (**Grossissement ×100**).



**Figure44:** Bacille à Gram négatif à partir du Chapman (**Grossissement ×100**).



**Figure 45:** Bacille Gram négatif à partir de Hectoen SS et eau peptonè (**Grossissement ×100**).



**Figure 46:** Bacille Gram positif à partir de milieu GN (**Grossissement ×100**).

# **Conclusion et perspectives**

### **Conclusion :**

L'objectif de notre étude est axé sur l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux issues de la décharge publique de la wilaya de Mila (lixiviat), L'un est situé dans la zone Oulad Bouhlouf dans la région sud du Mila. Notre étude a été réalisée durant deux mois consécutifs (avril et mai ,2022). L'ensemble des analyses physico-chimiques effectuées ont été réalisées au niveau de la station d'épuration des eaux usées de Ferdijoua -Ain Baida Ahriche, tandis que les analyses bactériologiques ont été effectuées au sein de laboratoire de département de biologie au centre universitaire de Mila.

L'ensemble de nos résultats physico-chimiques ont montrés une qualité médiocre à normale car les valeurs obtenue de la température sont favorables pour le développement des mésophiles qui provoque la présence de pollution, d'un autre coté le développement des mésophiles provoque une diminution de l'oxygène dissous provoque une diminution de la teneur de l'orthophosphate qui décomposé la matière organique dans le milieu. En ce qui concerne les résultats des analyses bactériologiques ; on a dénombré un taux très élevé des bactéries indicatrices de contamination fécale (coliformes et streptocoques fécaux et les anaérobies sulfito-réducteurs) ainsi qu'une grande variété de germes pathogènes dans le lixiviat car la décharge est chargé par les déchets domestique, les rejets des hôpitaux et industrielles dangereux et autres effluents et qui sont versés directement sans aucune traitement préalable. Cependant on peut dire que la décharge est fortement polluée.

D'après notre étude le lixiviat a une grande influence sur l'environnement (l'aire sol et les nappes phréatiques)

#### **Sur le sol :**

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).

#### **Sur l'air :**

Les biogaz proviennent par la décomposition anaérobie des matières organiques par divers micro-organismes, cette décomposition forme diverses substances organiques volatiles, principalement de méthane (CH<sub>4</sub>) et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Le déplacement du biogaz dans le sol est également un phénomène complexe, le méthane (CH<sub>4</sub>) 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.

### **Concernant L'odeur :**

Les odeurs dégagées par les lixiviats sont désagréables, nauséabondes et insupportables. Ces odeurs sont dues principalement :

- A la présence d'ammoniac et de soufre issue en partie des processus de biodégradation et contribuent à l'émanation du gaz H<sub>2</sub>S.
- A la décomposition de la matière organique présente dans l'effluent.
- Et aussi à la température du milieu.

### **Perspective**

- On répète ce travail après la mise en fonction de la station d'épuration de la décharge pour faire une comparaison entre le lixiviat brute et lixiviat traité.
- Refaire l'étude avec plus de paramètres physico-chimiques comme le dosage des métaux lourds.
- Pour préserver les écosystèmes, nous proposons de poser une station d'épuration qui permet d'effectuer des traitements de lixiviat brute avec un bon rendement.



# **Références bibliographiques**

## *Références bibliographiques*

---

- **Addou A., 2009.**Développement durable. Traitement des déchets. Valorisation .élimination .ellipses, marketing S.A. paris. 283p.
- **Ademe ,1999 :**les installation de stockage de déchets des ordures menagers :technique et recoumondation ,ADEME edition,paris,1999.106p
  
- **Agence Nationale des Ressources hydrique (ANRH) rapport, 2001.**
- **Aissaoua N., Lahmar N. (2019).** Impact des déchets du centre d'enfouissement techniques de M'sila sur les eaux de surfaces. Mémoire de master, Université de Mohamed Boudiaf - M'sila.
- **Ait Gherbi. S,** « Caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'ouladFayet et essai de traitement par coagulation », mémoire de master, Faculté des sciences del'ingénieur 2008 /2009.
- **Ait Kaci S., Hamdi M.S. (2008).**Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchurede l'oued "Béni-Messous".DEUA en science de la mer. (I.N.S.M.A.L).
- **Amira L., chebbah R.,(2013).** Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées dans la station d'épuration de Sidi Merouane (W-MILA) . Mémoire Préparé En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Biologie. Centre Universitaire de Mila.
  
- **AND ,2014**Agence nationale des déchets, février 2014.
  
- **B.U. Bae, E.S. Jung, W.R. Kim and H.S. Shin (1999).** Treatment of landfill leachate using activated sludge process and electron-beam radiation.
- **Belle , 2008 -** Évolution de l'impact environnemental des lixiviats d'ordures ménagères sur les eaux superficielles et souterraines, approche hydrobiologique et hydrogéologique. Site d'étude : décharge d'Étueffont (Territoire de Belfort – France). Thèse de D.ocrorat, Université de Franche-Comté.
- **Belle E, 2008 -** Évolution de l'impact environnemental des lixiviats d'ordures ménagères sur les eaux superficielles et souterraines, approche hydrobiologique et hydrogéologique. Site d'étude : décharge d'Étueffont (Territoire de Belfort – France). Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté.
- **Boissonneaulty, 2009** Etats des eaux  
WWW.BOISSONNEAULT.CA1.8IiVi9.296.2682.
- **Bouazza L. (2011).** Effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen.

## *Références bibliographiques*

---

- **Bouterfas, I.** (2017). Identification et Caractérisation des déchets ménagers solides
- **Ceaq., 2015.** Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- **Chang J.E.,** Treatment of landfill leachate with an upflow anaerobic reactor combining sludge bed and a filter, Water. Sci. Technol.
- **Chaouch, R., 2007.** Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba: aspect physico-chimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba.
- **Chaouch, R., 2007.** Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba : aspect physicochimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba.
- **Charnay Florence (2005),** Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost, Thèse de doctorat, Chimie et microbiologie de l'eau, Université de Limoges, France.
- **Chiampo f., Conti r.et Cometto D. (1996).** Morphological characterization of MSW landfills. Resources, Conservation Recycling,
- **Cohen N., Karib H., (2007)** .*Vibrio* spp. dans les produits de la pêche : Risques et prévention. Les technologies de laboratoire.
- **Colin F (1984).** Étude des mécanismes de la genèse des lixiviats. Inventaire et examen critique des tests de laboratoire, Nancy IRH -Rapport RH.
- **Coulibaly K., (2005).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de BAMAKO. Thèse doctorat. Faculté de Médecine de Pharmacie et D'Odonto- Stomatologie.
- de la ville de Tlemcen. Tlemcen : université Abou bakrbelkaid-tlemcen .
- **De Villers J., Squilbin M., Yourassowsky C., (2005)** .Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface : Cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE).
- déchets ménagers et assimilés de la ville d'Oran (Région Ouest).Mémoire de Master.Univ
- **DegremontG., (2005).** Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10ème édition, Edit. Tec et

- **Dellarras C., (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Lavoisier : Tec & Doc. Paris. P463
- **Denis F., Ploy M. C., Martin C., Bingen E., Quentin R., (2007).** Bactériologie médicale : Techniques usuelles. Elsevier Masson.
- **Derwich E., Beziane Z., Benaabidate L., Belghyti D., (2008).** Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. Larhyss Journal.
- **Detay M, 1993.** Le Forage D'eau; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Masson.
- **Djemaci B., 2012.** La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité. Thèse de doctorat. Univ Rouen.
- **Djemaci B., 2012.** La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité. Thèse de doctorat. Univ Rouen.
- décharge de la ville d'Azemmour. Revue francophone d'écologie industrielle
- **El Bada N., Assobhei O., Kebbabi A., Mhamdi R., Mountadar M. (2010).** Caractérisation et prétraitement du lixiviat de la décharge de la ville d'Azemmour. Revue francophone d'écologie industrielle - N° 58 – 2ème trimestre.
- **El Bada N., Assobhei O., Kebbabi A., Mhamdi R., Mountadar M. (2010).** Caractérisation et prétraitement du lixiviat de la décharge de la ville d'Azemmour. Revue francophone d'écologie industrielle - N° 58 – 2ème trimestre.
- **El Bada N., Assobhei O., Kebbabi A., Mhamdi R., Mountadar M. (2010).** Caractérisation et prétraitement du lixiviat de la décharge de la ville d'Azemmour. Revue francophone d'écologie industrielle.
- **Engelkirk, P.G., 2008.** Laboratory Diagnosis of Infectious Diseases: Essentials of
- European Environment Agency EEA. 1999. State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. Environmental assessment series. Office for Official Publications/EE, L-2985 Luxembourg.
- **Farquhar, 1989.** Leachate: production and characterization, Canadian Journal of Civil Engineering .
- **Gerard Miquel. M et Serge Poignant.M,** "Les nouvelles techniques de recyclage et valorisation des déchets ménagers industriels banals". Juin 1999. (1999).
- gestion des ordures ménagères et déchets assimilés. Volume 1. Edition : OMS.
- **Gillet, R. (1985).** Traité de gestion des déchets solides. Programme minimum de

## *Références bibliographiques*

---

- **Gandieri S, 2002** - Risques sanitaires liés aux fuites de lixiviats des centres de stockages des déchets ménagers et assimilés, Mémoire de fin d'études, l'École Nationale de la Santé Publique.
- **Guiraud J. P., (1998)**. Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris. France.
- **Hakkou R., Wahbi M., Bachnou A., El Amari K., Hanich L., Hibti M.**, Impact de la décharge publique de Marrakech (Maroc) sur les ressources en eau, Bull. Eng. Geol. Environ, (2001).
- "Imbriqués" appliqué au traitement des lixiviats. Mémoire de Master, Sciences et Techniques Eau & Environnement. Université de Marrakech, Maroc.
- **J.M. Lema, R. Mendez and R. Blazquez (1988)** Characteristics of landfill leachates and alternatives for their treatment: a review, Water. Air. Soil. Pollut.
- **Jorad p N° 77**, du 15 Décembre 2001; Loi N°01-19 du 12 Décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
- Jorad. P, Décret exécutif N°06-141 du 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- **Kodybelet S, 2011**, Impact des ouvrages de génie civil sur l'environnement : cas de la décharge finale des déchets de la ville de Bangui, Université de Bangui.
- **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.
- **Lebres et Mouffok, F., 2008**. Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux. *Institut Pasteur d'Algérie*
- **Lebres, E., 2002**. Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer ». Institut Pasteur d'Algérie.
- **Leclerc., (1996)**. Microbiologie générale. Doin.
- **Leyral. G, Ronnefoy. C, Guillet. F, (2002)**. Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris.
- **Li W., Hua T., Zhou Q., Zhang S., Li F. (2010)**. Treatment of stabilized landfill leachate by the combined process of coagulation/flocculation and powder activated carbon adsorption, Desalination.
- **Lightfoot, N. F., 2002**. Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directive pour l'assurance qualité. France.

## *Références bibliographiques*

---

- **Lightfoot, N.F., 2002.** Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directive pour l'assurance qualité. France.
- **Lucien, C. (2008).** Les déchets ménagers solides de ville de Bujumbura(Burundi) :quelles perspectives pour une gestion durable ? .Mémoire master : Science et gestion de l'environnement. Institut de gestion de l'environnement et d'Aménagement du territoire : Université libre de Bruxelles.
- **M.K. Mehmood, E. Adetutu, D.B. Nedwell and A.S. Ball (2009)** In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons, Bioresource. Technol.
- **M.X. Loukidou and A.I. Zouboulis (2001)** Comparison of two biological treatment process using attached-growth biomass for sanitary landfill leachate treatment, Environ. Pollut.
- **Manna L., ZInetti M.C. & Genon G. (1999).**Modeling biogas production at landfill site. Resources, Conservation & recycling.
- **Mansouri, R., Mammeri, N. (2016).** Gestion des déchets ménagers dans la ville de M'sila. Mémoire master : Gestion de l'environnement. Université Mohamed Boudiaf. M'sila .
- **Mate, (2004).** Atelier international sur le nouveau mode de gestion des déchets municipaux: Le centre d'enfouissement technique (CET), janvier 2004.
- **Medafer F et Khemissi R., 2014.** Caractérisation et choix d'une filière de traitement des déchets ménagers et assimilés de la ville d'Oran (Région Ouest).Mémoire de Master. Univ Oran.1
- **Medafer F et Khemissi R., 2014.** Caractérisation et choix d'une filière de traitement des
- **Mehmood M.K., Adetutu E., Nedwell D.B., Ball A.S.,** In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons, Bioresource. Technol. (2009)
- **Merzoug S., (2009).** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda). Mémoire de Magister. Université 08 Mai 1945 de Guelma.
- **Mouffok, F., 2001.** Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. Institut Pasteur d'Alger.
- **Nauciel C., Vildé J. L., (2005).** Bactériologie médicale. Masson. 2ème édition.

## Références bibliographiques

---

- **Neggaz. S, GhennaI. Z,** « Contribution à l'étude de CET de corso- traitement deslixiviats »mémoire de master, Université M'Hamed Bougara de Boumerdès, Faculté des sciences de l'ingénieur.2014/2015.
- **Neggaz. S, ghennai. Z,** « Contribution à l'étude de CET de corso- traitement des lixiviats » mémoire de master, Université M'Hamed Bougara de Boumerdès, Faculté des sciences de l'ingénieur.2014/2015.
- **Oliver J. D., Japer J. B., (1997).***Vibrio* species.in sea food : Food microbiology fundamentals and frontiers. Washington.
- **Pechère, C., Acar, J., Grenier, B., Nihoul, E., 1982.** Reconnaître, comprendre et traité les infections. 4ème édition. Edisem ST-Hyacinthe. Québec. Canada.
- **Record. (2001).** Les biotechnologies adaptées au traitement des polluants gazeux.
- **Rejsek F., (2002).**Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP).
- **Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009) .**L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod.
- **Roux.,(1987).**Officeinternationaldel'eauL'analysebiologique de l'eau.TEC&DOC.Paris.
- **Sahraoui H. et Yaziz A. (2016).** Evaluation des performances du système "FiltresImbriqués" appliqué au traitement des lixiviats. Mémoire de Master, Sciences et TechniquesEau & Environnement. Université de Marrakech, Maroc.
- **Sahraoui H. et Yaziz A. (2016).** Evaluation des performances du système "Filtres
- **Sardi. K,** « Contrôle de la qualité de l'eau de la station d'hémodialyse De l'EHU 1 erNovembre », mémoire de master, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran,Mohamed Boudiaf, 2013 /2014.
- **Sillet A.A., Royer S., Coque Y., Bourgois J., Thomas O. (2001).** Les lixiviats dedécharges d'ordures ménagères genèse, composition et traitements. Revue francophone d'écologie industrielle - N° 22 - 2ème trimestre.
- **Siouda .A et R. Ouakli, 2017.** La gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Bouira. Université Akli Mohand Oulhadj– Bouira,
- **Sotamenou. J., 2005.** Efficacité de la collecte des déchets ménagers et agricultureurbaine et périurbaine dans la ville de Yaoundé. Mémoire de D.E.A, Université de YaoundéII, Cameroun.

- **Sung Sung M., Chang D., Lee H.Y. (1997).** Performance improvement of an unstable anaerobic leachate treatment system in an industrial waste landfill, *Water. Sci. Technol.*
- **T.H. Hoilijoki, R.H. Kettunen and J.A. Rintala (2000)** Nitrification of anaerobically pretreated municipal landfill leachate at low temperature.
- **Trabelsi S. (2011).** Etudes de traitement des lixiviats des déchets urbains par les procédés d'oxydation avancée photochimiques et électrochimiques : application aux lixiviats de la décharge tunisienne "Jebel Chakir". Thèse de doctorat, Sciences et Techniques de l'Environnement. Université Paris-Est; institut national des sciences appliquées et de technologie INSAT, France.
- **Tristan T., 2013.** Les déchets collectés. Traitement. Tri. Recyclage .dunod, paris.
- **Ushikoshi K., Kobayashi T., Uematsu K., Toji A., Kojima D., Matsumoto K. (2002).** Leachate treatment by the reverse osmosis system, *Desalination*.
- **Warith M.(2002).** Bioreactors landfill : experimental and field results. *Waste Management* 22 :7-17.
- **Yessad N, ouassel A, 2017,** Contribution à l'étude des déchets ménagers de la ville de Béjaia par cartographie numérique, Mémoire de Master, Université de Bejaia .
- **Zouboulis A., Jun W., Katsoyiannis A. (2003).** Removal of humic acids by flotation, *Colloids Surfaces : Physicochemical and Engineering Aspects*.



# **Annexes**

**Tableau 12** : Decret exécutif N °06-141 du 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels

<b>Paramètres</b>	<b>Normes</b>
Coliforme totaux (UFC /100ml)	0 /100 UFC /100 ml
UFC /100 ml	0 /100 UFC /100 ml
Pseudomonas	0 /100 UFC /100 ml
aeruginosa(UFC /100ml)	0 /100 UFC /100 ml
Salmonelle (UFC /100ml)	0 /100 UFC /100 ml
UFC /100 ml	0 /100 UFC /100 ml
Streptocoque fécaux (UFC /100ml)	0 /100 UFC /100 ml
UFC /100 ml Anaérobies Sulfito-Réducteurs	0 /100 UFC /100 ml

+

**Annexe 2 : Limites des paramètres de rejets en effluents liquides industriels selon le journal officiel algérien**

24 Rabie El Aouel 1427 23 avril 2006		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26		
<p>Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.</p> <p>Le procès-verbal comporte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,</li> <li>— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,</li> <li>— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,</li> <li>— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— l'identification de chaque échantillon pré accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure des circonstances de prélèvement,</li> <li>— le nom du ou des laboratoires destinataire l'échantillon prélevé.</li> </ul> <p>Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.</p> <p>Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.</p> <p>Art. 14. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.</p> <p align="right">Ahmed OUYAHIA.</p>		
ANNEXE I				
<b>VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS</b>				
N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercurie total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

**PH** : Potentiel d'hydrogène  
**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**MES** : Matière en suspension