

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

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie*

*Département de : Génie de l'environnement*

## ***Mémoire***

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLOME DE MASTER**

**FILIERE : Génie des procédés**

**Spécialité : Gestion du changement Environnementaux en Méditerranée**

Par

➤ **BEN AMIER IZDIHAR**

*Intitulé*

**Caractéristiques des eaux des rejets de l'abattoir municipale  
de la ville de Bordj Bou Arreridj.**

*Soutenu le : 19/09/2022*

*Devant le Jury composé de :*

<i>Nom &amp; Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M. Hellati Abdelhak</i>	<i>MCA</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Dilmi Abdelkader</i>	<i>MCB</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Assassi Mirvet</i>	<i>MCA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

*Année Universitaire 2021/2022*

# *Remerciements*

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir accordé la force et les moyens afin de pouvoir accomplir ce mémoire.

Ce mémoire n'aurait pas pu avoir lieu sans un encadrement de grande qualité, celui de Mr. Dilmi Abdelkader pour avoir proposé et dirigé ce sujet de mémoire et pour son appui scientifique, sa disponibilité et son encouragement durant la préparation de mon projet de fin d'étude. Je tiens également à le remercier pour son aide précieuse et continue tout au long de l'élaboration de ce travail.

Mes grands remerciements aussi aux membres de jury qui ont pris la peine d'évaluer mon travail.

Je tiens à remercier aussi l'ensemble des enseignants de département de génie de l'environnement à l'université de Bordj Bou Arreridj pour leur soutien tout au long de ma formation.

Mes grands et sincères remerciements à chef de département de génie de l'environnement Mr. Aiche Riad pour son soutien moral.

Sans oublier les responsables du battoir municipal de la ville de Bordj Bou Arreridj pour leur aide dans notre travail.

## *Dédicaces*

C'est avec grande gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à la pensée de mes chers parents qui m'ont éclairés mon chemin par

Leurs conseils judicieux.

A mes deux chers frères, Wassim et Walid

A ma chère sœur Iman et son mari Houssam

A mon cher fiancé et à toute son honorable famille

A mes très chères amies

A toutes les personnes proches de mon cœur

A tous mes collègues de travail qui m'ont soutenu et encouragés tout le long de mes études.

A tous qui m'ont aidé de loin ou de près

Ben amier Izdihar

## Tableau de matières

Remercîments .....	I
Dédicace .....	II
Tableau des matières .....	III
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VII
Liste des abréviations.....	IX
Résumé.....	X
Summary.....	X
ملخص.....	X
Introduction générale.....	01
<b>Chapitre N° I : Synthèse bibliographique</b>	<b>03-25</b>
I. 1. Introduction .....	03
I. 2. Description des procédés d'abattage.....	03
I. 3. Les étapes du procédé d'abattage.....	04
I. 4. Eaux usées des abattoirs.....	07
I. 5. Paramètres de caractérisation des eaux des rejets des abattoirs.....	08
I. 5.1. Caractéristiques général.....	08
I. 5.2. Effluents spécifiques aux abattoirs.....	09
I. 5.3. Paramètres physico-chimiques.....	10
I. 5.3. 1. La température.....	10
I. 5.3. 2. Le potentiel d'hydrogène.....	10
I. 5.3. 3. Conductivité .....	10
I. 5.3. 4. Turbidité.....	11
I. 5.3. 5. Matières en suspension.....	11
I. 5.3. 6. L'oxygène dissous.....	11
I. 5.3. 7. Demande biochimique en oxygène.....	12
I. 5.3. 8. Demande chimique en oxygène.....	12
I. 5.3. 9. La biodégradabilité.....	12
I. 5.3. 10. Huiles et graisses totales (H&G) .....	13
I. 5.3. 11. Azotes total Kjeldahl.....	13
I. 5.3. 12. Nitrites .....	13
I. 5.3.13. Nitrates.....	14
I. 5.3.14. Phosphore total (P tot).....	14
I. 5.4. Paramètres bactériologiques.....	14
I. 5.4.1. Les germes totaux.....	14
I. 5.4.2. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale.....	15
I. 5.4.2.1. Les coliformes totaux.....	15
I. 5.4.2.2. Les coliformes fécaux .....	16
I. 5.4.2.3. Les streptocoques fécaux .....	16

I. 5.4.3. Les Clostridium sulfito-réducteurs.....	17
I. 5.4.4. Bactéries pathogène.....	17
I. 5.4.4.1. Staphylocoque pathogènes.....	17
I. 5.4.4.2. Salmonelles.....	18
I. 5.4.4.3. Vibrions.....	18
I. 6. Impact environnemental des effluents d'abattoirs.....	19
I. 7. Méthode proposé pour l'épuration des déchets liquide d'abattoir.....	22
I. 8. Normes des rejets.....	23
I. 9. Conclusion.....	25

## **Chapitre N° II : Matériels et méthodes**

**26-48**

II. 1. Introduction.....	26
II. 2. Présentation de l'organisme d'accueil.....	26
II. 3. Caractéristiques d'abattoir.....	27
II. 4. Prélèvement et transport des échantillons.....	28
II. 5. Les analyses Physico-chimiques.....	28
II. 5.1. Détermination de la température.....	28
II. 5.2. Détermination de pH.....	29
II. 5.3. Détermination la conductivité.....	30
II. 5.4. Détermination la turbidité.....	30
II. 5.5. Détermination la matière en suspension MES.....	31
II. 5.6. Détermination DCO.....	32
II. 5.7. Détermination DBO5.....	34
II. 5.8. Dosage des teneurs en nitrates.....	35
II. 5.9. Dosage des teneurs en nitrites.....	37
II. 5.10. Dosage des teneurs en ortho-phosphates.....	39
II. 6. Les analyses microbiologiques.....	40
II. 6.1. Matériels et produits utilisée.....	41
II. 6.2. Préparation les milieux de culture.....	42
II. 6.3. Préparation les dilutions des échantillons.....	43
II. 6.4. La recherche et dénombrement des bactéries.....	43
II. 6.4.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	44
II. 6.4.2. Recherche des Staphylocoques pathogène.....	44
II. 6.4.3. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale.....	47
II. 6.4.4. Recherche et le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs...	48
II.7. Conclusion.....	48

## Chapitre N° III : Résultats et discussion

49-65

III. 1. Introduction.....	49
III. 2. Suivi les paramètres physico-chimique des eaux des rejets d'abattoir.....	49
III. 2.1. La température.....	50
III. 2.2. Le pH.....	51
III. 2.3. La conductivité électrique.....	52
III. 2.4. Matière en suspension (MES).....	53
III. 2.5. Turbidité.....	53
III. 2.6. Les nitrates et les nitrites.....	54
III. 2.7. Ortho phosphates .....	56
III. 2.8. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	57
III. 2.9. Demande chimique on oxygène (DCO).....	58
III. 2.10. Evaluation de la pollution organique des eaux usée.....	58
III. 3. Suivi bactériologique.....	59
III. 3.1. Dénombrement Les coliformes fécaux et totaux.....	60
III. 3.2. Dénombrement des germes totaux.....	61
III. 3.3. Dénombrement des Staphylocoques pathogène.....	63
III. 3.4. Dénombrement des spores des Clostridium Sulfito- réducteurs.....	63
III. 4. Conclusion .....	65
Conclusion générale .....	66
Références bibliographies .....	67-79
Annexe.....	80-83

## Liste des tableaux

<b>Numéro du tableau</b>	<b>Nom du tableau</b>	<b>Numéro de la page</b>
<b>I.1</b>	Etat et type d'eau selon la variation du PH.	<b>10</b>
<b>I.2</b>	Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité	<b>11</b>
<b>I.3</b>	Etat de l'eau selon la variation de la turbidité	<b>11</b>
<b>I.4</b>	Etat des connaissances en matière d'analyse bactériologique en abattoir	<b>21</b>
<b>I.5</b>	normes de rejet de l'O.M.S. appliquées en Algérie (2003)	<b>23</b>
<b>I.6</b>	Principales normes internationales utilisées pour les analyses d'effluents d'abattoir	<b>24</b>
<b>II.1</b>	Facteurs de conversion de la DBO, dépend du volume de prise	<b>34</b>
<b>III.1</b>	Paramètres physico-chimiques des eaux usées de l'abattoir municipal de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.	<b>49</b>
<b>III.2</b>	Ration des eaux usées de l'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>59</b>
<b>III.3</b>	Résultantes d'analyses bactériologiques des eaux résiduelles d'abattoir municipal de la ville de bordj Bou Arreridj.	<b>60</b>

## Liste des figures

Numéro de la figure	Titre de la figure	Numéro de la page
<b>Chapitre N° I : Synthèse bibliographique</b>		
<b>I.1</b>	Méthode d'étourdissement d'un animal	<b>03</b>
<b>I.2</b>	Méthode Islamique d'battage	<b>04</b>
<b>I.3</b>	Parc d'attente abattage	<b>05</b>
<b>I.4</b>	Procédure de saignement des bovins à l'abattoir	<b>05</b>
<b>I.5</b>	dépouillement des bovins	<b>06</b>
<b>I.6</b>	Éviscération des bovins dans un abattoir	<b>06</b>
<b>I.7</b>	Photos de la chambre de refroidissement	<b>07</b>
<b>I.8</b>	Photos des Bactéries flore-aérobie-mésophile totaux à 22°C et 37°	<b>15</b>
<b>I.9</b>	Photos des coliformes sous microscope électrique	<b>15</b>
<b>I.10</b>	Photos du genre Escherichia coli sous microscope électronique 10000x constituent l'indicateur de contamination fécale le plus utilisé en France	<b>16</b>
<b>I.11</b>	Photos des streptocoques fécaux sous microscope	<b>16</b>
<b>I.12</b>	Photos des Clostridium sulfito- réducteur sous microscope électrique	<b>17</b>
<b>I.13</b>	Photos du staphylocoque pathogène sous microscope électronique 10000X	<b>17</b>
<b>I.14</b>	Photos des salmonelles sous microscopes électrique	<b>18</b>
<b>I.15</b>	Photos de vibriion cholera sont des bâtonnets minces, courts et incurvés d'environ 0.5 *3µm	<b>18</b>
<b>I.16</b>	Schéma d'un type de fosse septique	<b>22</b>
<b>Chapitre N° II : Matériels et méthodes</b>		
<b>II.1</b>	Photos de la situation géographique de l'abattoir	<b>26</b>
<b>II.2</b>	Photos Infrastructures de l'abattoir	<b>27</b>
<b>II.3</b>	photos du site du prélèvement	<b>28</b>
<b>II.4</b>	Photos de PH mètre (WTW Inolab pH 7110).	<b>29</b>
<b>II.5</b>	Photos de conductimètre (WTW inolab cond-7110)	<b>29</b>
<b>II.6</b>	Photos d'appareil TB 300 IR pour mesure la turbidité	<b>30</b>
<b>II.7</b>	Photos de montage de filtration avec une pompe électrique	<b>31</b>
<b>II.8</b>	une bouteille avec un manomètre OxīTop® pour mesure la DBO	<b>33</b>
<b>II.9</b>	méthodes de dilution pour faire les analyses microbiologie	<b>43</b>

<b>II.10</b>	dénombrement de la flore mésophile pathogène et saprophyte	<b>46</b>
<b>II.11</b>	dénombrement des spores des Clostridiums sulfite-réducteurs	<b>48</b>
<b>Chapitre N° III : Résultats et discussion</b>		
<b>III.1</b>	variations des valeurs de la température de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>51</b>
<b>III.2</b>	Variations des valeurs du pH de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>51</b>
<b>III.3</b>	Variations des valeurs de la conductivité de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>52</b>
<b>III.4</b>	Variation des teneurs en MES de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>53</b>
<b>III.5</b>	Variation de la turbidité de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>54</b>
<b>III.6</b>	Variations des teneurs en nitrates de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>55</b>
<b>III.7</b>	Variations des teneurs en ions Nitrites de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>55</b>
<b>III.8</b>	les variations des ions $PO_4^{3-}$ de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>56</b>
<b>III.9</b>	variations de la DBO5 de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>57</b>
<b>III.10</b>	Variations de DCO de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj	<b>58</b>
<b>III.12</b>	Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des coliformes totaux	<b>61</b>
<b>III.13</b>	Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des coliformes fécaux.	<b>61</b>
<b>III.14</b>	Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des FTAM à 37 °C.	<b>62</b>
<b>III.15</b>	Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des FTAM à 22 °C.	<b>62</b>
<b>III.16</b>	Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche des staphylocoques	<b>63</b>
<b>III.17</b>	Représentation des tubes correspondant à la recherche et dénombrement des spores sulfite-réductrices	<b>64</b>

## Liste des abréviations

**T** : Température

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**MES** : Matières en suspension

**NTU** : Norme françaises d'utilisation.

**DBO5** : Demande biologique en oxygène pendant 5 jours

**DCO** : Demande chimique en oxygène

**E, coli** : Escherichia coli

**PCA**: Plate count Agar

**VRBG**: Violet Red Bile Glucose

**Chapman**: Mannitol Salt Agar

**VF**: Viande foie

**FTAM** : Flore-Aérobie-Mésophile Totaux

**UFC** : Unités Formant Colonies

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**ACIA** : Agence canadienne d'inspection des aliments

**MDDEP** : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

**C.I.E** : Centre d'information sur l'eau.

## Résumé :

L'objectif principal de ce travail est de caractériser les eaux des rejets de l'abattoir municipal de la ville de Bordj Bou Arreridj, et de recommander un traitement adéquat permettant leurs réutilisations. A travers cette étude, on a pu remarquer que ces eaux se, caractérisent par une conductivité électrique élevée et une très forte augmentation de la teneur en nitrites, nitrates et phosphates, qui dépassent les normes des eaux usées. Bien que ces eaux usées présentent une charge organique élevée (rapports DBO5/DCO variant de 1,238 à 2,035) ; présentent une biodégradabilité satisfaisante. L'examen de rapport DCO/DBO auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable. Il existe une corrélation hautement significative entre la DCO et la DBO5 de nos échantillons d'eaux usées ( $R^2 = 0,93$  et  $y = 0,069x + 1939,35$ ). Les analyses bactériologiques ont révélé une importante contamination fécale et la présence de bactéries pathogènes.

**Mots-clés :** eaux usées, abattoir, paramètres physico-chimiques, Suivi bactériologique, Bordj Bou Arreridj

### Summary

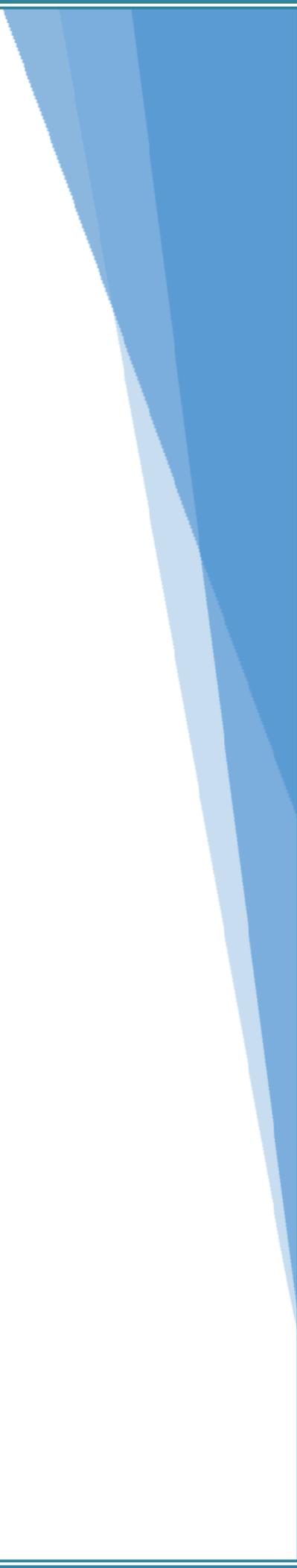
The main objective of this work is to characterize the waste water from the municipal slaughterhouse of the city of Bordj Bou Arreridj, and to recommend an adequate treatment allowing their reuse. Through this study, it was noticed that these waters are characterized by a high electrical conductivity and a very strong increase in the content of nitrites, nitrates and phosphates, which exceed the standards of wastewater. Although this wastewater has a high organic load (BOD5/COD ratios ranging from 1.238 to 2.035) show satisfactory biodegradability. The (COD/BOD) ration examination to which a biological treatment seems quite suitable. There is a highly significant correlation between COD and BOD5 of our wastewater samples ( $R^2 = 0.93$  and  $y = 0.069x + 1939.35$ ). Bacteriological analyzes revealed significant faecal contamination and the presence of pathogenic bacteria.

**Keywords:** wastewater, slaughterhouse, physic-chemical parameters, bacteriological monitoring, Bordj Bou Arreridj

### ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو توصيف المياه الصرف من المذبح البلدي لمدينة برج بوعريريج ، والتوصية بمعالجة مناسبة تسمح بإعادة استخدامها. من خلال هذه الدراسة ، لوحظ أن هذه المياه تتميز بتوصيل كهربائي عالي وزيادة قوية جدًا في محتوى النترات والنترات والفوسفات والتي تتجاوز معايير المياه الصرف. على الرغم من أن هذه المياه الصرف تحتوي على حمولة عضوية عالية (تتراوح نسب BOD5 / COD من 1.238 إلى 2.035) ؛ إظهار قابلية مرضية للتحلل البيولوجي. فحص نسبة COD / BOD الذي يبدو أن العلاج البيولوجي مناسب تمامًا له. توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين COD وBOD لعينة مياه الصرف الصحي ( $R = 0.93$  و  $y = 0.069x + 1939.35$ ). كشفت التحليلات البكتريولوجية عن وجود تلوث برازي كبير ووجود بكتيريا الممرضة.

**الكلمات الدالة :** مياه الصرف الصحي ، المسلخ ، المعلمات الفيزيائية والكيميائية ، المراقبة البكتريولوجية ، برج بوعريريج



# **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

La question environnementale est au cœur des débats depuis les années 1980 avec l'impulsion donnée par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement. Le rapport du Groupe Intergouvernemental d' Experts sur les Changements climatiques (GIEC) de 2001 indique que ce sont les activités humaines qui provoquent essentiellement la dégradation accélérée des ressources environnementales. Parmi les secteurs d'activités concernés, l'industrie est reconnue comme étant la cause de dégradation des écosystèmes dans plusieurs milieux. Cette situation incite chaque pays à prendre en compte la dimension environnementale dans leurs activités de production.

Les industries agro-alimentaires sont les plus grandes productrices de déchets solides et liquides. Parmi ces industries, les abattoirs produisent des déchets encore plus particuliers car provenant d'êtres vivants (animaux abattus) et donc très spécifiques. En effet, les abattoirs produisent des déchets liquides dont le sang, le contenu des panses et les eaux de lavage et des déchets solides à savoir les fumiers, les cornes, les onglons et les os. L'accumulation de ces déchets sans traitement et sans évacuation, est à l'origine de la pollution atmosphérique et de la pollution de la nappe d'eau souterraine ou superficielle fournissant normalement de l'eau potable [1]. Du fait de leur emplacement dans les zones urbaines, les abattoirs génèrent incontestablement des nuisances de toutes sortes dans leur entourage proche. Par ailleurs, en l'absence de système de collecte de sang et de traitement préalable des eaux usées, le rejet direct de ces effluents, en particulier dans le milieu hydrique, nuit gravement à la qualité de l'environnement et à la santé de la population [2]. Le premier impact environnemental attribuable à l'abattoir est sa consommation d'eau : l'utilisation d'importantes quantités d'eau pour le lavage en fait un «mauvais élève» dans le panorama industriel puisque toutes les opérations de production de viande impliquent l'utilisation d'eau potable [3]. Les eaux usées issues de ces abattoirs constituent une source de pollution pour les eaux continentales et l'océan [4]. Il a le potentiel de déstabiliser le cycle de l'azote de l'écosystème en plus d'entraîner une eutrophisation, ce qui donnerait lieu à une prédominance de nitrite et à la libération de toxines par les cyanobactéries [3]. De plus, l'ensemble des microorganismes (bactéries, virus et parasites) qui peuvent se retrouver dans les rejets d'eaux usées sont nocifs pour la santé humaine, telle que Staphylocoques spp, Escherichia coli, Salmonella typhi et Giardia lamblia [5], [6].

## INTRODUCTION GENERALE

Le présent travail consiste d'abord à évaluer les caractéristiques Physico-chimique des eaux de rejet de l'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj par la détermination de certains paramètres majeurs et globaux de la pollution des eaux résiduaire et enfin de proposer ensuite des solutions d'amélioration. La Thèse se subdivise en trois chapitres.

➤ Le premier chapitre décrit en premier lieu, les différents procédés d'abattage existant en fonction des deux espèces à l'étude ; le bovin et l'ovin. En second lieu illustre les polluants qui composent les rejets d'eaux usées des abattoir et les caractéristiques des eaux des rejets des abattoirs en mentionnant Effluent spécifiques aux abattoirs et les paramètres physico-chimiques et bactériologiques et parlons alors les différents impacts sur l'environnement, ainsi que les normes international.

➤ Le deuxième chapitre présente travail expérimental concerne à exposé les différentes méthodes pour l'analyse Physicochimiques et Bactériologiques des eaux de rejet des abattoirs.

➤ Le troisième chapitre enveloppe l'interprétation et discussions des résultats



# **Chapitre N° I**

## **Synthèse bibliographique**

### I.1. Introduction :

L'abattage est un processus important dans la conversion d'un animal en viande pour la consommation humaine, et ce processus est régi par des lois strictes relatives à la santé alimentaire, à l'environnement de travail et aux droits des animaux. [7].

La consommation de viande de bétail est bénéfique, mais si l'on regarde du point de vue du milieu récepteur, on constate qu'elle représente un grand danger. Lorsque le processus d'abattage a lieu, les rejets liquides s'écoulent dans les eaux usées. Ces rejets sont riches en matières organiques qui permettent la reproduction bactérienne nocive, provoquant une catastrophe environnementale. Si ces effluents ne sont pas traités correctement. Il est nécessaire de connaître les caractéristiques des eaux usées de l'abattoir, la manière de les traiter, ainsi que les équipements et capacités nécessaires pour contrôler ces déchets en toute sécurité.

### I.2. Description des procédés d'abattage :

Les méthodes d'abattage légal étaient et sont encore en discussion depuis de nombreuses années. L'islam accorde de l'importance au bien-être animal, en particulier avant et pendant l'abattage.

L'électrocution de la tête, l'utilisation de balles non perforantes pour les gros animaux ont été adoptés par de nombreuses organisations islamiques tant que ces méthodes ne tuent pas l'animal (Voir la figure I.1). Le choc électrique est utilisé avec un courant électrique et une durée spécifique pour chaque type d'animal (chèvres, moutons, veaux, vaches et autruches) et le courant électrique ne dépasse pas trois ampères et la durée ne dépasse pas dix secondes, et le processus d'abattage a lieu vingt secondes après le choc [7].



Figure I.1: Méthode d'étourdissement d'un animal. [8].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

La méthode d'abattage islamique dans laquelle l'abatteur se souvient du nom de Dieu avant l'abattage, Puis il coupe (la jugulaire); Les deux artères principales du cou sans couper toute la tête, que cette méthode est le moyen le plus important de s'assurer que le sang sort en une seule fois et en plus grande quantité, et assure également le mouvement des muscles, des membres de l'animal, et les pièces d'une manière qui contribue à l'élimination du sang (voir figure I.2). [9]



Figure I.2: Méthode Islamique d'abattage. [10].

### I.3. Les étapes du procédé d'abattage :

Les étapes de procédé mises en place pour réaliser l'abattage des animaux sont directement liées aux rejets d'eaux usées. Ceci s'explique par le fait que l'utilisation de l'eau est indispensable, soit pour permettre un traitement éthique des animaux abattus ou simplement pour assurer une hygiène de la viande produite. Le présent chapitre détaille donc les opérations effectuées dans un abattoir. Le processus d'abattage est divisé en sept étapes.

#### a. Réception et parc d'attente Abattage :

Les bovins sont transportés jusqu'aux abattoirs par le biais de camions. Une fois sur place, les bêtes sont guidées dans un parc d'attente (aire de stabulation) où elles y demeureront de quelques minutes à plusieurs heures avec un maximum d'une semaine d'attente (voire la figure I.3). Les animaux y sont nourris lorsqu'ils passent quelques jours sur place. Ils sont toute fois mis à jeun la veille de l'abattage [11], [12].

Afin de maintenir la salubrité des installations et des équipements, les camions de transport et l'aire de stabulation sont nettoyés après le passage de chaque groupe de bétail. Cette opération permet de prévenir des contaminations accidentelles [13].



Figure I.3: Parc d'attente abattage. [14].

### b. Abattage :

À cette étape, chaque animal est pesé individuellement pour être ensuite dirigé vers l'aire d'abattage par le biais de corridors ou d'allées. Un vétérinaire sur place réalise alors une inspection ante mortem dans le but de vérifier l'état de santé des animaux. Des employés ouvrent l'enclos de façon à coucher la bête au sol, la soulever à l'aide d'un palan et l'accrocher par une patte arrière à la chaîne d'abattage. [11], [15].

### c. Saignement :

Lorsque les bovins arrivent à ce poste de travail, les dernières veines jugulaires sont coupées au couteau. Le sang s'écoule ensuite sur le sol placé en pente pour permettre au sang et aux fluides de s'échapper dans le canal d'égout, la phase de saignée dure entre 10 et 20 minutes par animal et laisse s'écouler 10 à 20 litres de sang par individu [11].(Voire la figure I.4).



Figure I.4: Procédure de saignement des bovins à l'abattoir. [14]

### d. Dépouillement :

Cette étape est utile au retrait de la peau des bovins abattus. Pour ce faire, les membres antérieurs et postérieurs sont d'abord retirés ainsi que le museau et, dans le cas d'une vache, le pis. Les carcasses sont ensuite couchées sur des rails aériens pour permettre les prochaines manipulations. Un employé débute le retrait de la peau dans certaines zones stratégiques de l'animal mort à l'aide d'un couteau à lame rotatif. [11],[15].



Figure I.5: dépouillement des bovins. [14].

### e. Éviscération :

Après le processus de dépouillement, un opérateur débute l'éviscération en réalisant une entaille dans la poitrine et l'abdomen à l'aide d'un couteau bien aiguisé, Les organes de la cavité thoracique et de l'abdomen sont alors retirés et déposés dans un bol d'éviscération mobile en vue de l'inspection post mortem. Les glandes et les organes reproducteurs sont également retirés [11] ; [13] (Voire figure I.6).



Figure I.6: Éviscération des bovins dans un abattoir [14]

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### f. Lavage des carcasses :

Cette étape consiste au lavage sous pression des carcasses. Pour ce faire, la viande est nettoyée au jet avec un mélange d'eau combinée à de l'acide acétique ou lactique concentrée à 2 %. Dans certains établissements, cette opération se réalise par un employé alors que dans d'autres, elle s'effectue de façon automatisée par le biais d'une douche automatique [11].

### g. Refroidissement :

À la fin du procédé, les carcasses atteignent les réfrigérateurs ou les congélateurs dotés de système d'échangeur d'air ou d'eau. Lorsque les produits de viande doivent conserver leur fraîcheur, ceux-ci sont maintenus à 4 degrés Celsius (4°C) durant 24 heures alors qu'ils sont maintenus autour de (-20 °C) durant quelques heures lorsqu'ils sont destinés au marché du surgelé. [11]. (Voire figure I.7).



Figure I.7: Chambres de refroidissement. [14].

## I.4. Eaux usées des abattoirs:

On appelle abattoir un établissement où l'on abat et où l'on prépare les animaux destinés à la consommation. Les abattoirs comprennent, en plus de l'abattage, les ateliers de triperie, boyauderie et le vidage des matières stercoraires, qui rejettent à elles seules plus de 50 % de la pollution [16]. La pollution rejetée dépend directement :

- du taux de récupération du sang ;
- du mode d'évacuation des matières stercoraires ;
- de l'importance de la triperie boyauderie ;
- des ateliers annexes (salaison, conserverie...).

Ces établissements consomment beaucoup d'eau potable pour assurer l'hygiène de ses locaux et du produit de l'abattage. La consommation d'eau entraîne la formation d'un effluent

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

qui devrait subir une épuration avant d'être rejeté dans le milieu extérieur [3]. Ainsi les abattoirs figurent parmi les industries les plus polluantes en raison des grandes quantités de déchets générés [17]. Ces pollutions sont présentes à travers trois catégories d'impureté : Les matières en suspension (MES) Les matières colloïdales (MC) Les matières dissoutes (MD).

Les abattoirs produisent des eaux issues des opérations de lavage du hall d'abattage contenant du sang, des eaux de lavage de la triperie-boyanderie et les contenus digestifs, des eaux de lavage des stabulations, des eaux de lavage des aires et des camions, ainsi que celles des appareils et des installations divers [18]. Ces effluents ont, le plus souvent, un aspect rougeâtre et présentent une importante charge en fragments de viandes, des graisses, des excréments, le contenu de panses, des débris de parage, des caillots de sang, des morceaux de cornes et d'onglons, des matières stercoraires, des fèces et des pailles.

Le volume des eaux résiduaires rapporté au nombre d'animaux abattus varie significativement, il dépend de l'importance de l'abattoir, du mode d'exploitation et surtout de la nature de bêtes égorgées [19].

### **I.5. Paramètres de caractérisation des eaux des rejets des abattoirs :**

Avant d'apprécier l'impact des rejets des eaux usées sur le milieu récepteur, il paraît logique de présenter les caractéristiques et les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et traitées, l'utilisation de ces paramètres constitue un bon moyen pour l'estimation de la qualité de ces rejets urbain et de leur impact sur l'environnement. La qualité bactériologique de l'eau rend compte de la charge en microorganismes de l'eau [20].

#### **I.5.1. Caractéristiques générales :**

L'industrie agroalimentaire est le premier secteur d'activité pour le rejet de matières oxydables et de matières en suspension, et le second pour l'azote et le phosphore derrière le secteur de la chimie – parachimie – pétrole [21].

Les effluents bruts issus de toute activité de traitement de produits d'origine animale possèdent une caractéristique commune et singulière dans le panorama de l'épuration : leur charge en matière organique sous forme d'azote et de graisses (estimées par la mesure des Substances Extractibles au Chloroforme SEC). Néanmoins, on peut également citer quelques autres caractéristiques qui sont autant de points clé de leur maîtrise et de leur traitement :

- une charge organique et une biodégradabilité importantes ;

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

- une concentration élevée, tenant tout aussi bien de la nature de l'activité que d'un contexte réglementaire impliquant une utilisation de l'eau, potable, raisonnée,
- le poids considérable représenté par l'eau de lavage dans la formation de l'effluent. [21].

Il est en outre intéressant de spécifier que les effluents d'abattoir ne contiennent pas, en dehors de circonstances accidentelles, de substances polluantes ou toxiques. Ces paramètres en font un effluent facile à traiter puisque tous les procédés lui sont applicables mais imposent également des contraintes à l'industriel en termes de volumes, de protection des ouvrages. [22].

### I.5.2. Effluents spécifiques aux abattoirs :

#### a. Le sang [23] :

La quantité récupérable au niveau du poste de saignée/égouttage représente en moyenne 7% du poids de carcasse. Le sang se caractérise par sa richesse en eau et en protéines, mais il est pauvre en glucides et lipides : la matière sèche varie de 15 à 20%. On distingue essentiellement deux phases, séparables par centrifugation ou décantation :

- ✓ le plasma : protéines circulantes et sels minéraux,
- ✓ les éléments figurés : le cruor, composé des globules rouges, globules blancs et plaquettes.

#### ✚ L'analyse moyenne en pourcentage donne pour un litre de sang total :

- eau : 80%,
- protéines : 12,5% à 18% (acides aminés essentiels),
- autres : 2% à 7,5% (lipides, glucose, sels).

La charge organique représentée par 1 L de sang est de :

- 320 g de DCO
- 25 g de NTK.

#### b. Les jus des réservoirs digestifs :

Une fraction liquide (jus de matières stercoraires) en quantité importante (30% du contenu digestif, soit 15 à 25 L par bovin), fortement chargée (30 g de DCO par litre).

### I.5.3. Les paramètres physico-chimiques :

#### I.5.3.1. La température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique influençant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [24].

#### I.5.3.2. Le potentiel d'hydrogène :

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène, hydronium ( $H_3O^+$ ) ou d'ions hydroxyde ( $OH^-$ ) contenus dans la substance. Quand les quantités de ces deux ions sont égales, l'eau (ou la substance) est considérée comme neutre, Le pH d'une substance varie entre (1) et (14). Au-dessus de (7), la substance est considérée comme basique Au-dessous de (7), la substance est acide. [25].

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau (tableau I.1).

**Tableau I.1** : Etat et type d'eau selon la variation du pH [26].

pH	Etat et type d'eau
pH<5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH=7	pH neutre.
7<pH<8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface.
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines.
pH=8	Alcalinité forte, évaporation intense.

#### I.5.3.3. Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Electriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau [27].

**Tableau I.2 :** Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité [28].

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à $20^\circ\text{C}$	Minéralisation
Cond < 100	Eau de minéralisation très faible
$100 \leq \text{Cond} \leq 200$	Eau de minéralisation faible
$200 \leq \text{Cond} \leq 400$	Eau de minéralisation peu accentuée
$400 \leq \text{Cond} \leq 600$	Eau de minéralisation moyenne
$600 \leq \text{Cond} \leq 1000$	Eau de minéralisation importante
Cond $\geq 1000$	Eau de minéralisation excessive

### I.5.3.4. Turbidité :

La turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau (Tableau I.3). La turbidité c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale [29].

**Tableau I.3:** Etat de l'eau selon la variation de la turbidité [30].

Turbidité	Etat de l'eau
NTU < 5	Eau claire
$5 < \text{NTU} < 30$	Eau légèrement trouble
NTU > 30	Eau trouble

### I.5.3.5. Matières en suspension :

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales. Elles peuvent également être des microorganismes vivants [31].

### I.5.3.6. L'oxygène dissous :

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

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. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg /l [29].

### **I.5.3.7. Demande biochimique en oxygène (DBO5) :**

La demande biologique en oxygène c'est la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les micro-organismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [32].

### **I.5.3.8. Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies [33]. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O<sub>2</sub>/l [34].

### **I.5.3.9. La biodégradabilité :**

C'est la propriété des composés chimiques susceptible de subir une biodégradabilité sous l'action des micro-organismes décomposeurs présents dans le biotope où ils sont rejetés [35].

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K tel que :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO5}$$

- Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grandepartie de matières fortement biodégradable ;
- Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennementBiodégradables.
- Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables [36].

### I.5.3.10. Huiles et graisses totales (H&G) :

Ce paramètre informe directement sur la quantité d'huile et de graisse présentes dans l'effluent. Il s'obtient en évaluant les substances extractibles au chloroforme (SEC) ou à l'hexane [3]. Ces deux éléments résultent directement de l'abattage des animaux et font partie des MES mesurées dans l'effluent [5].

Les H & G<sub>tot</sub> favorisent la croissance de microorganismes de toutes sortes, ce qui s'accompagne d'odeurs nauséabondes. Ils sont également reconnus, particulièrement les graisses, comme étant des contributeurs à l'appauvrissement en oxygène du milieu aquatique. En effet, leur accumulation entraîne la formation d'une couche à la surface de l'eau, ce qui a pour effet de bloquer les échanges entre l'eau et l'air ambiant. La mesure de ce paramètre est donc nécessaire afin de limiter l'impact de ces éléments sur l'environnement [37].

### I.5.3.11. Azotes total Kjeldahl (NTK) :

Le NTK est obtenu suite à la réalisation de la méthode de Kjeldahl. Cette dernière comporte deux étapes. Premièrement, une digestion acide des protéines et des polypeptides présents dans l'effluent et deuxièmement, une étape d'alcalinisation de l'échantillon, ce qui entraîne une libération d'ammoniac. Ainsi, la valeur mesurée correspond à l'azote provenant de la matière organique et à l'azote présent sous forme ammoniacale (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). [3]. L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral.

L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniac, nitrate, nitrite), constitue la majeure partie de l'azote total [38].

### I.5.3.12. Nitrites :

Les ions nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et les ions nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [39].

## **CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **I.5.3.13. Nitrates :**

Les ions nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrites [39].

### **I.5.3.14. Phosphor total (P tot):**

Les matières phosphorées sont des matières organiques et minérales possédant des atomes de phosphore. Elles ont deux origines principales, à peu près équivalentes : le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme minérale d'ions ortho-phosphate isolés, soit sous forme d'ions phosphate condensé entre eux (poly-phosphates), soit sous forme organique de groupements phosphate liés aux molécules organiques. C'est l'un des facteurs limitant de la croissance végétale et son rejet dans le milieu récepteur favorise le phénomène de l'eutrophisation [29].

## **I.5.4. Les paramètres bactériologiques :**

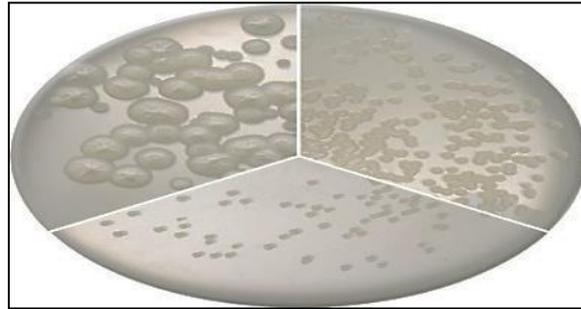
La qualité bactériologique d'une eau est évaluée lors des contrôles analytiques réglementaires, par la recherche des bactéries, principalement des germes témoins de contamination fécale. La présence de ces bactéries dans l'eau a pour origine une pollution de la ressource. Les conséquences dépendent de plusieurs facteurs dont l'état général du consommateur, la virulence des micro-organismes, le mode de transmission ainsi que la dose ingérée. Les troubles sont principalement gastro-intestinaux, diarrhée et vomissement [40].

### **I.5.4.1. Les germes totaux :**

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA.

La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux provient à analyser [41].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE



**Figure I. 8** : Bactéries flore-aérobie-mésophile totaux à (22°C et 37°) [42].

### I.5.4.2. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale :

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. Trois indicateurs sont à noter : les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux [43].

#### I. 5.4.2.1. Les coliformes totaux :

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes correspondent à des bacilles Gram négatif, appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae, sporulés, non aéro /anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37C°, ils sont sensibles au chlore. Ils se répartissent en deux catégories:

- Les germes thermophiles ;
- Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène).

Leur intérêt plus moindres pour détecter une contamination d'origine fécale. Les coliformes comprennent les genres : Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Serratia [41].

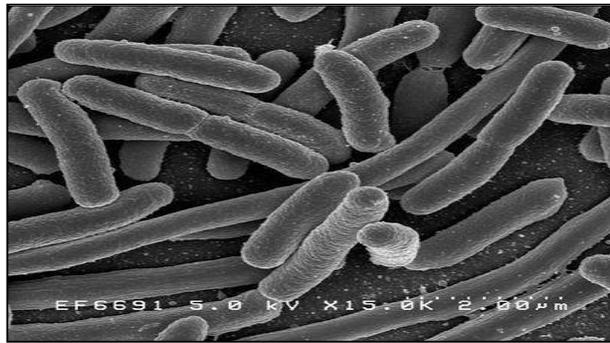


**Figure I.9** : les coliformes sous microscope électrique [44].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I. 5.4.2.2. Les coliformes fécaux :

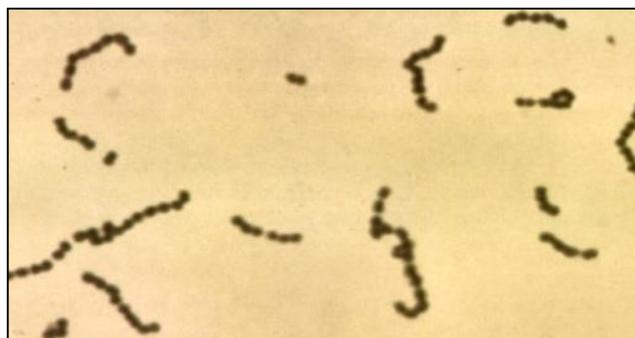
Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles [45]. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des E. coli présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C. E. coli: L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est E. coli représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. Selon l'OMS (2004), n'énonce que la présence d'E. Coli, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente [46].



**Figure I.10:** le genre *Escherichia coli* sous microscope électronique 10000x constitue l'indicateur de contamination fécale le plus utilisé en France. [47].

### I. 5.4.2.3. Les streptocoques fécaux :

Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*. Ce sont les streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. [41].



**Figure I.11:** streptocoque fécal sous microscope électrique. [48].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I. 5.4.3. Les Clostridiums sulfito-réducteurs :

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6 $\mu$ m de long et 1 à 2 $\mu$ m de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique. [46].

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection. [49].

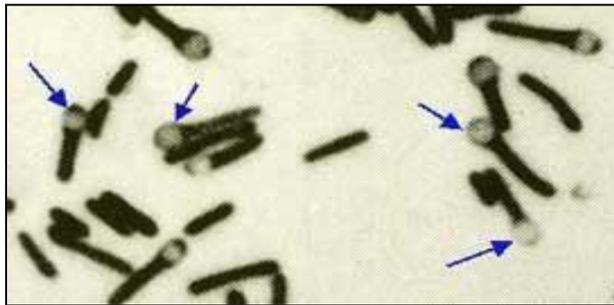


Figure I.12 : Clostridium sulfito-réducteur sous microscope électrique [50].

### I. 5.4.4. Bactéries pathogènes :

#### I. 5.4.4.1. Staphylocoque pathogènes :

Ce sont des bactéries qui appartiennent à la famille des Bacillaceae. Les infections engendrées par cette souche sont dues, principalement, à des souches de *Staphylococcus aureus*, mais aussi à d'autres souches de staphylocoques d'origine humaine ou animale, parfois pathogènes opportunistes (*S. Epidermidis*, *S. Saprophytiques*,...). Il s'agit des infections cutanées, infections septicémiques redoutables et infections liés à la consommation d'eau et d'aliments contaminés [51].

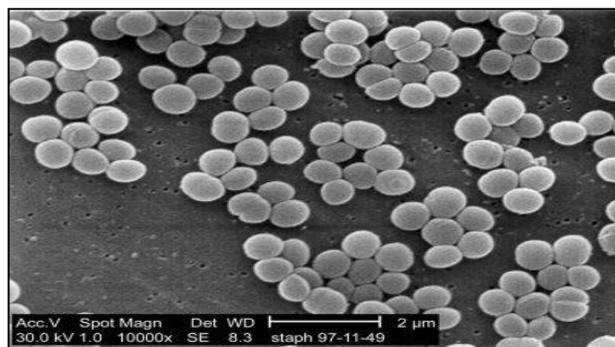


Figure I.13 : staphylocoque pathogènes sous microscope électronique 10000x [52]

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.5.4.4.2. Salmonelles :

Ce sont des coccobacilles appartenant à la famille des Enterobacteraceae, généralement considérés comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénicité varient énormément : fièvre typhoïde, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires, humains et animaux peuvent éliminer dans les selles des salmonelles non seulement en cas de maladies mais aussi en tant que porteurs asymptomatiques. Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts, agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques ainsi que l'eau de mer [41].

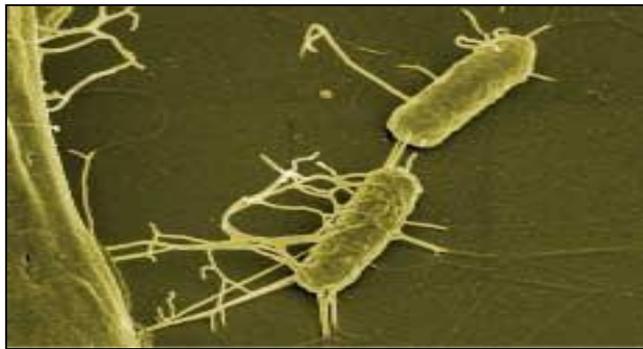


Figure I.14 : salmonelles sous microscopie électronique. [53].

### I.5.4.4.3. Vibrions :

Les vibrions font partie de la famille de Vibrionaceae. Dans les pays où le choléra a pratiquement disparu, il est rare que la recherche du vibron cholérique dans les eaux d'alimentation présente un intérêt. Leur recherche se fait uniquement en cas de présence d'un cas suspect. [51].



Figure I.15 : vibron cholera sont des bâtonnets minces, courts et incurvés d'environ  $0.5 \times 3 \mu\text{m}$  [54].

### **I.6. Impact environnemental des effluents d'abattoirs :**

Avant tout, le premier impact environnemental attribuable à l'abattoir est sa consommation d'eau : l'utilisation d'importante quantité d'eau pour le lavage en fait un « mauvais élève » dans le panorama industriel où la tendance générale est de converger de plus en plus vers « l'usine sèche ». Les volumes d'eau consommés semblent toutefois incompressibles dans les installations modernes : puisque toutes les opérations de production de viande impliquent l'utilisation d'eau potable, préserver la ressource ne pourrait se faire au prix d'un risque accru pour le consommateur.

#### **I.6.1. La pollution organique :**

La nature organique de l'effluent implique que, dans une situation dégradée où il serait mal pris en charge par la filière de traitement, il peut perturber le milieu récepteur dans lequel il est rejeté : il constitue une source de nutriments qui va déstabiliser les réseaux trophiques du milieu, favorisant la croissance des populations d'espèces saprophytes qui vont coloniser le milieu et dominer les autres espèces, amenant l'écosystème concerné à une réduction de sa biodiversité.

Le rejet d'azote et de phosphore est quant à lui impliqué dans le processus d'eutrophisation [55]. Lorsqu'un écosystème aquatique connaît une importante augmentation des ses intrants en azote et en phosphore, le profil du phytoplancton qu'il contient s'en trouve bouleversé. Si les conditions physiques du milieu le permettent, c'est-à-dire une température élevée, un éclaircissement important (et donc des conditions estivales) et un courant faible principalement, la croissance d'un nombre limité d'espèces phytoplanctoniques va être fortement favorisée, entraînant une explosion de leur population et une importante colonisation du milieu en surface.

Cette biomasse végétale va interdire l'accès à la lumière des plantes aquatiques, entraînant leur mort. D'autre part, la respiration nocturne du phytoplancton présent en quantité anormalement élevée consommera tout l'oxygène dissous disponible, entraînant la mort de nombreux animaux aquatiques. Enfin, la mort de ces algues impliquera le dépôt de très grandes quantités de cadavre sur le fond de la pièce d'eau, privant poissons et invertébrés aquatiques de leur habitat. L'eutrophisation est par conséquent une pollution nutritionnelle de pléthore si le problème est considéré du point de vue du milieu récepteur.

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.6.2. Le risque microbiologique :

La microbiologie des effluents d'abattoir est un sujet étudié depuis la fin des années soixante. Une seule étude d'ampleur, à notre connaissance, a été menée en France. Elle a été réalisée par l'équipe de LECLERC et OGER [56]. Sur toute l'année 1973, sur deux abattoirs en prélevant à un rythme hebdomadaire ou bimensuel.

L'ensemble des études réalisées (Tableau I.4) présente une dominante : les salmonelles sont souvent trouvées et ce, sur effluent brut, prétraité ou traité biologiquement. Les **sérotypes** présents sont, le plus souvent, **prototrophes**, ce qui veut dire qu'ils ne présentent pas d'exigences de milieu pour leur survie et leur multiplication, et présentent un potentiel pathogène. Les principaux **sérotypes** pathogènes rencontrés sont *Salmonella* **Typhimurium** et **Enteritidis**, responsables de syndromes diarrhéiques et, dans le contexte de l'alimentation, de toxi-infections alimentaires collectives. L'impact de l'effluent d'abattoir sur la santé publique n'en demeure pas moins flou même si le risque potentiel existe par la seule présence de salmonelles.

Les risques environnementaux liés au fonctionnement de l'abattoir sont donc au premier chef des risques de santé publique professionnelle. Classiquement, les pathogènes incriminés en premier lieu dans le risque lié au travail à l'abattoir sont les bactéries du genre *Mycobacterium* responsables de la tuberculose et les différents **sérovars** de *Brucella melitensis* responsables de la brucellose [57]. Nouveaux risques sont apparus ou ont été portés à la connaissance de la communauté scientifique. La fièvre Q, enzootie zoonotique, due à *Coxiella burnetii*, est une maladie dont l'épidémiologie est très mal connue et qui ne fait l'objet d'aucune prophylaxie obligatoire. *Mycobacterium paratuberculosis*, bactérie responsable de la **paratuberculose** chez les bovins, maladie très répandue dans le cheptel, pourrait constituer une zoonose émergente puisqu'on considère que cette bactérie pourrait avoir un rôle de facilitation dans le développement de la maladie de **Crohn** chez l'homme qui est une entérite inflammatoire chronique très grave. Les possibilités de dissémination d'agents pathogènes à partir des effluents d'abattoirs sont tout simplement inconnues. Néanmoins, l'expérience d'agriculteurs pratiquant l'épandage de boues d'abattoir et connaissant des problèmes récurrents de salmonellose dans les troupeaux paissant sur les parcelles concernées semble être un indicateur de transmission. Aucune étude épidémiologique d'ampleur n'est actuellement disponible pour étayer ce propos.

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

**Tableau. I.4** : Etat des connaissances en matière d'analyse bactériologique en abattoir

<b>Taxons</b>	<b>Source</b>	<b>Lieu</b>	<b>Référence</b>
<i>Salmonella</i> , <i>Yersinia</i> , <i>Pseudomonas</i>	Effluent et eau de Procédé d'abattoir multi-espèces	France	Renouf, 1995 [58].
<i>Salmonella</i>	Eaux usées d'abattoir de porcs, de volailles, de bovins	France	Leclerc <i>et</i> Oger, 1975 [56].
<i>Campylobacter</i> <i>Enteritidis</i>	Effluent prétraité d'abattoir multi- espèces	Royaume-Uni	Jones <i>et al</i> , 1990 [59].
<i>Salmonella</i>	Effluent d'abattoir avec ou sans traitement biologique	Australie	Smith & Grau, 1974 [60].
<i>Salmonella</i>	Effluent prétraité d'abattoir multi espèces	Écosse	Johnston <i>et al</i> , 1986 [61].

### I.7. Méthode proposée pour l'épuration des déchets liquide d'abattoir:

#### a. Pour du sang :

Dans les abattoirs modernes, le sang est collecté dans des réservoirs séparés et transporté vers des usines de traitement des aliments pour le bétail et la volaille, où le sang est ajouté sous forme de concentrés alimentaires, en plus des déchets solides des carcasses tels que les cornes et les os supplémentaires. Le sang est également utilisé comme engrais et l'albumine de sang est utilisée dans la fabrication de colle à bois et de teintures pour tissus et papiers. [62].

#### b. Pour Eaux usées :

Cette eau est traitée et purifiée afin de pouvoir être réutilisée, comme l'arrosage des cultures qui ne produisent pas de composants nutritionnels pour l'homme. Il existe un système de traitement de cette eau composé de :

Fosse septique, composée de trois chambres, dans lesquelles les eaux usées sont reçues et la matière en suspension est déposée en deux étapes, puis l'eau résultante passe à travers un filtre pour la purification finale de l'eau. [62].

La fosse septique a pour rôle de liquéfier en partie les matières polluantes concentrées dans les eaux usées ainsi que de retenir les matières solides et les déchets flottants. [63].

Le bassin de filtration est un grand bassin peu profond recouvert à partir du fond d'un matériau isolant pour les fuites d'eau, après quoi une couche de pierres moyennes est empilée d'une hauteur de 30 cm. Puis une autre couche de petits graviers de 30 cm de haut. Suivi d'une couche de miettes de gravier ou du soi-disant sol grossier. [62]. (Voir la figure I.18).

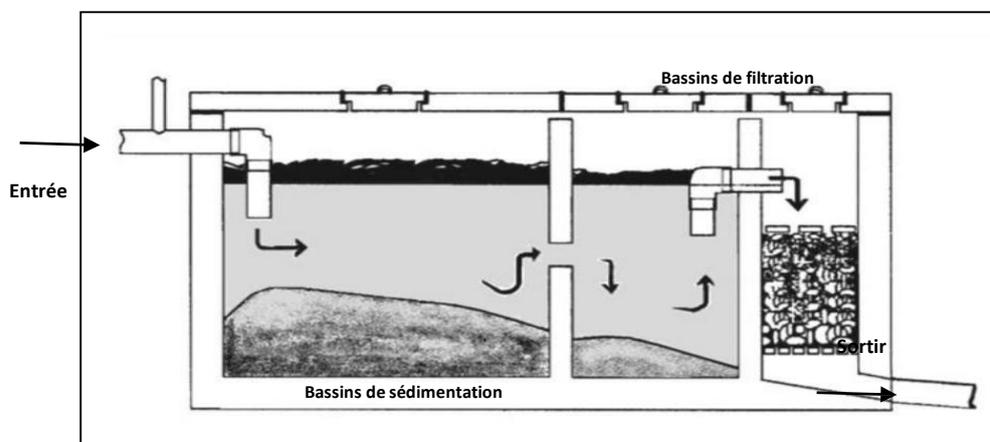


Figure I.16: Schéma d'un type de fosse septique [64].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.8. Normes des rejets :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépassée ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné une norme est fixée par une loi, une directive, un décret-loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respectives pour les eaux usées [25].

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS), les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau (I.5) et le tableau (I.6) pour les normes internationales utilisées pour les analyses d'effluents d'abattoir.

**Tableau. I.5 :** normes de rejet de l'O.M.S. appliquées en Algérie (2003).

Paramètres	Unités	Normes
<b>T</b>	°C	> 30
<b>pH</b>	mg/l	6.5 - 8.5
<b>O<sub>2</sub></b>	mg/l	5
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	30
<b>DCO</b>	mg/l	90
<b>MES</b>	NTU	120
<b>Zinc</b>	mg/l	2
<b>Chrome</b>	mg/l	0.1
<b>Azote total</b>	mg/l	50
<b>Phosphore total</b>	mg/l	2
<b>Détergents</b>	mg/l	1
<b>Huiles et graisses</b>	mg/l	20
<b>Hydrocarbures</b>	mg/l	10

**Tableau. I.6 :** Principales normes internationales utilisées pour les analyses d'effluents d'abattoir [25].

## CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

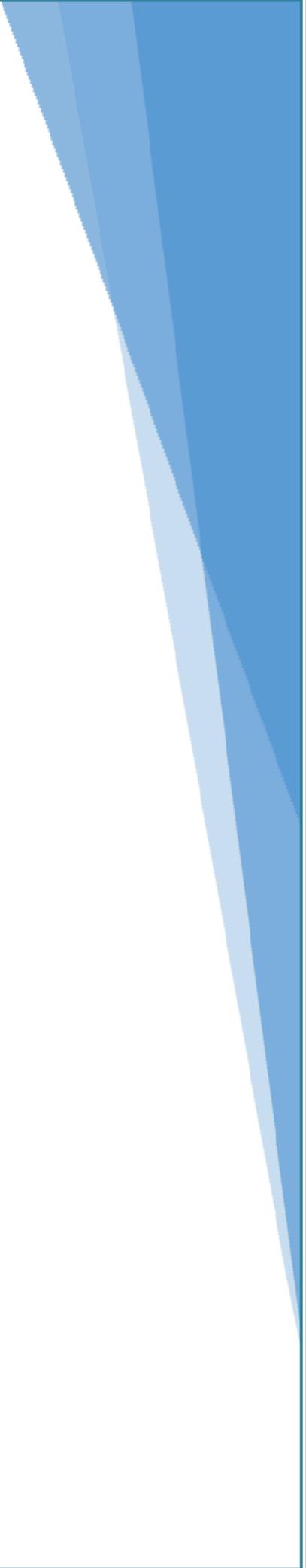
ANNEE	ESPECES MESUREE	NORME ISO	NORME FRANÇAISE ET EUROPEENNE	TECHNIQUE
1998	Azote	ISO 11905	NF EN 11905	Minéralisation oxydante au peroxydisulfate
1994	Azote Kjeldahl	ISO 5663	NF EN 25663	Minéralisation au sélénium
1996	Azote nitreux, azote nitrique, somme des deux	ISO 13395	NF EN 13395	Analyse en flux et détection Spectre photométrique
1989	Demande biochimique après 5 jours DBO <sub>5</sub>	ISO 5815		Dilution et ensemencement
2001	Demande chimique en oxygène DCO	ISO 6060 modifié	NF T90 101	Oxydoréduction
1992	Fluorure, chlorure, nitrite, orthophosphate, bromure, Nitrate et sulfate dissous	ISO 10304	NF EN 10304	Chromatographie en phase liquide
1995	Matières en suspension	ISO 11923	NF EN 872	Filtration sur filtre en Fibres de verre
1997	Matières en suspension		NF T90 105	Centrifugation (en cas de colmatage des fibres de NF EN872)
1986	Nitrate	ISO 7890		Spectrométrie utilisant le diméthyle-2,6 phénol ou l'acide sulfosalicylique
1998	Phosphore	ISO 6878	NF EN 1189	Spectrométrie utilisant le Molybdate d'ammonium

### **I.9. Conclusion :**

Les abattoirs produisent chaque année des centaines de milliers de tonnes de déchets solides et liquides. Cela compromet la qualité de l'eau, ce qui fait de la source de vie elle-même une menace pour la vie, si elle n'est pas purifiée avant d'être rejetée.

Le mouvement de ces polluants dans les systèmes d'eau dépend sur leur solubilité dans l'eau et leur capacité à s'intégrer avec des particules fines, ces polluants peuvent parcourir de grandes distances depuis leur source.

Les eaux usées d'abattoir sont relativement bien biodégradables mais ils présentent une charge organique élevée. Les substances les plus difficiles à éliminer sont les graisses. Il est nécessaire de placer la fosse septique à la sortie des eaux usées de chaque abattoir car elle contribue grandement à réduire provenant des charges organiques et des graisses.



# **Chapitre N° II**

## **Matériels et méthodes**

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

### II.1. Introduction :

Dans ce chapitre non décrivons de prélèvement des échantillon d'eau des rejets d'abattoir municipal de bordj Bou Arreridj à fin de détermination des caractéristiques par différents technique d'analyses physico-chimiques et microbiologique tel que , le pH, la conductivité, la turbidité, la DCO, la DBO<sub>5</sub> , MES, les coliformes totaux , coliformes fécaux, ...etc.

### II.2. Présentation de l'organisme d'accueil :

L'abattoir municipal des viandes rouges de Bordj Bou Arreridj a été construit en 1982 par une société Allemande. Il est situé au sud de la ville de Bordj Bou Arreridj sur la route nationale N°42 menant vers la commune d'El-Anasser. Il couvre une superficie de 13 340 m<sup>2</sup> dont une superficie de 1193 m<sup>2</sup> est clôturée.

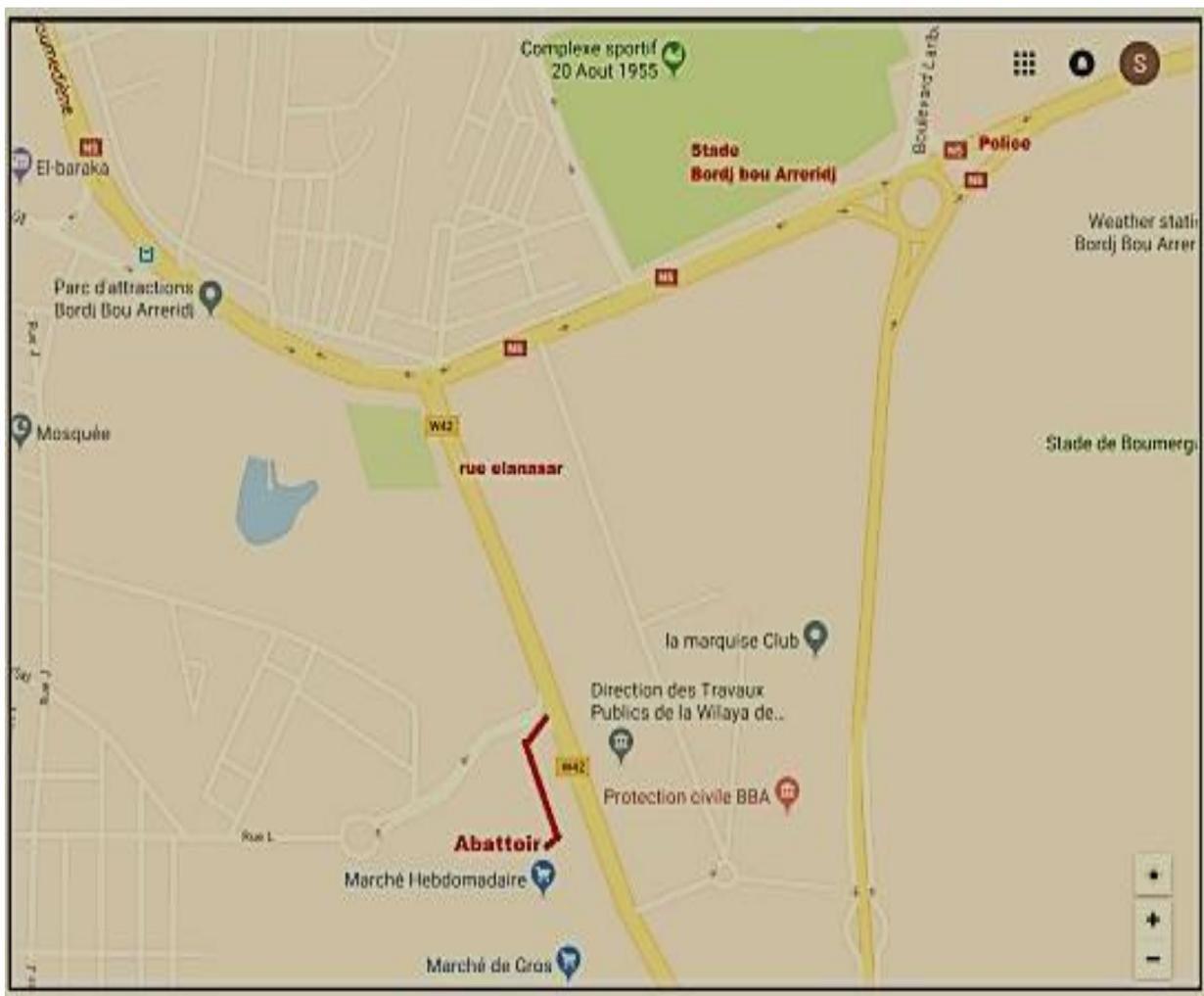


Figure. II.1 : La situation géographique de l'abattoir.



## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

### II. 4. Prélèvement et transport des échantillons :

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des conditions d'asepsie. Placé dans des flacons en verre qui a été stérilisé dans un autoclave à une température de 120°C pendant 15min. Les prélèvements sont remplis dans ces flacons stériles, bien fermés et maintenus à une température comprise entre 1 et 4°C., dans des emballages isothermes (glacières) pour empêcher la prolifération des germes. Les échantillons sont ramenés dans les brefs délais au laboratoire, l'analyse doit être effectuée dans un délai maximal de 4 heures.



Figure. II.3 : photos du site du prélèvement.

### II.5. Les analyses Physico-chimiques :

Ces analyses sont effectuées pour les eaux à la sortie d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj On a utilisé dans notre étude le matériel usuel du laboratoire de traitement des eaux de l'université de Mohamed Bachir El Ibrahimi. – Bordj Bou Arreridj.

#### II.5.1. Détermination de la température :

Elle est mesurée par un thermomètre. La sonde du thermomètre est émergée dans un bécher au laboratoire contenant l'échantillon à traiter. Une fois la stabilisation du thermomètre, le résultat sera affiché directement sur l'appareil exprimé en (° C).

#### II.5.2. Détermination de pH :

Mesuré directement à l'aide d'un pH- mètre de laboratoire.

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES



**Figure II.4:** PH metre (WTW Inolab pH 7110).

### Mode opératoire :

- Après étalonnage préalable à l'aide des étalons de référence 7 et 4, la valeur est lue sur un écran après stabilisation ;
- Allumer le pH mètre ;
- Prendre une quantité suffisante d'échantillon, pour immerger l'électrode et la sonde, dans un bécher ;
- Plonger l'électrode de pH dans l'échantillon ;
- Attendre la stabilisation de la mesure pour faire la lecture.

### II.5.3. Détermination la conductivité :

Il correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, l'unité est en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).



**Figure. II.5 :** Conductimètre (WTW inolab cond-7110).

### Mode opératoire :

- Préparer et étalonner le conductimètre ;

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher ;
- Allumer le conductimètre et sélectionner l'échelle de conductivité appropriée ;
- Plonger la sonde dans l'échantillon ;
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

### II.5.4. Détermination la turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes.



Figure. II.6 : L'appareil TB 300 IR pour mesure la turbidité.

#### Mode opératoire :

- On prélève 10 ml d'échantillon à analyser et on le met dans une cuve spéciale
- On allume le colorimètre
- On choisit le numéro du programme approprié.
- On étalonne avec 10 ml d'eau distillée (le blanc).
- On place l'échantillon et on fait la lecture.

### II.5.5. Détermination la matière en suspension MES :

La présence de MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour le dosage de MES, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de  $0.45\mu\text{m}$ . Le filtre est séché à  $105^{\circ}\text{C}$  puis pesé après refroidissement (Norme EN 872, 1996).

#### Mode opératoire :

On a utilisé la méthode de filtration sous vide (méthode de Buchner)

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

- Nous chauffons le papier filtre pendant 10 minutes dans un étuve à (105 ° C)
- Après nous le mettons à dans un dessiccateur pour sécher et refroidir.
- Nous mesurons le poids du papier filtre et écrivons la masse initiale ( $M_0$ );
- Ensuite, nous plaçons le papier filtre dans un entonnoir Büchner au-dessus d'une fiole Büchner relié à une pompe électrique ;
- Nous prélevons un volume de 150 ml de l'échantillon et le versons progressivement sur le papier filtre ;
- Une fois que tout le volume de l'échantillon a été versé, nous retirons le papier filtre avec des pinces et le mettons dans le dessiccateur. Le étuve peut être utilisé pour accélérer le séchage ;
- nous pesons le papier filtre après qu'il ait complètement séché à l'aide d'une balance précise et écrivons une masse finale ( $M_1$ ) puis nous calculons le taux des MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression suivant :

$$MES = \frac{(M_1 - M_0) * 1000}{V \text{ eau}} \quad [41].$$

Ou

V : le volume en ml d'échantillon utilisé ;

$M_0$  : la masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

$M_1$  : la masse en mg du disque filtrant après utilisation.



Figure. II.7 : montage de filtration avec une pompe électrique.

### II.5.6. Détermination DCO :

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables, présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non. La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$  à ébullition pendant 2 heures en présence d'ions  $Ag^+$  comme catalyseurs d'oxydation et d'ions  $Hg^{+2}$ .

### Mode opératoire :

Détermination DCO d'échantillon selon les étapes suivantes :

On a utilisé deux tubes prêts de DCO 150 mg/l (tube blanc +tube d'échantillon)

**Tube blanc** : On verse 2 ml de l'eau distillé dans le tube DCO

**Tube d'échantillon** : On verse 2 ml de l'eau analysée diluée 100 fois (1ml d'eau analysée +99ml d'eau distillée)

- Placer les deux tubes dans l'appareil DCO-mètre (Thermo-réacteur), Programmer le Thermo-réacteur à 148 °C pendant 2 heures ;
- Après deux heures, nous attendons que les tubes refroidissent, puis nous mesurons avec un photomètre ;
- On choisit le numéro du programme approprié ;
- On étalonne par le tube blanc ;
- On place le tube d'échantillon et on fait la lecture.

### II.5.7. Détermination DBO<sub>5</sub> :

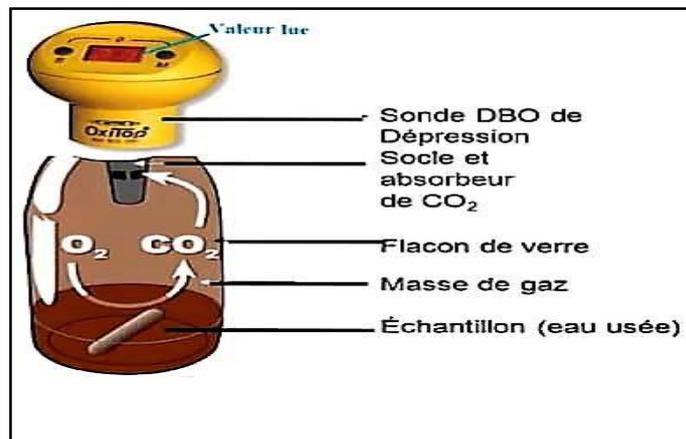
Afin d'estimer la teneur en matière organiques (MO) présente dans une eau usée ou eau de surface, on procède au dosage de la DBO<sub>5</sub>.

Cette mesure nous renseigne sur la biodégradabilité des MO de ces eaux et par la suite sur l'aptitude de ces eaux à un traitement biologique. La détermination de la DBO<sub>5</sub> consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs [41].

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

### Mode opératoire:

On a utilisé la méthode manométrique



**Figure. II.8 :** une bouteille avec un manomètre OxiTop® pour mesure la DBO.

- Mettre en marche le DBO mètre tout en réglant le thermostat à 20 °C
- Préparer les flacons DBO, (rincer avec l'eau distillée puis avec l'eau à analyser).
- On remplit une bouteille avec 43.5 ml
- Introduire un barreau magnétique dans la bouteille.
- Placer dans l'incubateur pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre la température de (20°C).
- Placer un peu de NaOH dans le couvercle (le NaOH permet de fixer le CO<sub>2</sub> dégagé).
- Placer les OxiTop sur la bouteille en le serrant bien.
- On appuie sur les deux boutons sur OxiTop en même temps jusqu'à que zéro apparaisse.
- On met l'échantillon dans le DBO mètre à température constante (20°C) et dans l'obscurité et l'agitation pendant 5 jours.
- Après 5 jours, on fait la lecture.
- Le calcul de valeur réelle de DBO<sub>5</sub> s'effectue par la relation suivant:

$$\text{DBO}_5 = \text{La valeur lue} \times \text{le facteur}$$

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

**Tableau II .1:** Facteur de conversion de la DBO, dépend du volume de prise.

L'échelle de mesure	Quantité (ml)	Facteur
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50
0-4000	22.7	100

### II.5.8. Dosage des teneurs en nitrates $\text{NO}_3^-$ :

Evaluation des teneurs en nitrates dans eaux par la méthode spectrophotométrie au salicylate de sodium .Le dosage des nitrates impose que la mesure soit réalisée dans les plus courts d'états après le prélèvement car le  $\text{NO}_3$  peut rapidement être réduit Il existe plusieurs méthodes de dosage des nitrates dans les eaux, mais Il parait qu'aucune méthode n'apporte réellement une amélioration par rapport à celle dit méthode au salicylate de sodium méthode adoptée par L'Agence Français de normalisation (AFNOR 1975;norme NET (90-012).

Les mesures de l'absorbance en vis à 415 nm. Ont été réalisées à l'aide à la spectrophotométrie de marque SHIMADZU, modèle : UV-1900i (UV-VIS spectrophotometer).

#### Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du para nitro- salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde 415 nm.

#### Mode opératoire :

##### Préparation des réactifs :

##### ❖ Solution de stock de nitrates de potassium (50 mg /l d'ions de nitrates:

Dissoudre 0.0815 g de nitrate de potassium hydre dans 990 ml d'eau distillé, ajouté 1 ml de chloroforme (conservateur) et compléter à 1litre avec de l'eau distillée.

##### ❖ Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium:

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

Dissoudre progressivement 40g de soude et 6 g de tartrate double de sodium et de potassium dans 100 ml d'eau distillée.

### ❖ Solution de salicylate de sodium à 0.5% (à préparer extemporanément):

Dissoudre 0.5 g de salicylate de sodium dans 100 d'eau distillée

#### La série d'étalons :

Dans un série des flacons de 60 ml, introduire successivement (se conformer au tableau).

**Tableau. II.2 :** protocole expérimental de la série «étalon».

Numéro de flacons	1	2	3	4	5
Solution de stock de nitrate de potassium à 50 mg /l	0	2	4	6	8
Eau distillée (ml)	10	8	6	4	2
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1
Concentration d'ions nitrates en (mg /l)	0	10	20	30	40

- Evaporer chaque flacon à sec au bain marie ou dans un étuve a 75- 80 °C (ne pas sur chauffer ni chauffer trop longtemps ;
- Laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré ayant soin d'humecter complètement, laisser reposer 10 min ;
- Ajouté 15 ml d'eau distillée puis 15ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune ;
- Mesure l'absorbance de chaque échantillon au colorimètre (longueur d'onde = 415 nm et construire la graphique représentant l'absorbance en fonction de la concentration en nitrate.

### II.5.9. Dosage des nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup> :

La méthode de Zambelli à une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'un tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propriété de la verrerie.

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

C entre l'ammoniaque, les nitrites et nitrates peut évoluer rapidement sous L'influence après prélèvement en les conservent à 4°C

### Principe :

L'acide Sulfanilique, en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions  $\text{NO}_2$  un complexe coloré Jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites [65].

### Mode opératoire :

#### Préparation des réactifs

❖ **Ammoniaque pur (d=0.925)**

❖ **Solution de mère étalon de  $\text{No}_2$  0.23 g/l:**

Dissoudre 0.345 g de Nitrite de sodium dans 1 litre de l'eau distillée 1 litre

✚ Cette solution se conserve mieux.si l'on prend la précaution d'y ajouté 1 ml de Chloroforme.

❖ **Solution fille étalon d'ion  $\text{No}_2$  à 0.0023 g/l:**

Préparer cette solution dans une fiole Jaugée de 100 ml à partir de la solution mère avec de l'eau distillée.

#### ▪ Réactifs de Zambelli :

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| - HCL pur (d=1.19): 260 ml    | - Phénol cristallisé: 7,5 g  |
| - Acide Sulfanilique: 5g      | - Chlorure d'ammonium: 135 g |
| - Chlorure d'ammonium : 135 g | - L'eau distillée : 625 ml   |

#### ❖ Préparation de réactif de Zambelli :

- Introduire dans une fiole Jaugée d'un litre : l'eau distillée et L'HCL
- Dissoudre dans le mélange l'acide Sulfanilique et le phénol en chauffant légèrement au bain marie Jusqu'à dissolution complète
- Ajouté le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

- Après refroidissement ajuster jusqu'à 1 litre avec l'eau distillée.

### La série d'étalons :

Dans une série des tubes à essai (15 ml) numérotée introduire successivement les réactifs en agitant après chaque addition (se conformer au tableau).

**Tableau :** protocole expérimental de la série «étalon»

Numéro des tubes	T	1	2	3	4	Sol.Ech
Solution fille étalon (ml)	0	2	3	4	5	10
Eau distillée (ml)	10	8	7	6	5	0
Réactif de ZAMBALLI (ml)	2	2	2	2	2	2
<b>Attendre 10 minutes, puis ajouter</b>						
Ammoniaque par (ml)	2	2	2	2	2	2

- Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm.

### II.5.10. Dosage des l'Ortho- phosphates $PO_4^{3-}$ :

Le phosphore est un élément qui se trouve dans la solution aqueuse sous forme d'ions ortho phosphates  $H_2PO_4$ ,  $HPO_4^{2-}$  et  $PO_4^{3-}$ . Les phosphates dans l'eau sont principalement, d'origine domestique, industrielle et agricole (fertilisants). Le dosage des ortho phosphates est réalisé par spectroscopie dans le visible.

#### Principe :

Le réactif utilisé est le molybdate d'ammonium ; permettant de mesurer les teneurs en phosphates dans les solutions aqueuses. L'anion ortho phosphate réagit avec le molybdate d'ammonium  $(NH_4)_6 MO_7 O_{24} (4H_2O)$  en milieu acide pour former le complexe phospho-molybdique. Ce dernier est réduit par l'acide ascorbique en donnant une coloration bleu (molybdène). L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en phosphate. La concentration est déterminée graphiquement à partir de la droite d'étalonnage établie au préalable avec des concentrations connues en phosphates [66].

## CHAPITRE II MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Mode opératoire :

#### Préparation des réactifs :

##### ❖ **Solution stock de phosphate (100 mg /l):**

- Dissoudre 143.2 mg de phosphates mono potassique desséché au préalable à l'étuve à 100 °C) dans 990 ml d'eau distillée
- Acidifier la solution par 1 ml d'acide sulfurique à 20 %
- Ajuster le volume à un litre avec de l'eau distillée.

#### Préparation de Solution de phosphates pour la construction du droit étalon (2 mg/l) :

Préparer extemporanément solution stock à 100 mg /l : 20 ml et compléter a un litre avec de l'eau distillée.

##### ❖ **Réactif des ortho phosphates (réactif molybdique):**

Préparer au préalable lessolutions suivants;

##### • **Solution de tartrate :**

Dissoudre 0.274 g de tartrate double d'antimoine et de potassium dans 100 ml d'eau distillée

##### • **Solution d'acide sulfurique :**

Dissoudre 100 ml d'acide sulfurique à 20 % dans 400 ml d'eau distillée.

##### • **Solution de molybdate d'ammonium (40 g/l)**

Dissoudre 5 g de molybdate d'ammonium dans 120 ml d'eau distillée

##### • **Solution d'acide ascorbique (50g /l):**

Dissoudre 5g d'acide ascorbique dans 100 ml d'eau distillée

##### **Préparation du réactif molybdique :**

- Solution d'acide sulfurique à (20 %) : 400 ml
- Solution de tartrate : 40 ml
- Solution de molybdate d'ammonium a 40 g/l : 120 ml
- Compléter à 800 ml avec de l'eau distillée

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

### Préparation de la verrerie :

Les doses de phosphates étaient très faibles, toute la verrerie doit être rincée à l'acide chlorhydrique à 5 % puis à l'eau distillée pour éviter tout les contaminations. Construction de la droite d'étalonnage

#### Gamme étalon :

- Remplir cinq flacons selon les indications du tableau ci-dessous:

**Tableau:** protocole expérimental de la série «étalon».

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Concentration en phosphates (mg /l)	0	0.5	1	1.5	2
Eau distillée (ml)	20	15	10	5	0
Solution étalon de phosphates à 2 mg /l	0	5	10	15	20
Solution d'acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1

- Bien mélanger
- Ajouter 4 ml de réactif molybdique dans chacune des flacons.
- Attendre 15 min
- Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 nm.

### II.6. L'analyse bactériologique :

L'analyse bactériologique a pour but la recherche et le dénombrement des germes existant dans les échantillons d'eau à analyser. 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 les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes [40].

Le principe général des techniques des analyses bactériologique des eaux consiste à ensemencher une quantité connue d'eau à analyser sur un milieu de culture adapté, solide ou

## CHAPITRE II MATÉRIELS ET MÉTHODES

liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développe pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide essentiellement un trouble de celui-ci. Les milieux solides (gélés) :

- C'est des milieux liquides auxquels on ajoute un agent de solidification tel que l'agar (1.5-2%) ;
- Les milieux solides peuvent être conditionnés en boîtes de Pétri ou en tube à essai (gélose en culot, gélose en pente) ;
- La croissance se fait par l'apparition des colonies.

En raison de la diversité des espèces bactériennes, virales et parasitaire, des germes test vont être analysés qui représenteront par la suite l'aspect microbiologique de ces eaux. Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants :

- ✓ Les coliformes totaux et les coliformes fécaux ;
- ✓ Staphylocoques pathogène ;
- ✓ La flore aérobie mésophile totale ;
- ✓ La recherche et le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.

### II.6.1. Matériels et produits utilisés:

#### Matériels :

- L'étuve à des températures différentes (22°C, 37°C, 44°C) ;
- l'autoclave ;
- bain marin ;
- Compteur des colonies ;
- Bec-bunsen ;
- Plaque chauffante ;
- Portoirs ;
- micropipette flacons stériles ;

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

- Boîtes de pétri stériles ;
- Tubes à essai stériles ;
- Etiquettes ;

### Les produits :

- Le milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) en poudre ;
- Le milieu PCA (Plate count Agar) en poudre ;
- Le milieu Chapman (Mannitol Salt Agar) en poudre ;
- Le milieu gélose viande de foie (VF) en poudre ;
- Les deux réactifs : alun de fer, sulfite de sodium.

### II.6.2. Préparation les milieux de culture :

#### a. VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) :

##### ➤ Pour le milieu déshydraté :

- Dissoudre 39,5 grammes dans 1 litre d'eau pure ;
- Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension. ne pas surchauffée, ne pas autoclaves ;
- Bien mélanger, laisser refroidir à 45-50°C et répartir immédiatement en boîtes.

##### ➤ Pour le milieu en flacons :

- Liquéfier le milieu vers 95°C au bain-marie ;
- Bien mélanger, laisser refroidir à 45-47°C ;
- Répartir immédiatement en boîtes de Pétri et laisser solidifier sur une surface froide.

#### b. Le milieu Chapman (Mannitol Salt Agar) :

- Mettre 111 grammes de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée stérile ;
- Mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène ;
- Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à ébullition jusqu'à dissolution

## **CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES**

Complète ;

- Stériliser à l'autoclave à 121° C pendant 15 minutes. Répartir en boîtes de Pétri ou en flacons.

### **c. PCA (Plate count Agar) :**

- Mettre en suspension 23 grammes dans 1 litre d'eau pure ;
- Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant au moins 1 minute ;
- Répartir en tubes ou flacons;
- Autoclaves à 121°C pendant 15 minutes.

### **d. Le milieu gélose viande de foie (VF) :**

- Suspendre 41g dans 1000mL d'eau distillée froide, porter à ébullition sous agitation ;
- Répartir et stériliser par autoclavage à 115°C pendant 20 minutes.

### **II.6.3. Préparation les dilutions des échantillons :**

On à un échantillon, On va faire 5 dilutions.

- Agiter vigoureusement le flacon contenant la solution mère et prélever 1mL d'échantillon à l'aide d'une pipette, dans la zone d'asepsie ;

- Ouvrir le tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, flamber l'ouverture y introduire le volume prélevé sur la paroi (dilution décimale). Eviter tout contact entre la pipette et l'inoculum et le diluant .Flamber et refermer le tube ;

- Agiter ce tube puis prélever 1mL et verser dans un autre tube contenant 9mL d'eau physiologique stérile. L'opération est renouvelée en changeant de pipettes et en versant 1mL de nouveau dans un autre tube et ainsi de suite jusqu'à la cinquième dilution ( $10^{-5}$ ).

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

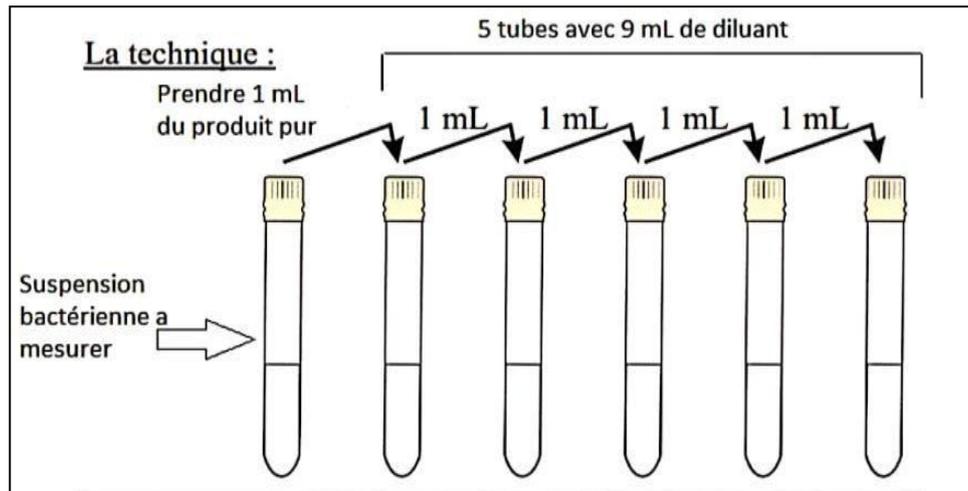


Figure. II.9: méthodes de dilution pour faire les analyses microbiologie. [67].

### II.6.4. La recherche et dénombrement des bactéries :

#### II.6.4.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

##### Principe:

Cette recherche, a été effectuée sur le milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar), qui contient de extrait de levure, Peptone, Chlorure de sodium, Sels biliaries, Glucose, Rouge neutre, Cristal violet, Agar. Le milieu d'enrichissement les coliformes totaux et coliforme fécaux, par inoculation de 0.1 ml à partir des dilutions ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ). La lecture, a été réalisée après 24 h d'incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pour les coliformes totaux et pour les coliformes fécaux l'incubation à  $44^{\circ}\text{C}$  à 24 h.

##### Mode opératoire:

- En zone stérile, ensemercer en masse deux séries de boites de pétri pour chaque dilution en versant 0.1 ml d'inoculum et de ses dilutions décimales successives.
- Couler 15 ml de gélose VRBG maintenue en surfusion mais légèrement refroidie ( $45^{\circ}\text{C}$ ).
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires.
- Laisser solidifier la gélose sans la bouger en zone stérile.
- Couvrir en bas.
- Incuber une série de boites durant 48 heures à  $37^{\circ}\text{C}$  pour la recherche des coliformes totaux et incuber l'autre série à  $44^{\circ}\text{C}$  pour la recherche des coliformes fécaux.

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

### Lecture:

Les sels biliaires ainsi que le cristal violet inhibent la croissance des bactéries à Gram positif. L'utilisation du glucose entraîne une acidification du milieu, faisant virer l'indicateur coloré (rouge neutre) pour donner des colonies roses à rouges avec ou sans précipité rouge.

### II.6.4.2. Recherche des Staphylocoques pathogène :

#### Principe :

Pour la recherche des Staphylocoques pathogène, on a utilisés le milieu de Chapman (gélose au sel de mannitol) est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement, le dénombrement et la différenciation des Staphylocoques à partir d'échantillons qui contient de Peptone ,Extrait de viande de bœuf ,Chlorure de sodium, Mannitol, Rouge de phénol.par inoculation de 0.1 ml à partir des quatre dilutions ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ). L'incubation à 37°C pendant 48 heures.

#### Mode opératoire:

- En zone stérile, ensemer en masse une série des boites pétri pour chaque dilution en versant 0.1mL d'inoculum et de ses dilutions décimales successives.
- Couler 15 ml de gélose Chapman maintenue en surfusion mais légèrement refroidie (45°C)
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires.
- Laisser solidifier la gélose sans la bouger en zone stérile.
- Couvrir en bas.
- Incuber une série de boites durant 48 heures à 37°C pour la recherche des Staphylocoques.

#### Lecture:

Les staphylocoques se présentent sous formes de colonies de tailles moyennes lisses et pigmentées en jaune.

### II.6.4.3. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale:

#### Principe :

Selon les normes internationales les germes totaux se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture

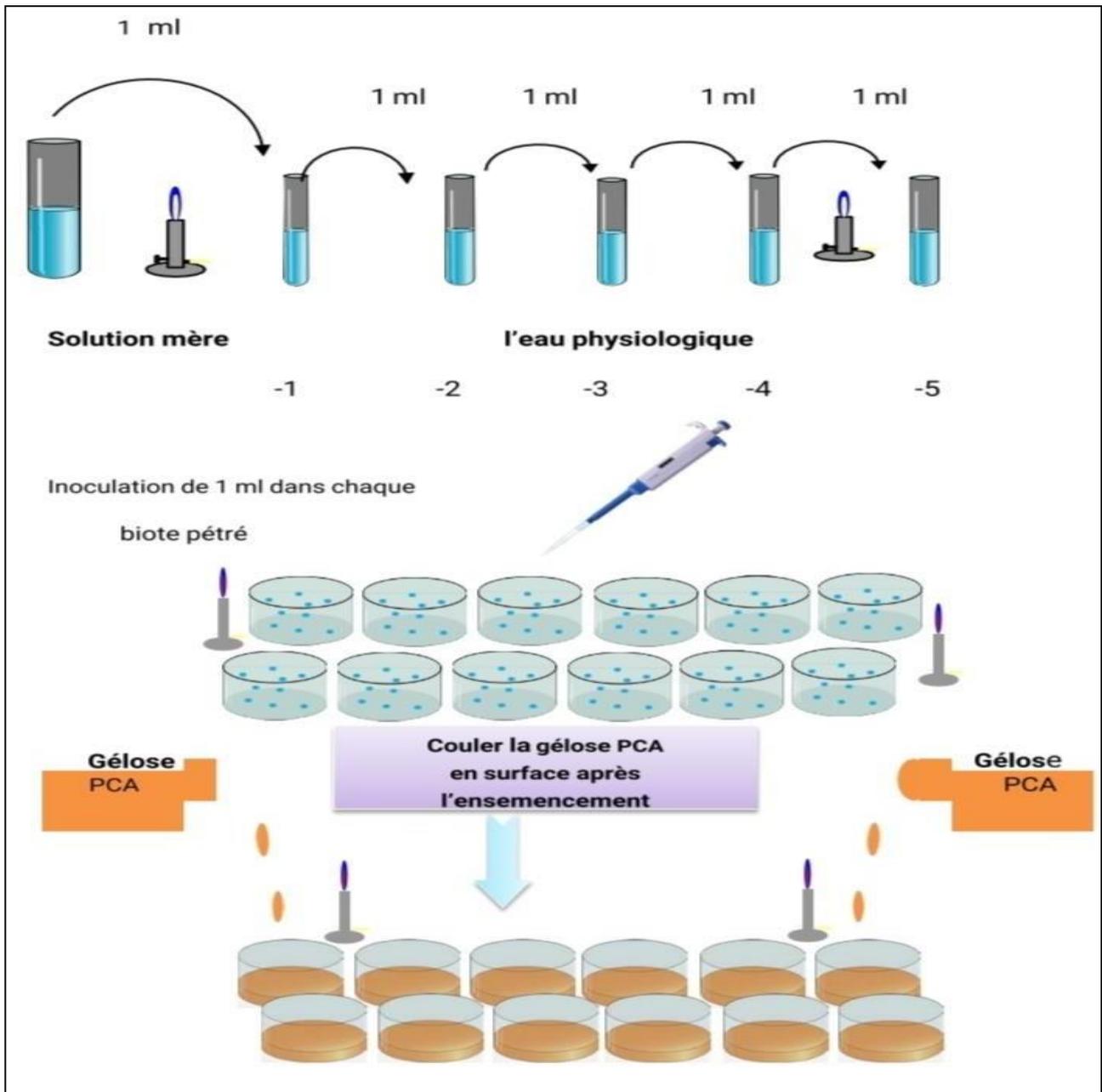
## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

spécifié dans les conditions d'essai. Les milieux les plus utilisés sont le milieu PCA ou TGEA. Le double dénombrement à 22°C pour la flore saprophyte et à 37°C pour la flore pathogène permet la culture d'une gamme plus étendue de micro-organismes.

### **Mode opératoire :**

- En zone stérile, ensemercer en masse deux séries de boîtes de pétri pour chaque dilution en versant 0.1mL d'inoculum et de ses dilutions décimales successives.
- Couler 15 ml de gélose PCA maintenue en surfusion mais légèrement refroidie (45°C)
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires.
- Laisser solidifier la gélose sans la bouger en zone stérile.
- Couvrir en bas.
- Incuber une série de boîtes durant 72 heures à 37°C pour la recherche des germes pathogènes et incuber l'autre série à 22°C pour la recherche des germes saprophytes.

## CHAPITRE II MATÉRIELS ET MÉTHODES



**Figure. II.10 :** dénombrement de la flore mésophile pathogène et saprophyte.

### Lecture :

Compter toutes les colonies à l'aide d'un compteur de colonies en marquant chaque colonie sur le fond avec un marqueur indélébile. On considère que les colonies sont dénombrables si leur nombre est entre 30 et 300. Au-dessus de 300 elles sont indénombrables et en dessous de 30, on considère qu'elles sont rares pour être dénombrées.

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

- ❖ calculer le nombre de bactéries par ml avec la formule suivante :

$$N = \frac{\sum \text{des colonies}}{V \times (n_1 + 0.1 n_2) d_1}$$

- N : Nombre d'UFC par ml de produit initial ;
- $\sum$  des colonies : Sommes des colonies des boites interprétables ;
- V: Volume d'inoculum déposé par boite (ml) ;
- $n_1$ : Nombre de boites considéré à la première dilution retenue ;
- $n_2$ : Nombre de boites considéré à la seconde dilution retenue ;
- $d_1$  : Facteur de la première dilution retenue.

### II.6.4.4. Recherche et le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs:

#### Principe :

Conformément à la norme NF T 90-415, après destruction des formes végétatives par un chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu, additionné de sulfite de sodium et de sel de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito réducteurs se traduit par un halo noir autour des colonies.

#### Mode opératoire :

- Dans la zone stérile, porté dans 4 tubes 5ml de l'échantillon à analyser (l'eau usée d'abattoir brute et trois dilutions celui-ci) ;
- Elaborer pour les quatre tubes un chauffage à 80°C pendant 10 minutes ;
- puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative) ;
- compléter ensuite chaque tube avec environ 0.15 ml de la gélose VF+Alun de fer et sulfite de sodium et mélanger avec précaution.

#### Lecture :

Des colonies noires apparaissent sur la gélose. Les bactéries sulfito-réductrices détectées appartiennent souvent à l'espèce Clostridium perfringens.

## CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES

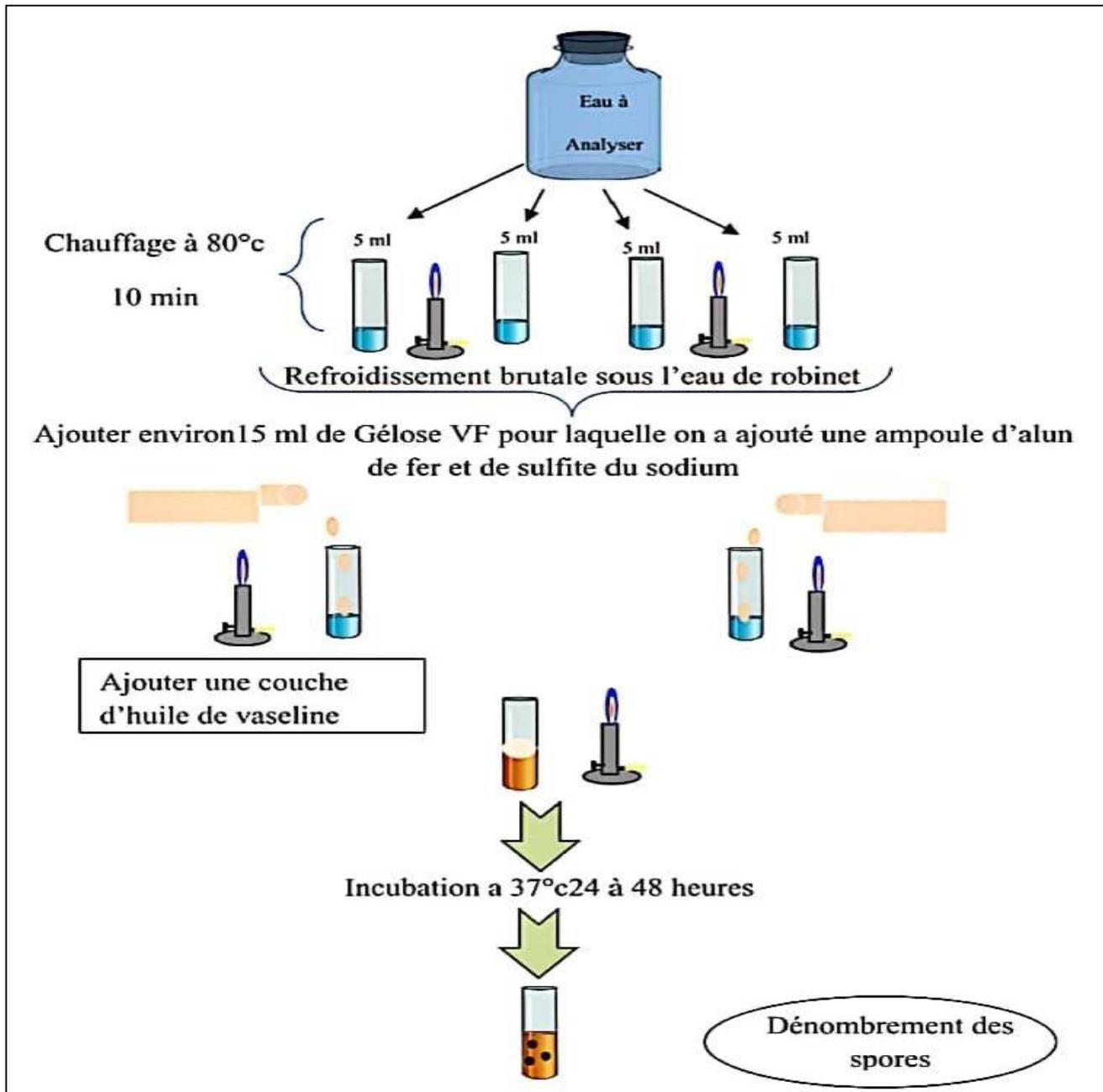


Figure. II.11 : Dénombrement des spores des Clostridium sulfite-réducteurs.

### II.7.Conclusion :

Afin d'apparaître un bon résultat physicochimique et microbiologique des eaux usées, il est indispensable de procéder à des analyses des paramètres de pollution. Les paramètres bactériologiques sont les plus délicats soit pour leurs prélèvements, pour la conservation des échantillons ou pour leurs analyses. Pour ces raisons, l'analyste doit être vigilant et prendre en considération toutes les conditions de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyses nécessaires.



**Chapitre N° III**  
**Résultats et discussion**

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1. Introduction :

Dans cette partie du travail, nous avons analysé les paramètres bactériologiques, physicochimiques et parasitaires des eaux des rejets d'abattoir municipal de Wilaya de Bordj Bou Arreridj durant un période de trois mois. Les résultats obtenus feront l'objet d'une interprétation afin d'optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées et de proposer ensuite un mode de traitement convenable.

### III.2. Suivi les paramètres physico-chimique des eaux des rejets d'abattoir :

L'évaluation de la pollution d'une eau usée brute se fait d'après la détermination d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques caractérisant cette eau usée.

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées de l'abattoir sont regroupées dans le Tableau (III.1).

**Tableau (III.1) :** Paramètres physico-chimiques des eaux usées de l'abattoir municipale de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

Paramètres	Moy	Max	Min	Nombre de prélèvement	Normes OMS 2003
T °C	25,55	26,8	24,2	04	> 30
pH	7,35	7,8	6,8	04	6.5 - 8.5
Conductivité (µs/cm)	3367	4560	1958	04	2700
MES (mg/l)	1286,16	1900	650	04	120
Turbidité(NTU)	308	388	213	04	20-30
DBO5 (mg/l)	2175	2250	2100	04	30
DCO (mg/l)	3407,5	4580	2600	04	90
Nitrates (mg/l)	154,2	221,4	73,8	04	50
Nitrites (mg/l)	1,26	1,69	1,07	04	1
Ortho phosphates (mg/l)	15,54	24,38	6,8	04	2

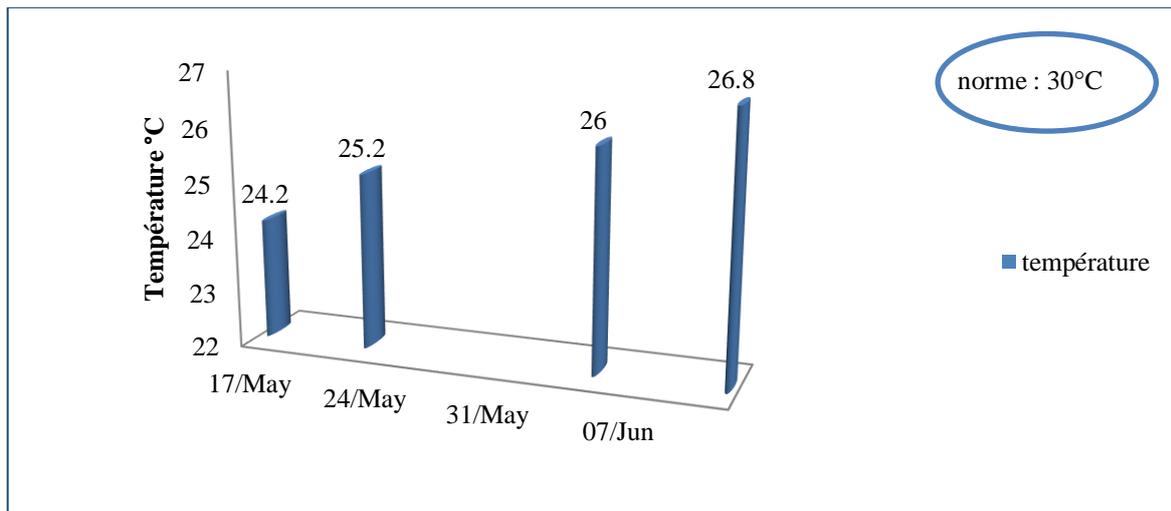
## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

La température des eaux usées qui draine l'abattoir municipal de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj, est comprise entre 24,2°C et 26,8°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 25,55 °C comme valeur moyenne Tableau (III.1). D'une manière générale, les échantillons des eaux usées analysées ont un pH relativement neutre. Pour la conductivité électrique, les valeurs moyennes enregistrées se situent entre 1958 µs/cm et 4560 µs/cm avec 3367 µs/cm comme valeur moyenne Tableau (III.1). Les Nitrates comme les autres formes azotés évoluent très rapidement dans le milieu naturel selon le cycle d'azote. Les valeurs de Nitrates enregistrées au niveau des eaux de rejets présentent des variations considérables pendant la période d'étude. Les teneurs en Nitrates des effluents de l'abattoir municipal varient entre 73,8 mg/L et 221,4 mg/L avec une concentration moyenne de 154,2 mg/L. En revanche, les valeurs de Nitrites enregistrées dans les rejets d'abattoir présentent des variations considérables par rapport aux nitrates. Les teneurs en Nitrites des eaux usées analysées varient entre 1,07 mg/L et 1,69 mg/L avec une valeur moyenne de l'ordre de 1,26 mg/L Tableau (III.1). De même, les teneurs enregistrées en ortho phosphates présentent de variations considérables au cours du cycle de prélèvement effectué. Les valeurs enregistrées varient entre 6,8 mg/L et 24,38 mg/L avec une valeur moyenne de 15,54 mg/L. L'évolution mensuelle des concentrations en ortho phosphates dans le rejet a montré que ces effluents bruts sont plus au moins concentrés. Tableau (III.1). Les concentrations en MES des eaux usées analysées varient entre 650 mg/L et 1900 mg/l avec une moyenne de 1286,16 mg/L Tableau (III.1). Les valeurs de pollution organique exprimée en DBO présentent des variations élevées. Les valeurs de DBO enregistrées varient entre 2100 mg/L (valeur minimale) et 2250 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 2175 mg/L Tableau (III.1). Les valeurs de la DCO présentent une variation non négligeable au cours de la période d'étude. Les valeurs varient entre 2600 mg/L et 4580 mg/L avec une moyenne de 3407,5 mg/L Tableau (III.1).

### III.2.1. La température:

La figure.III.1 représente les variations des valeurs de la température de l'eau brute de l'abattoir municipale de Bordj Bou Arreridj.

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION



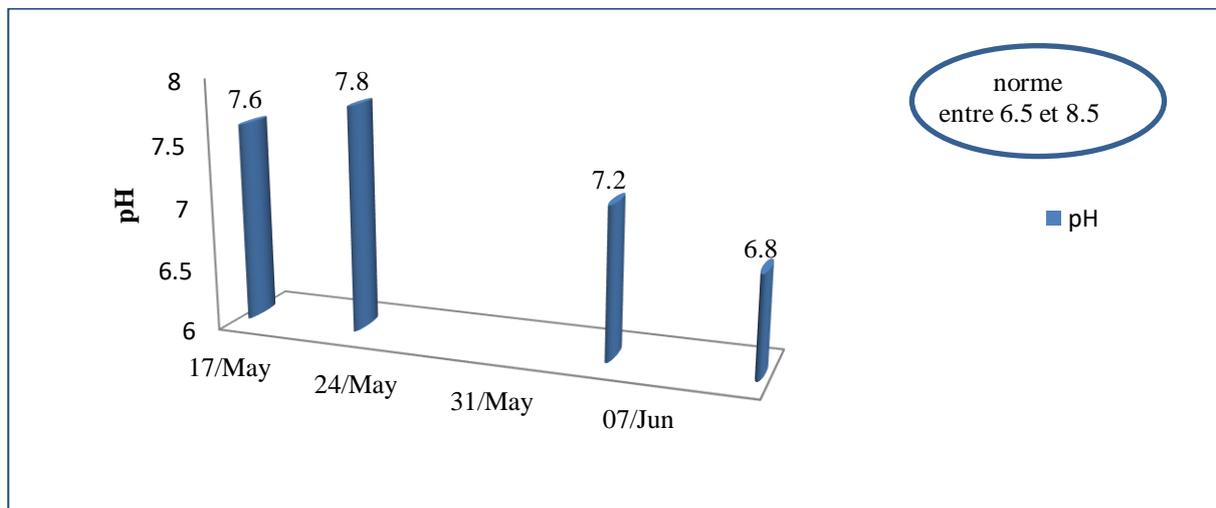
**Figure.III.1 :** variations des valeurs de la température de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

Les valeurs de la température des eaux usées enregistrées sont inférieures à 30°C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur [68]. De même, ces valeurs sont inférieures à 35°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux destinées à l'irrigation [68].

### III.2.2. Le pH :

Le pH constitue un facteur limitant pour les processus d'épuration (survie des bactéries, nitrification précipitation du phosphore...) d'où l'importance de contrôler ce facteur [69].

Les variations du pH de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj sont représentées sur la figure.III.2.



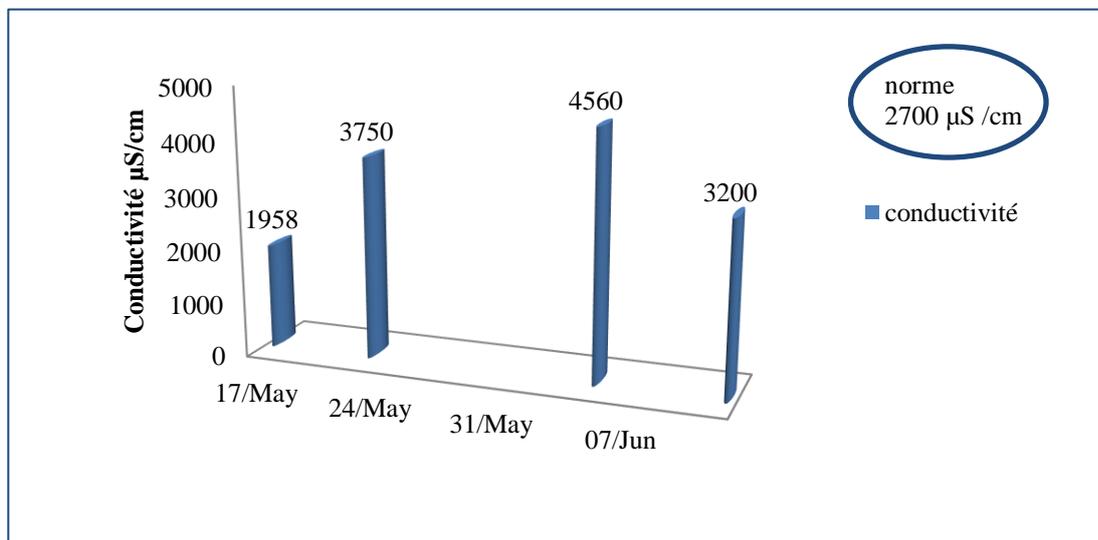
**Figure.III.2 :** variations des valeurs du pH de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Le pH, indique l'alcalinité des eaux usées, son rôle est capital pour la croissance des microorganismes qui ont généralement un pH optimum variant de 6,5 à 7,5. Lorsque le pH est inférieur à 5 ou supérieur à 8,5, la croissance des microorganismes est directement affectée. En outre, le pH est un élément important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations de l'épuration. Les valeurs de pH mesurés varient peu et restent autour de 7,35 en moyenne. Les valeurs obtenues sont propices pour l'activité des microorganismes [70]. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par (Hamek et Mekrane) [71] avec une valeur de (7 ,17).

### III.2.3. Conductivité électrique :

Les valeurs enregistrées de la conductivité sont représentées dans figure.III.3.



**Figure.III.3:** variations des valeurs de la conductivité de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. C'est une expression numérique de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique mesurée en micro siemens par centimètre.

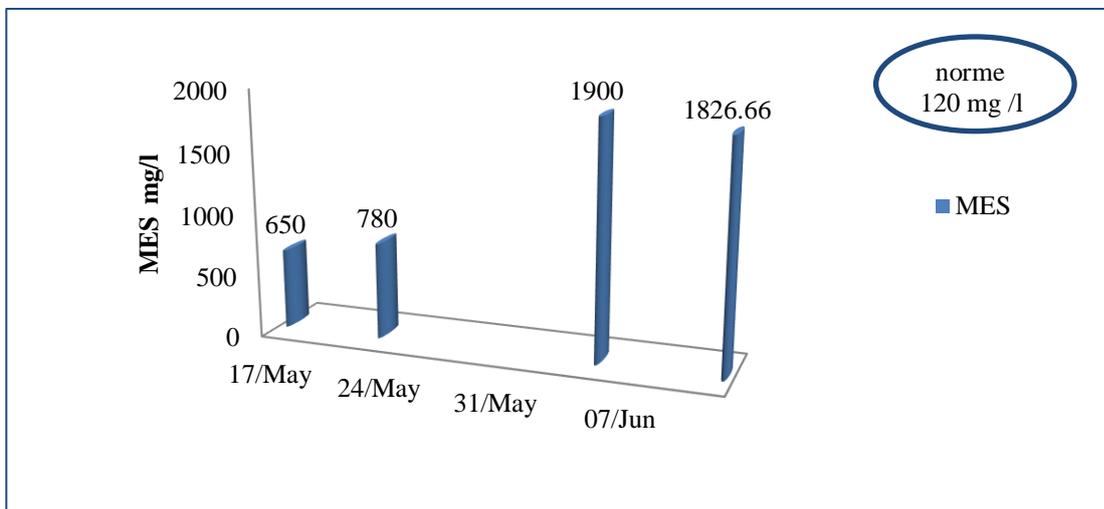
Les résultats obtenus mettent en évidence une variation très importante de la minéralisation exprimée en conductivité moyenne. Ces résultats pourraient être expliqués par le rejet des déchets d'abattoir municipal fortement minéralisés. Nisbet a signalé que des valeurs moyennes, comprises entre 449,7 µs/cm et 1037,3µs/cm, mettent en évidence une forte minéralisation des eaux usées. [72]. La comparaison des valeurs de la conductivité électrique au niveau des eaux usées analysées avec les normes (valeurs moyennes sont inférieures à

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

minéralisation des eaux usées. [72]. La comparaison des valeurs de la conductivité électrique au niveau des eaux usées analysées avec les normes (valeurs moyennes sont inférieures à  $2700\mu\text{s}/\text{cm}$ . [68], de qualité des eaux destinées à l'irrigation permet de déduire que ces eaux usées ne sont pas acceptables pour l'irrigation des cultures et nécessitent un traitement préalable.

### III.2.4. Matière en suspension (MES) :

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à  $10\mu\text{m}$ , en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). [28]. Les valeurs enregistrées de MES sont représentées dans la figure (III.4).



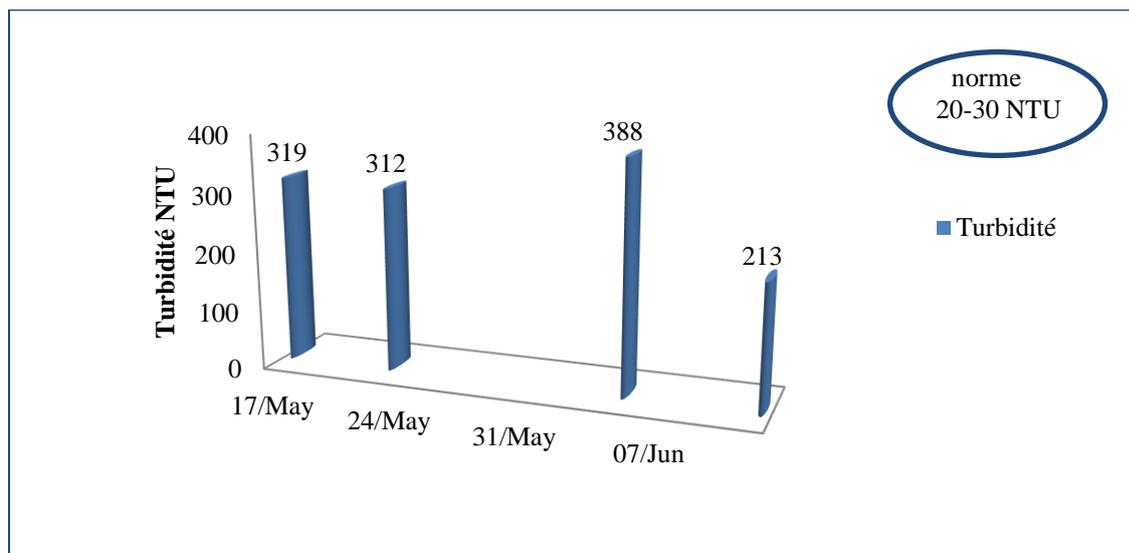
**Figure.III.4:** Variation des teneurs en MES de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

D'une manière générale, la MES intervient dans la composition de l'eau par son effet d'échanges d'ions ou d'absorption aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les microorganismes. D'après les résultats, on note que les eaux usées de l'abattoir ont une charge (MES) nettement supérieure à la norme de rejet  $120\text{ mg/l}$  fixée par l'OMS. [73]. Par ailleurs, ces usées nécessitent un traitement préalable avant d'être utilisées pour l'irrigation.

### III.2.5. Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. [74]. Les valeurs de la turbidité enregistrées durant la période d'étude sont illustrées dans la figure (III.5).

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure.III.5:** variation de la turbidité de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

Les résultats obtenus varient de 213 NTU à 388 NTU avec une moyenne de 308 NTU pour l'eau brute qui est supérieure à la norme recommandée par l'OMS et qui est de (20-30 NTU).

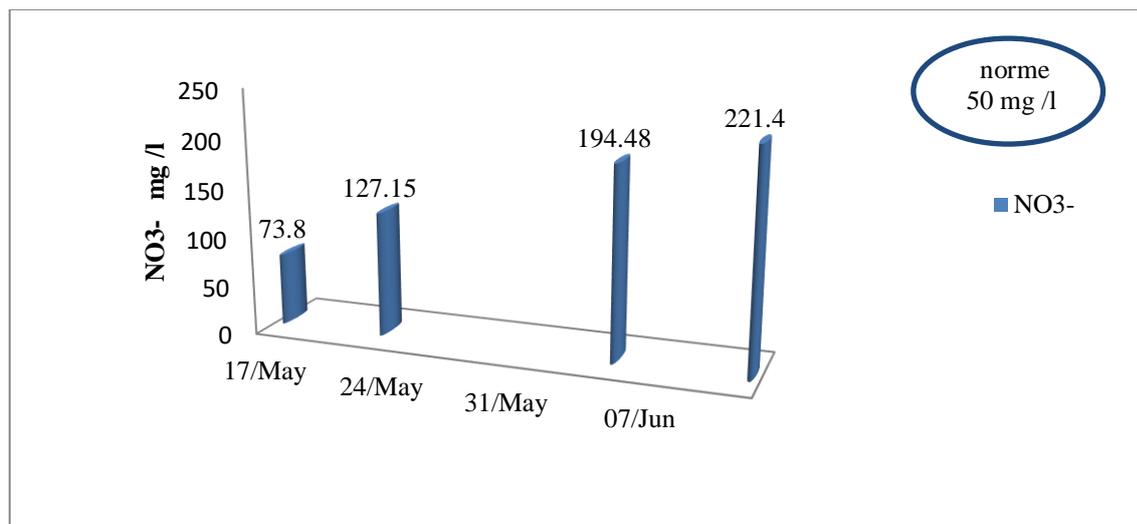
En résumé la turbidité des eaux des rejets d'abattoir municipal sont non conforme à la norme, et nécessitent un traitement préalable pour être utilisé pour l'irrigation.

### III.2.6. Les nitrates et les nitrites :

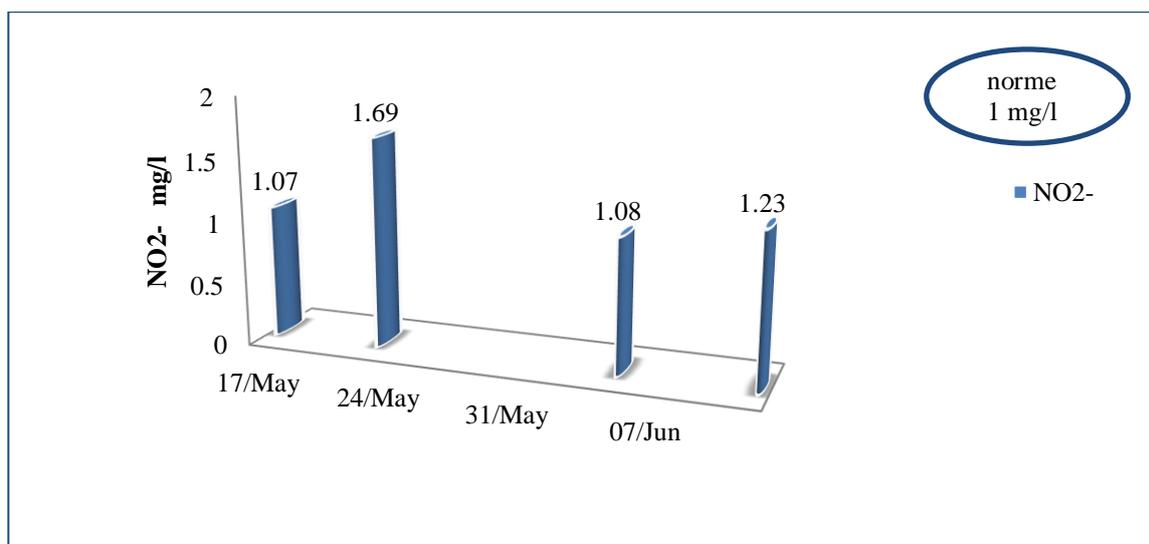
Les nitrites ( $\text{NO}_2$ ) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. [75].

Les figures. (III.6) et (III.7) représentent respectivement la variation des concentrations de nitrates et nitrites des eaux de rejet de l'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure.III.6 :** variations des teneurs en nitrates de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.



**Figure.III.7 :** Variations des teneurs en ions Nitrites de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

L'azote présent dans l'eau usée peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement un constituant des protéines, des polypeptides, des acides aminés et de l'urée. L'azote minéral qui comprend l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), les Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) constitue la majeure partie de l'azote total. Les teneurs en Nitrates dans les effluents de l'abattoir municipal varient entre 73,8 mg/L et mg/L et 221,4 mg/L avec une concentration moyenne de 154,2mg/L.

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

L'accroissement de leur teneur peut provenir des effluents riches en déchets organiques de l'abattoir. Les teneurs restent dans la majorité des cas nettement supérieures à la norme fixée par OMS [73] qui est de 50mg/l. Pour les Nitrites, qui constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent aussi dans le cycle d'azote entre l'ammonium et les nitrates. Les Nitrites proviennent généralement soit d'une dégradation incomplète d'ammoniac soit d'une réduction des Nitrates, ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et facilement oxydés en nitrates (par voie chimique ou bactérienne).

Les faibles concentrations en Nitrites par rapport aux nitrates, rencontrées au niveau des eaux usées de l'effluent étudié qui varient entre 1,07 mg/L et 1.69 mg/L avec une concentration moyenne de 1.26 mg/L, pourraient être expliquées par le fait que l'ion Nitrite ( $\text{NO}_2$ ) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium [76]. La représentation graphique (Fig.III.8), montre que les teneurs en nitrites est supérieure à la norme donnée par l'OMS [73] qui est de 1mg/L, ce qui permet de déduire que ces effluents ne sont pas acceptables pour l'irrigation des cultures.

### III.2.7. Ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

Les teneurs en enregistrées durant la période d'étude sont illustrées dans la figure.III.8.

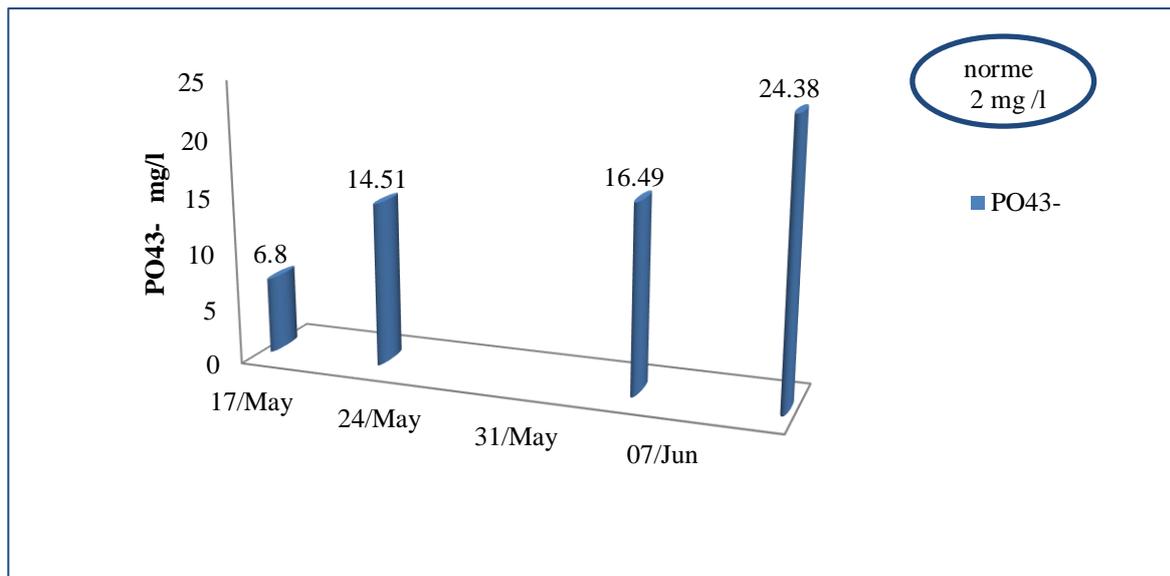


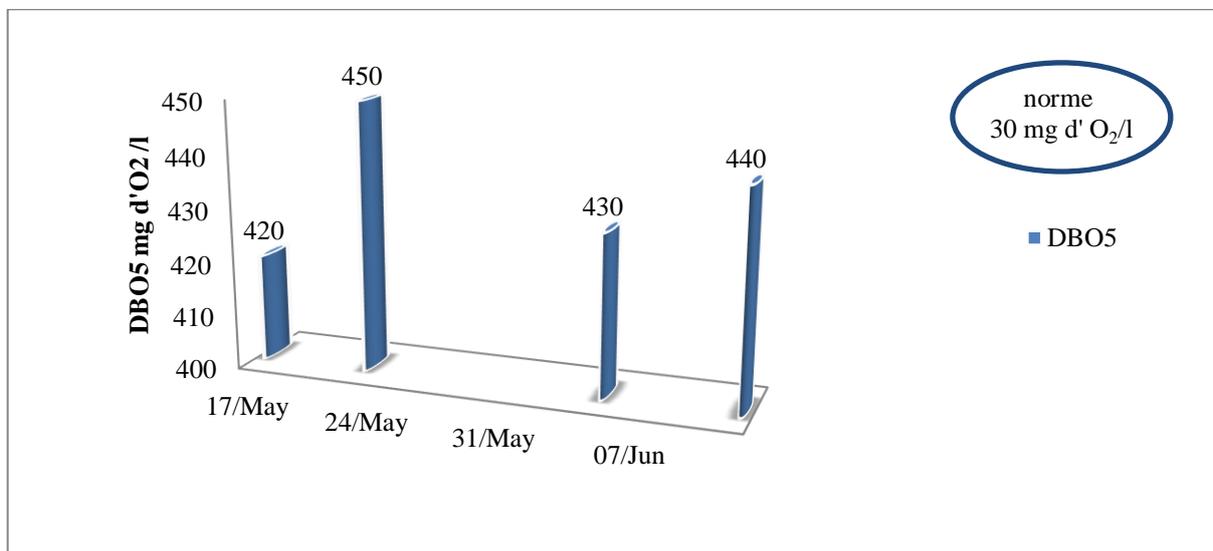
Figure.III.8 : les variations des ions  $\text{PO}_4^{3-}$  de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Les composés phosphorés existent dans les eaux naturelles et les eaux usées sous différentes formes à savoir les ortho phosphates solubles, les phosphates hydrosolubles et les dérivés organophosphorés [33]. Les teneurs enregistrées en ortho phosphates présentent de variations considérables au cours du cycle de prélèvement effectué. Les valeurs enregistrées varient entre 6,8 mg/L et 24,38 mg/L avec une valeur moyenne de 15,54 mg/L. D'après la présentation graphique ci-dessus (figure.III.9), On remarque une augmentation de la teneur en Ceci peut s'expliquer par une perturbation du processus biologique responsable de la dégradation de phosphore. On peut conclure que nos résultats sont supérieurs à la norme fixée par l'OMS [73] qui est de 2mg//L ce qui permet de déduire que ces eaux de rejets, ne sont acceptables pour l'irrigation des cultures est nécessitent un traitement préalable.

### III.2.8. Demande biochimique en oxygène (DBO5):

La demande biochimique en oxygène (DBO) est exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau. Les valeurs enregistrées durant la période d'analyses sont indiquées dans la figure III.9.



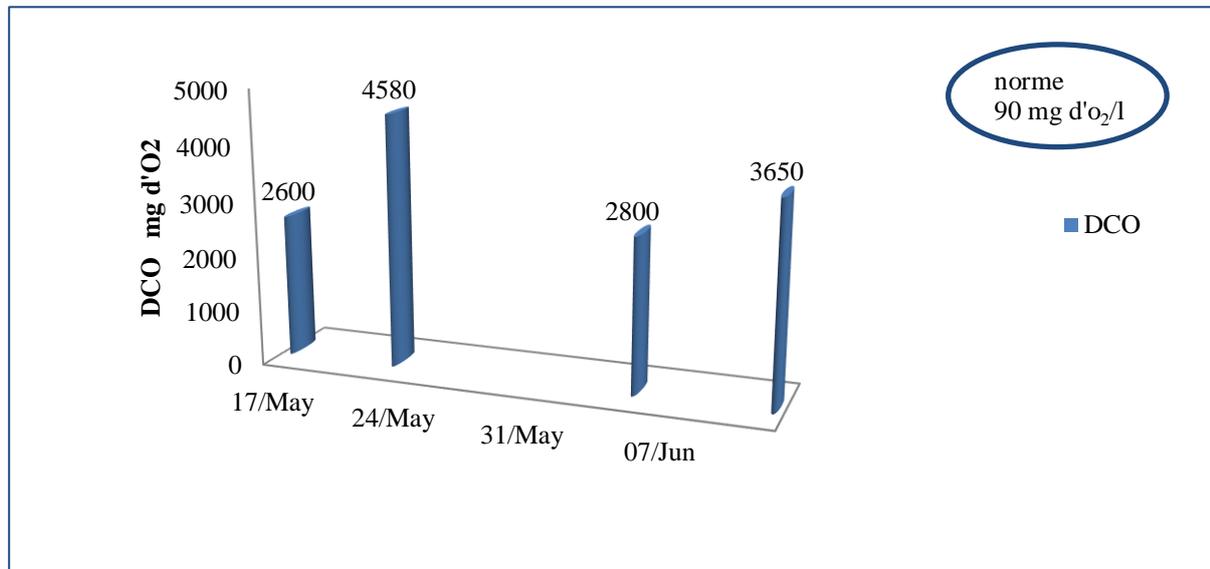
**Figure.III.9 :** variations de la DBO5 de l'eau des rejets d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

Les valeurs très élevées de la DBO qui varient entre 2100 mg d'O<sub>2</sub>/L et 2250 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une valeur moyenne de 2175 mg/L, pourraient être expliqués par l'abondance de la matière organique (débris de panse), et par la concentration de cet effluent par le sang des

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

rejets de l'abattoir municipal. Peut conclure que nos résultats sont supérieurs à la norme fixée par l'OMS [73] qui est de 30 mg d'O<sub>2</sub>/L ce qui permet de déduire que ces eaux usées, ne sont acceptables pas pour l'irrigation des cultures est nécessitent un traitement préalable.

### III.2.9. Demande chimique on oxygène (DCO):



La charge polluante des eaux usées, telle que mesurée par sa DCO, est un des plus importants critères utilisés dans la conception d'un traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire. La charge à traiter est la DCO des eaux usées qui y sont amenées [77]. En outre Les valeurs très élevées de la DCO qui varient entre 2600 mg d'O<sub>2</sub>/L et 4580 mg d'O<sub>2</sub>/L avec une valeur moyenne de 3407,5 mg/L, pourraient être expliqués par l'abondance de la matière organique ou inorganique qui ne peut être biodégradés par les microorganismes aquatiques. D'après la présentation graphique ci-dessus (Figure.III.11), On remarque une augmentation de la DCO et que ces valeurs sont nettement supérieures à la norme fixée par l'OMS [73] qui est de 90 mg d'O<sub>2</sub>/L ce qui permet de déduire que ces eaux usées, ne sont pas acceptables pour l'irrigation des cultures est nécessitent un traitement préalable.

### III.2.10. Evaluation de la pollution organique des eaux usées par le calcul du rapport DCO/DBO :

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées de ces effluents étudiés de l'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj, le calcul du rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, présente un intérêt très important (Tableau III.2).

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau (III.2):** Ration des eaux usées de l'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj

Rapport	Moy	Max	Min	Ecart-type
DCO/DBO <sub>5</sub>	1.566	2.035	1.238	0.259

L'utilisation de ce paramètre de caractérisation constitue un bon moyen pour donner une image du degré de pollution des eaux de rejets d'abattoir et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable.

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport DCO/DBO<sub>5</sub> inférieur à 3) [33]. Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables [33]. Les eaux usées de l'abattoir municipal présentent un ratio DCO/DBO<sub>5</sub> variant de 1,238 mg/L à 2.035 mg/L (Tableau III.2) qui sont conforme avec celui des eaux usées urbaines à dominance domestique présentant un rapport DCO/DBO<sub>5</sub> inférieur à 3 [33]. Donc, on peut conclure que ces eaux usées présentent une charge organique élevée qui est facilement biodégradables. L'examen de ce rapport souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées mélangées de l'abattoir municipal aux quelles un traitement biologique adéquat paraît être tout à fait nécessaire.

### III.3. Suivi bactériologique :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Pour cette raison, il est important de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont :

- Les Germes totaux,
- Les Coliformes totaux,
- Les Coliformes fécaux,
- Les Staphylocoques totaux

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

- Les Clostridium sulfite-réducteurs.

Les résultats des analyses bactériologiques sont présentés dans le Tableau suivant:

**Tableau (III.3) :** Résultantes d'analyses bactériologiques des eaux résiduaires d'abattoir municipal de la ville de Bordj Bou Arreridj.

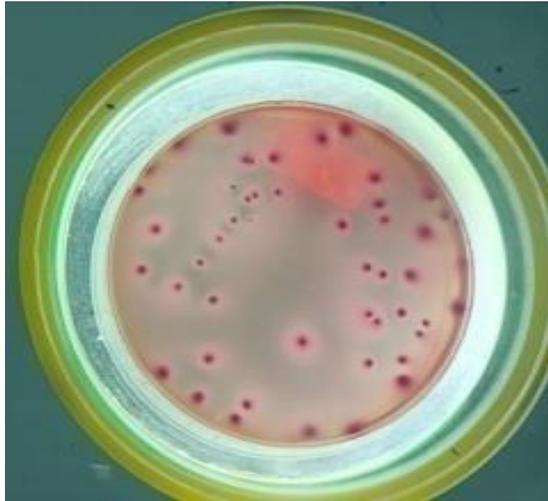
Dénombrement UFC/ml	Analyse	
	17/05/2022	06/06/2022
Coliformes totaux	$4,9 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$
Coliformes fécaux	$3,9 \times 10^5$	$4,5 \times 10^5$
Flores mésophiles saprophytes à 22°C	$2,5 \times 10^8$	Indénombrable
Flores mésophiles pathogènes à 37°C	Indénombrable	Indénombrable
Staphylocoques totaux	Indénombrable	Indénombrable
Clostridium Sulfite- réducteurs		Indénombrable

D'après le tableau (III.3), on remarque que les eaux des rejets d'abattoir sont chargées en germes pathogènes et que leur nombre a augmenté d'une façon significative entre le mois mai et le mois Juin.

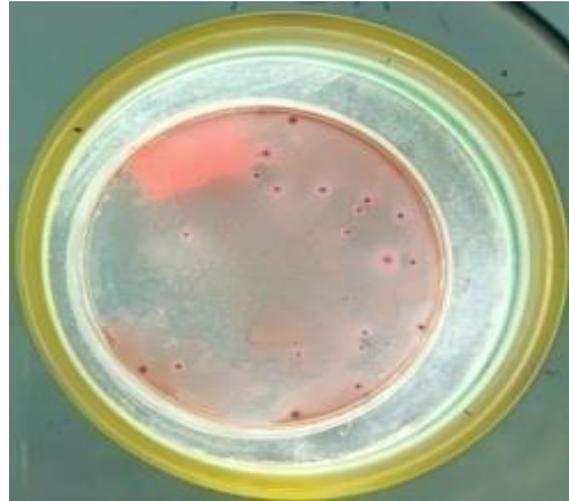
### III.3.1. Les coliformes fécaux et totaux :

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales. Les Coliformes totaux parmi lesquels E. coli, présentent approximativement 10% des micro-organismes intestinaux humaines et animaux, sont considérées comme étant un organisme indicateur d'une contamination récente par des matières fécales [78].

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure.III.12 :** Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des coliformes totaux.



**Figure.III.13 :** Représentation laboite de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des coliformes fécaux.

Après l'incubation des coliformes totaux en milieu VRBG à 44° C et coliformes fécaux a 37°C. On remarque l'apparition des colonies de tailles moyennes, abondance et pigmentées en roses à rouges. Résultats de dénombrement illustrés dans le tableau (III.3), On remarque que les résultats obtenus des coliformes totaux et fécaux dans la deuxième analyse est supérieur a la première analyse. On note également que le nombre des coliformes totaux est supérieur au nombre de coliformes fécaux, les résultats respectivement de ( $5,6 \times 10^5$  UFC/ml,  $4,5 \times 10^5$  UFC/ml) pour la première analyse et ( $4,9 \times 10^5$  UFC/ml,  $3,9 \times 10^5$  UFC/ml) pour la deuxième analyse.

D'après les résultats obtenus le taux des coliformes totaux est supérieur au coliformes fécaux, ce qui coïncide avec les données théoriques étant données que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux. L'ensemble des résultats obtenus restent largement supérieurs à la norme de rejet recommandée par l'OMS (2001) qui est de 2000 UFC pour les coliformes fécaux et 5000 UFC pour les coliformes totaux [79].

### III.3.2. Dénombrement des germes totaux

Les germes totaux à 22°C, sont des bactéries d'origine intestinale humaine ou animale [80].

## CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbologique.



**Figure.III.14** : Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des FTAM à 37 °C.



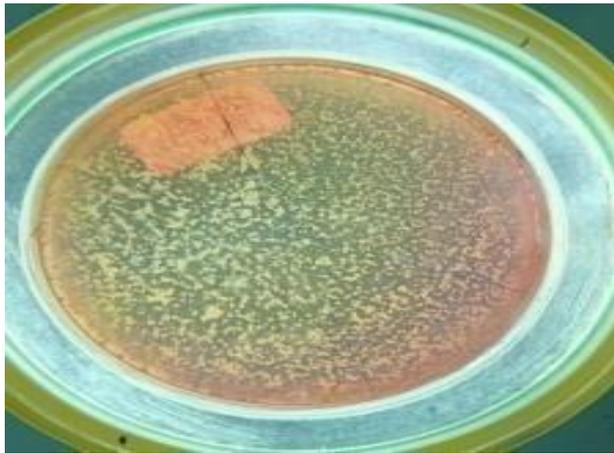
**Figure.III.15** : Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche et dénombrement des FTAM à 22 °C

Après l'incubation des germes totaux en milieu PCA On remarque l'apparition de colonies blanches abondance des petites et moyennes tailles comme le montrent deux figures (Figure.III.14), (Figure.III.15). Les résultats de dénombrement illustrés dans le tableau (III.3), On note que le nombre de germes pathogènes indénombrable, car il dépasse le nombre autorisé pour le compte en les deux analyses. Les germes saprophytes ont été comptés dans la première analyse, où le nombre de colonies a été estimé à  $(2.5 \times 10^7 \text{ UFC/ml})$  et dans deuxième analyse dépassé le nombre autorisé pour le compte. Ceci indique une importante contamination fécale, source potentielle d'épidémie. Leur épuration est donc nécessaire avant leur rejet dans l'environnement afin de lever la menace qu'elles constituent pour la santé.

Les eaux résiduaires étudiées sont considérablement chargées en germes totaux pas conformes aux normes internationales. L'ancien décret n° 89-3 du 3 janvier 1989, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, fixait la limite des germes totaux à 100 UFC / ml pour les germes aérobies viables à 22°C et à 20 UFC / ml pour les germes aérobies viables à 37°C et ceci pour les eaux non désinfectées [81].

### III.3.3. Dénombrement des Staphylocoques totaux :

La présence des staphylocoques indique une contamination à partir de la tête de l'animal (oreilles, amygdales, gorge) ou résultant de la manipulation des carcasses par un personnel pouvant être atteint de rhinopharyngites à staphylocoques, d'angines ou de lésions cutanées infectées aux mains [82].



**Figure.III.16:** Représentation la boîte de pétrie correspondant à la recherche des staphylocoques.

Après l'incubation des staphylocoques en milieu Chapman On remarque l'apparition des colonies de tailles moyennes, abondance et pigmentées en jaune comme le montrent dans (la figure III.16).

Les résultats de dénombrement illustrés dans le tableau (III.3), On note que le nombre de germes pathogènes indénombrable, car il dépasse le nombre autorisé pour le compte en les deux analyses.

### III.3.4. Dénombrement des spores des Clostridium sulfito-réductrices :

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection [83].

### CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure.III.17:** Représentation des tubes correspondant à la recherche et dénombrement des spores sulfito-réductrices

Les résultats après 72 h d'incubation à 37° C sur milieu viande foie, illustrés la figure indiquent que les spores de *Clostridium perfringens* ne peuvent être dénombrées et cela signifie que leur charge bactériologique est très élevée dans le tube d'échantillon brute et le tube de premier dilution ( $10^{-1}$ ) comme le montrent dans (la figure III.17). quant aux deux tubes restants, on remarque l'apparition des halos transparents, Cela indique la présence de bactéries.

### III. 4. Conclusion :

Les eaux usées de l'abattoir municipal de la ville de Bordj Bou Arreridj présentent des valeurs des paramètres physico-chimiques majeurs de pollution qui dépassent relativement les valeurs limites générales des rejets directs et indirects dans le milieu récepteur, ce qui représente un risque de pollution environnementale pour ce dernier d'où la nécessité d'un traitement de ces eaux usées brutes. Au terme de l'évaluation de degré de pollution organique, on peut constater que l'ensemble des paramètres étudiés (en particulier avec la DBO5, la DCO et les MES) situent les eaux usées analysées dans la tranche a concentration moyenne à élevée [84]. Par ailleurs, selon la classification des effluents urbains réalisée par l'Office National de l'Eau Potable, ces eaux usées sont plus chargées en matière organique que les eaux urbaines. [85]. En plus de la matière organique, elles contiennent les quantités adéquates Nitrates et les ortho phosphates pour subvenir aux besoins des microorganismes épurateurs des systèmes biologiques. On peut conclure que les eaux usées de ce rejet sont facilement biodégradable même si que charge organique élevée.

L'examen du rapport DCO/DBO5 souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées de l'abattoir auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable [73].

L'épuration de tels effluents est donc effectuée par des procédés biologiques classiques adaptés aux fortes charges organiques. Ainsi la charge peut être abattue grâce à un réacteur aérobie forte charge ou un digesteur anaérobie [86].

Les analyses bactériologiques d'échantillon prélevée au niveau de l'abattoir montrent que le niveau de contamination par la majorité des germes dénombrés est élevé avec la détection certains germes présumés pathogènes, comme les staphylocoques et E. coli.

Les traitements épuratoires des effluents permettent une réduction importante de la charge organique et assurent une réduction logarithmique de la charge bactérienne en entérobactéries totales, coliformes totaux et fécaux, E. coli, staphylocoques et entérocoques. Cependant, le pouvoir de destruction des germes pathogènes est très faible, voire nul, avec un transfert et une concentration de ces populations bactériennes dans les boues. C'est la maîtrise des procédés d'épandage en valorisation agricole de ces boues qui permet un abattement complémentaire et la destruction de la grande majorité de ces germes [22].



# **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

En Algérie, les ressources en eau douce sont rares et vulnérables et la disponibilité en eau potable est en décroissance inquiétante. Les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs.

Les abattoirs sont des lieux où la consommation d'eau est très importante à cause des multiples usages qu'on en fait. Les eaux usées issues de ces industries ne sont pas sans impact sur l'environnement. La présente étude a permis de procéder aux caractérisations physicochimiques et microbiologiques des eaux usées de l'abattoir municipal de la ville de Bordj Bou Arreridj et d'évaluer l'impact sur l'environnement de ces eaux. Les valeurs obtenues pour les différents paramètres au niveau des eaux usées de l'abattoir sont presque toutes, au-delà des normes algériennes et internationales. Ceci constitue une source importante de pollution de l'environnement.

Les eaux usées ainsi rejetées sont riches en polluants organiques. Elles contiennent aussi des micro-organismes pathogènes ou non dont certains sont indicateurs de la pollution (coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoques, les germes totaux, Escherichia coli, spores d'anaérobies sulfite-réducteurs). Vu les effets néfastes de ces effluents sur l'environnement et sur l'homme (toxicité, eutrophisation, contamination du milieu récepteur, propagation des maladies d'origine hydriques), ils devraient être traités avant leur rejet.

Au terme de notre étude, il semble nécessaire veiller au bon fonctionnement des ouvrages d'assainissement et à une utilisation optimale des ressources en eau existante dans l'abattoir dans le strict respect de l'environnement. Tout compte fait, nous pouvons dire que malgré les efforts entrepris, les abattoirs en Algérie connaissent une déficience dans le domaine de gestion des eaux usées produites par l'activité d'abattage et la bonne maîtrise des besoins en eau. On constate une absence dans le domaine de gestion des déchets solides et liquide. Nous recommandons la construction d'une fosse septique pour la gestion de ces déchets.

Le besoin de la bonne exploitation du système d'assainissement des eaux usées de l'abattoir. Une dynamisation d'un gestionnaire chargé de l'exploitation et de l'entretien des ouvrages permettra à l'abattoir d'améliorer la gestion de ses déchets et de préserver le cadre de vie des populations riveraines.



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[1] **USAID, (2009).** “Guide de formation et d’animation en assainissement des abattoirs et en découpe de viande au Burkina Faso”, Ouagadougou ,27p.

[2] **Mravili, A. et al, (2013).** “Etude sur les abattoirs d’animaux de boucherie en Afrique centrale FAO”.p70.

[3] **Peiffer, G. (2002).** “Impact environnemental des effluents d’abattoirs : actualités techniques et règlementaires”. Thèse de doctorat. Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, France. Repéré à [http://oatao.univ-toulouse.fr/912/1/picco\\_912.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/912/1/picco_912.pdf).

[4] **Belghyti, D. (2009).** “Caractérisation physico-chimique des eaux usées d’abattoir en vue de la mise en œuvre d’un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc”. Afrique SCIENCE 05, p199 – 216.

[5] **Saizonou, M., Yehouenou, B., Bankolé, H. S., Jossé, R. G. et Soclo, H. (2010).** “Impacts des déchets de l’Abattoir de Cotonou dans la dégradation de la qualité des eaux de la nappe phréatique”. Journal de la Société Ouest-Africaine de chimie, 030, 79 – 91.

[6] **El OualiLalami, A. Zanibou, A., Bekhti, K., Zerrouq, F. et Merzouki, M. (2014).** “Contrôle de la qualité microbiologique des eaux usées domestiques et industrielles de la ville de Fès au Maroc”. *Journal of Materials and Environmental Science*, 5 (SI), 2325 – 2332. Repéré à [http://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol5/vol5\\_NS1/44-JMES-S1-LALAMI%2001.pdf](http://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol5/vol5_NS1/44-JMES-S1-LALAMI%2001.pdf). Consulté le 06/06/2022.

[7] **Site internet :**

<https://talabanews.net/ar/%D8%A7%D9%84%D8%B5%D8%B9%D9%82-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%87%D8%B1%D8%A8%D8%A7%D8%A6%D9%8A-%D9%84%D9%84%D8%AD%D9%8A%D9%88%D8%A7%D9%86%D8%A7%D8%AA-%D9%82%D8%A8%D9%84-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D8%A8%D8%AD-%D9%85%D9%86-%D9%85%D9%86%D8%B8%D9%88%D8%B1-%D8%A5%D8%B3%D9%84%D8%A7%D9%85%D9%8A-%D9%88%D8%B9%D9%84%D9%85%D9%8A#.Yr7UhlPjJPw>. Dernière mise à jour : 17/03/2014 – 4 :45 AM, Consulté le 28/05/2022.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[8] **Site internet :** <http://arabic.bayynat.org.lb/KhabarPage.aspx?id=10974>. Consulté le 28/05/2022.

[9] **Site internet :**

<https://mawdoo3.com/%D9%83%D9%8A%D9%81%D9%8A%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%B0%D8%A8%D8%AD%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%84%D8%A7%D9%85%D9%8A>. Dernière mise à jour: 09:31, 2 août 2021. Consulté le 28/05/2022.

[10] **Site internet :**

<https://www.salafidunord.com/le-miracle-de-l-immolation-rituel> . Consulté le 25/08/2022.

[11] **Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (1999).** “Guide technique sectoriel de l'industrie de l'abattage animal”. Montréal, Québec : Service de l'assainissement des eaux.

[12] **Moinet, F. (2002).** “Les produits fermiers : transformation et commercialisation”, (1<sup>res</sup> éditions). Paris, France : Éditions France Agricole.

[13] **Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). (2017).** “Manuel des méthodes de l'hygiène des viandes”. Repéré à <http://www.inspection.gc.ca/aliments/produits-de-viande-et-de-volaille/manueldes-methodes/fra/1300125426052/1300125482318>.

[14] **Site internet :**

<https://www.la-viande.fr/environnement-ethique/ethique-vis-vis-animaux/etapes-abattage-animaux-abattoir>. Consulté le 25/08/2022 à 15h00.

[15] **Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). (2006).** “Manuel des bonnes pratiques pour l'industrie de la viande”. Repéré à <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y5454f/y5454f.pdf>.

[16] **Zébazé Togouet S. H., (2000).** “ Biodiversité et dynamique des populations zooplanctoniques (ciliés, rotifères, cladocères, copépodes) du Lac Municipal de Yaoundé (Cameroun) ”, Thèse de Doctorat de Troisième Cycle, Université de Yaoundé I Cameroun ,175p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [17] **Labioui H., et al, (2007)**. “Traitement et valorisation de déchets en provenance d’abattoir au Maroc”. *Agro solutions* Vol.18/N°1. p40.
- [18] **Gannoun H. et al, (2009)**. “Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of biologically pretreated abattoir wastewaters in an upflow anaerobic filter”, *Journal of Hazardous Materials*, p263–271.
- [19] **Belghyti D., (2009)**. “Caractérisation physico-chimique des eaux usées d’abattoir en vue de la mise en oeuvre d’un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc”. *Afrique SCIENCE* 05, p199 – 216.
- [20] **Bengoumi, (2004)**. “Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de France”. *Rapport ORS*, 220p.
- [21] **MINISTERE DE L’AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L’ENVIRONNEMENT**. Principaux rejets industriels en France – bilan de l’année 1998, Paris, 2000. 240 p.
- [22] **MOMMEJA F.R. J., (2004)**. “Contamination des effluents d’abattoir par des *Escherichia coli* producteurs de shiga toxines dissémination environnementale et conséquences en santé publique”. Thèse de doctorat. Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, France. Repéré à [https://oatao.univ-toulouse.fr/1097/1/debouch\\_1097.pdf](https://oatao.univ-toulouse.fr/1097/1/debouch_1097.pdf).
- [23] **HOULIER, B.** “Récolte et traitements du sang des abattoirs : description des procédés, Cemagref Clermont Ferrand DRCF”, Cemagref Editions, Antony, 1998. 148 p.
- [24] **Rodier J., Bernard L., Nicole M., (1996)**. “L’analyse de l’eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer”. 8ème édition. DUNOD. PARIS.
- [25] **O.M.S., (2007)**. “Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées”.
- [26] **C.I.E. (2005)**. Centre d’information sur l’eau disponible sur internet [www.Cieau.com](http://www.Cieau.com). 89p.
- [27] **Zeghoud., (2014)**. “L’étude de système d’épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra”. Mémoire Master. Université d’El Oued.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[28] **SAMAKE H., (2002).** Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001 faculté de médecine. 58p.

[29] **REJESEK, (2002).** “Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine”.

[30] **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R. (2009).** “L’analyse de l’eau”. 9eme édition, Ed. Dunod, Paris. 1526p.

[31] **Gaid A., (1993).** “Traitement des eaux usées urbaines”. Techniques de l’Ingénieur, C5 – 220 2, 30 p.

[32] **Xanthoulis, (1993).** “Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires”.

[33] **Rodier J., (1996).** “Analyse de l’eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer”. 8 Edition Dénod, Paris, p: 1383-1384.

[34] **Tardat- Henry M., “ Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile”, 1992, pp 213-215.**

[35] **Ramade F., (1989).** “Dictionnaire encyclopédique de l’eau”. Edition Edi science internationale, Paris.

[36] **Metahri M.S., (2012).** “Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixte”. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi Ouzou Thèse doctorat. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.

[37] **Cepia, S., (2007).** “Collecter et traiter les graisses pour mieux épurer l’eau”. L’eau, l’industrie, les nuisances, N° 303. Repéré à

<http://www.purostar.fr/app/13,article%20collecte%20des%20boues%20> revue...

[38] **Rodier J., Bernard L., Nicole M., (2005).** Mémento technique de l’eau : vol 2. 10 éme édition.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[39] **Rodier J., (2009).** “L'analyse de l'eau”, 9<sup>ème</sup> édition, Dunond, Paris.

[40] **CHOUTI W. K., (2006).** “Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo. Mémoire d'études supérieure spécialités (DESS), option : Décentralisation et Gestion des Eaux (DGE).Université d'Abomey- Calavi (uac) the Abdu Salam international centre for theoretical physis (ictp), institut de mathématique et de sciences physiques (imsp) Porto-Novo, facultés universitaires notre dame de la paix e Namur (FUNDP) Belgique”. 50p.

[41] **RODIER J., (2005).** “L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer ”. 8<sup>eme</sup> édition: Dunod, Paris.

[42] **Site internet :** <https://www.dutscher.com/frontoffice/article/247940>. Consulté le 01/06/2022.

[43] **Dahel Zanat, (2009).** “Mémoire de Magistère, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-est algérien à travers un bio indicateur la moule Perna perna”, Université Badji Mokhtar, Annaba, 2009, p: 69.

[44] **Site internet :**

<https://fr.sawakinome.com/articles/microbiology/difference-between-coliform-and-fecal-coliform.html>. Consulté le 01/06/2022.

[45] **Debabza, (2005).** “Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes”, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), 2005.

[46] **Maiga, (2005).** “Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako: évaluation saisonnière”, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali p77.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[47] Site internet :

[http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php/Coliforme fécal %28HU%29](http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php/Coliforme_fecal_%28HU%29).

Consulté le 01/06/2022.

[48] Site internet : <http://id.eaufrance.fr/par/5479>. Consulté le 01/06/2022.

[49] **Hélène, (2000)**. “Thèse d’Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL”, l’Ecole Nationale de la Santé Publique de Languedoc-Roussillon(France), 2000, p: 81.

[50] Site internet :

<https://public.iutenligne.net/biologie/berard/microbio/denombr.htm>. Consulté le 01/06/2022.

[51] **DELARRAS C., (2003)**. “Surveillance sanitaire et Microbiologique des Eaux : Réglementation .Prélèvement, Analyse”. 103. 215.97.98p.

[52] Site internet :

<https://cqa2006-2009.skyrock.mobi/2372434149-F-Staphylocoques-pathogenes.html>.

Consulté le 01/06/2022.

[53] Site internet : <http://www.paramed-prepa.com/dossier-salmonellose.html>. Consulté le 01/06/2022.

[54] Site internet :

[http://www.bacteriainphotos.com/vibrio\\_cholerae\\_under\\_microscope.html](http://www.bacteriainphotos.com/vibrio_cholerae_under_microscope.html). Consulté le

01/06/2022.

[55] **BOURGROIS, C.M. et LEVEAU, J.Y. (1991)**. “Technique d’analyse et de contrôle dans l’industrie agroalimentaire”. Volume 3 ; Edition Lavoisier, Paris. 3351p.

[56] **LECLERC, H., OGER, C.** “Les eaux usées des abattoirs et leur importance épidémiologique”. Rev. Epidém., Méd. Soc. Et Santé Publ., 1975, 23, 7-8, 429-444.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[57] **LE BÂCLE, C., BALTU, I., LEPRINCE, A.** “Risque de transmission de l’agent de l’encéphalopathie spongiforme bovine aux travailleurs de la filière viande de boucherie”. Documents pour le médecin du travail, 4e trimestre 2000, 84, 1-20.

[58] **RENOUF, F.** “Etude sur les bactéries les plus représentatives des différentes industries. Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées des secteurs suivants : abattoirs, laiterie, cidrerie, maraîchers, plats cuisinés, confiserie et sucrerie”. Agence de l’Eau Seine- Normandie, 1995, 82 p.

[59] **JONES, K., BETAIEB, M., TELFORD, D.R.** “Correlation between environmental monitoring of thermophilic campylobacters in sewage effluent and the incidence of Campylobacter infection in the community Journal of Applied Bacteriology”, 1990, 69, 235-240.

[60] **SMITH, M.G., GRAU F.H.** Salmonellae in abattoir effluents Australian Veterinary Journal, September 1974, 50, 410-412.

[61] **JOHNSTON, G. et al.** Salmonella in sewage effluent and the relationship to animal and human disease in the north of Scotland Vet. Rec., 1986, 119, 201-203.

[62] **Site internet :** <http://abattoirwaste.blogspot.com/?m=1>. Consulté le 14/06/2022.

[63] **Site internet :**

[https://m.actu-environnement.com/dictionnaire-environnement/definition/fosse\\_septique.html](https://m.actu-environnement.com/dictionnaire-environnement/definition/fosse_septique.html).

Consulté le 14/06/2022.

[64] **Site internet :** [www.washplus.org](http://www.washplus.org). Consulté le 02/08/2022.

[65] **Site internet:**

<https://docplayer.fr/amp/16068515-Travaux-pratiques-toxicologieanalytique-ii.html>.

Consulté le 14/06/2022.

[66] **Site internet :**

<http://eduterre.enslvon.fr/thematiques/hydro/travailcoop/protocoles/analysesPC/dos-phos>. Consulté le 14/06/2022.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[67] Site internet :

<http://biotechnologie.over-blog.com/amp/2014/11/methode-de-denombrement-des-micro-organismes-en-milieu-liquide-methode-dite-du-nombre-le-plus-probable.html>. Consulté le 29/06/2022.

[68] **Décret exécutif N° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427** correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

[69] **Tourab, (2013)**. "Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz", Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.

[70] **Boubki T. et Boudjema H., (2016)**. "Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Baraki Alger", Mémoire Master, Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.

[71] **Hamek et Mekrane, (2018)**. "Evaluation de la qualité des eaux usées brutes et épurées de la ville de Tizi-Ouzou ; analyse physico chimique ; bactériologique ; Anti bio résistance et parasites".

[72] **Nisbet Verneaux, (1970)**. " Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques". Ann Limnol ; 6: 161-9.

[73] **OMS, (2004)**. "Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui". Genève, p : 1050.

[74] **Rejeseq, (2005)**. " Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine".

[75] **Boualem, (2009)**. " Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche ", p : 20-33.

[76] ] **Thomas O., (1995)**. " Métrologie des eaux résiduaire ". Ed. Cebedoc / Tec.et Doc. 11, Liège -75384. Paris.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[77] **Pearson H. W., Mara D. D., and C. R., Bartone C. R., (1987).** “Guidelines for the minimum evaluation of the performance of full-scale waste stabilization pond system. Wat. Res. 21, N°: 1067-75.

[78] **Chevalier, (2003).** “Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec”, 4 p.

[79] **OMS, (2001).** “Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui ”. Genève, p : 1050.

[80] **El haissoufi H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y., El Oualilalami A., (2011).** “Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc”. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn 5 (1): 7-68.

[81] **L'ancien décret n° 89-3 du 3 janvier 1989,** relatif aux eaux destinées à la consommation humaine. Site internet :

[http://siaep.fave.free.fr/qualite\\_de\\_leau/normes\\_de\\_leau/normes\\_de\\_leau.html#:~:text=L'ancien%20d%C3%A9cret%20n%C2%B0,pour%20les%20eaux%20non%20d%C3%A9sinfect%C3%A9es.](http://siaep.fave.free.fr/qualite_de_leau/normes_de_leau/normes_de_leau.html#:~:text=L'ancien%20d%C3%A9cret%20n%C2%B0,pour%20les%20eaux%20non%20d%C3%A9sinfect%C3%A9es.)

[82] **Desmarchelier P. M., Higgs G. M., Mills L., Sullivan A. M., and Vanderlinde P. B., (1999).** “Incidence of coagulase positive Staphylococcus on beef carcasses in three Australian abattoirs”. Intern. J.Food Microbiol. 47, 221-229.

[83] **Hamed, Guettache, Bouamer L., (2012).** “ Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA (Bechar) ”, Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Contrôle de qualité et d'Analyse, faculté des sciences et technologies, Département des sciences, Université de Bechar, 134p.

[84] **Metcalf and Eddy, INC.** “Wastewater engineering: Treatment, Disposal and Reuse”. 3ème Edition Library of Congress Cataloguing in publication data (1991). D. 64. T 34.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[85] **ONEP**. “Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc”. ONEP et GTZ. Rabat (1998).

[86] **IDE A., HEIL B., CHAUSSEE D., (2002)**. “Traitement des effluents d’abattoir les différents procédés d’épuration”. Document, Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc Place Eugène Bataillon 34095 Montpellier Cedex 5. [www.isim.univ-montp2.fr](http://www.isim.univ-montp2.fr).

# **ANNEXE**

## ANNEXE

**ANNEXE I :** Tableau représentant les résultats des paramètres physiques des eaux usées d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

Les paramètres Physiques	Analyse 17/05	Analyse 23/05	Analyse 06/06	Analyse 12/06
Température	24.2	25.2	26	26.8
pH	7,6	7,8	7,2	6,8
Conductivité	2985	3750	4560	3200
Turbidité	319	312	388	213
MES	650	780	1900	1826,66

**ANNEXE II :** Tableau représentant les résultats des paramètres chimiques des eaux usées d'abattoir municipal de Bordj Bou Arreridj.

Les paramètres Chimiques	Analyse 17/05	Analyse 23/05	Analyse 06/06	Analyse 12/06
DBO5	2100	2250	2150	2200
DCO	2600	4580	2800	3650
NO <sub>3</sub>	73,8	127,15	194,48	221,4
NO <sub>2</sub>	1,07	1,69	1,08	1,23
PO <sub>4</sub>	6,8	14,51	16,49	24,38

**ANNEXE III :** Un tableau représentant le dénombrement des colonies sur les boîtes pétries mesuré par Compteur des colonies UFC dans chaque bactérie.

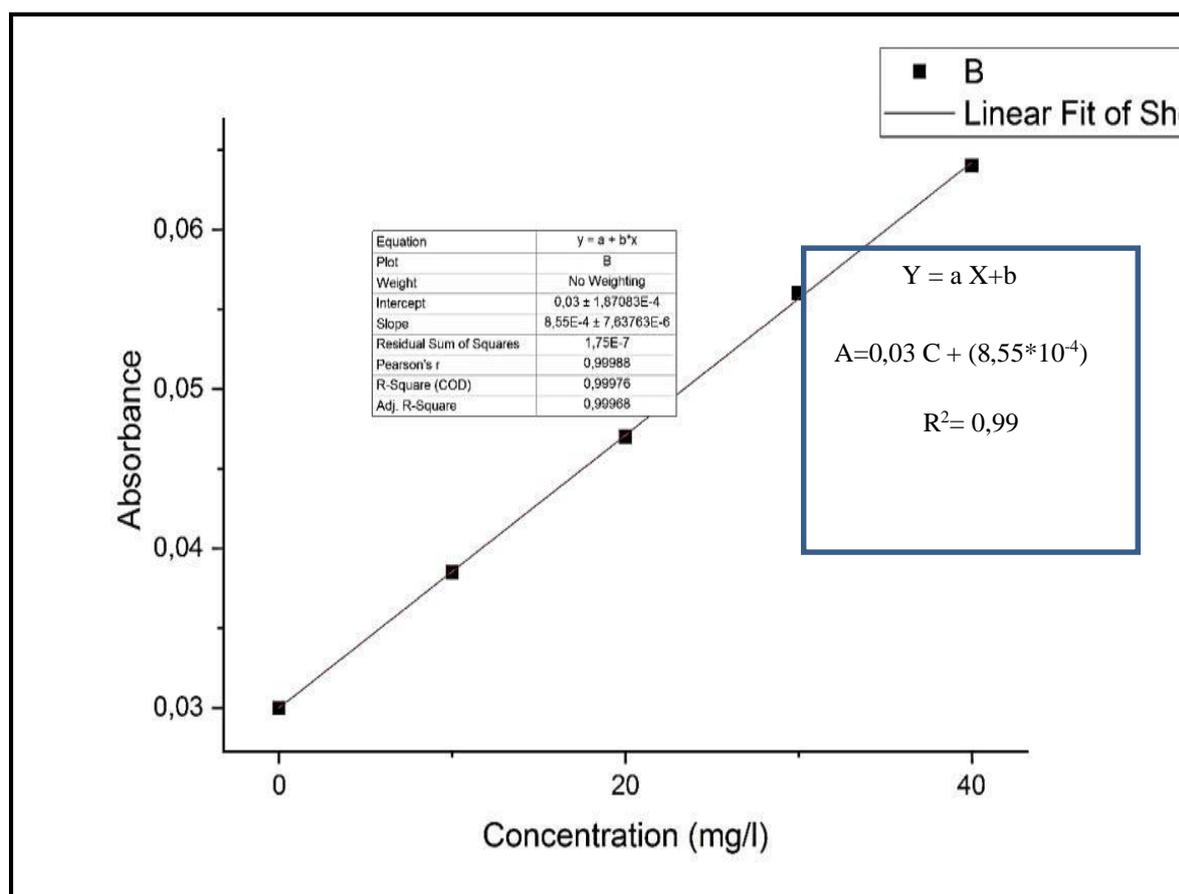
Nombre d'UFC comptés des bactéries	Analyse 01: 17/05					Analyse 02 : 06/06				
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
Les dilutions	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
<b>Coliformes totaux</b>	1112	700	49	13	2	2240	924	56	9	0
<b>Coliformes fécaux)</b>	1967	867	39	12	0	2104	944	45	2	0
<b>Germes totaux à 22° C</b>	1504	955	630	305	250	1704	1260	976	600	320
<b>Germes totaux à 37° C</b>	1900	1400	988	650	460	2108	1600	1290	900	530
<b>Staphylocoques totaux</b>	1850	1400	950	500		2400	1996	1288	680	
<b>Clostridium Sulfito-réducteurs</b>						IND	IND	IND	IND	

**ANNEXE IV:** les tableaux des mesures de l'absorbance par appareil de spectrophotométrie avec les courbes étalonnages.

**Tableau 01:** mesure de l'absorbance en fonction des concentrations des nitrates :

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
<b>Concentration NO<sub>3</sub>En (mg/l)</b>	0	10	20	30	40
<b>Absorbance</b>	0,03	0,0385	0,047	0,056	0,064

**La courbe d'étalonnage (01) :**

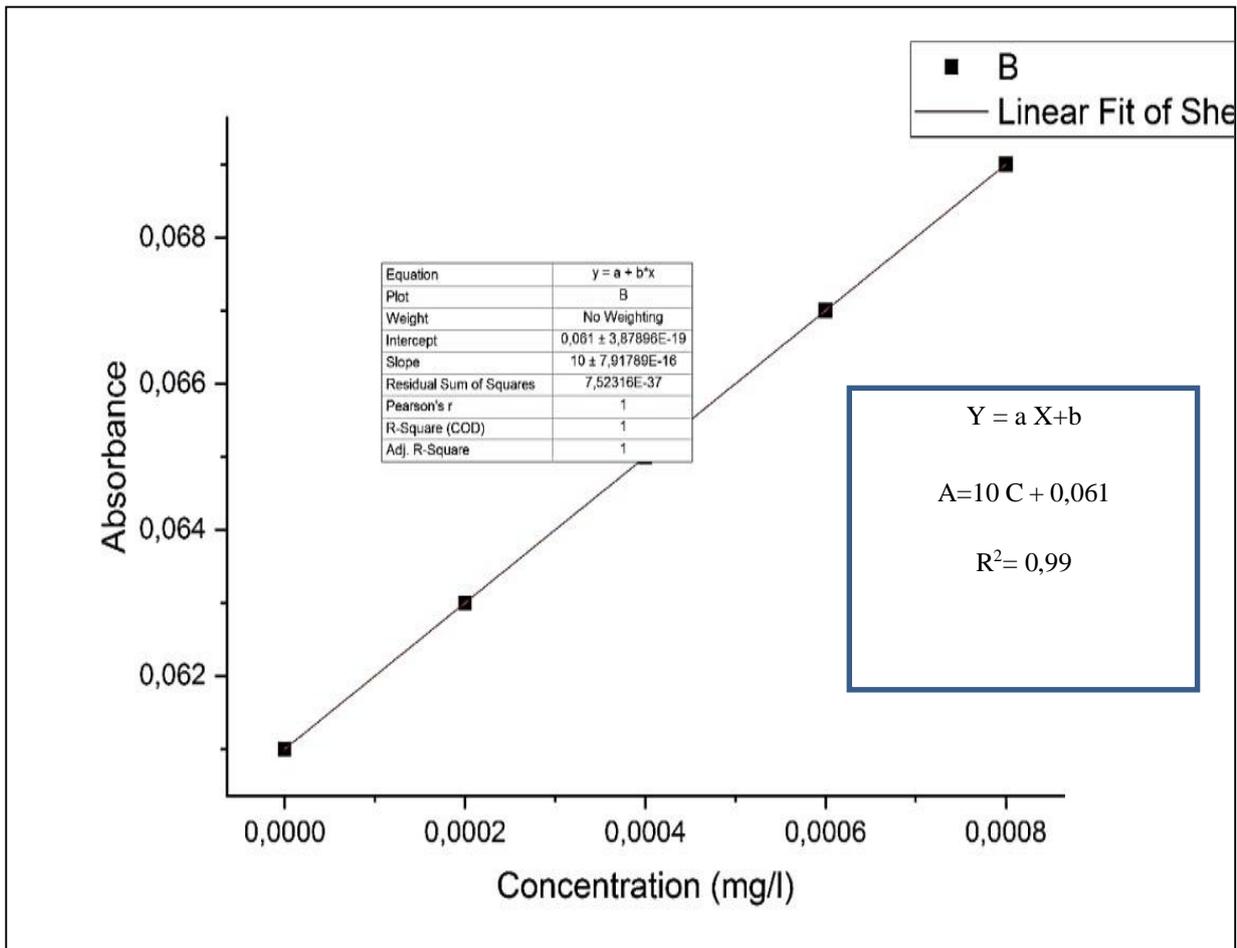


**Figure 01 :** La courbe d'étalonnage pour mesurer les teneurs en nitrates

**Tableau 02:** mesure de l'absorbance en fonction des concentrations des nitrites:

	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Concentration NO<sub>2</sub>en (mg/l)</b>	0	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008
<b>Absorbance</b>	0,061	0,063	0,065	0,67	0,069

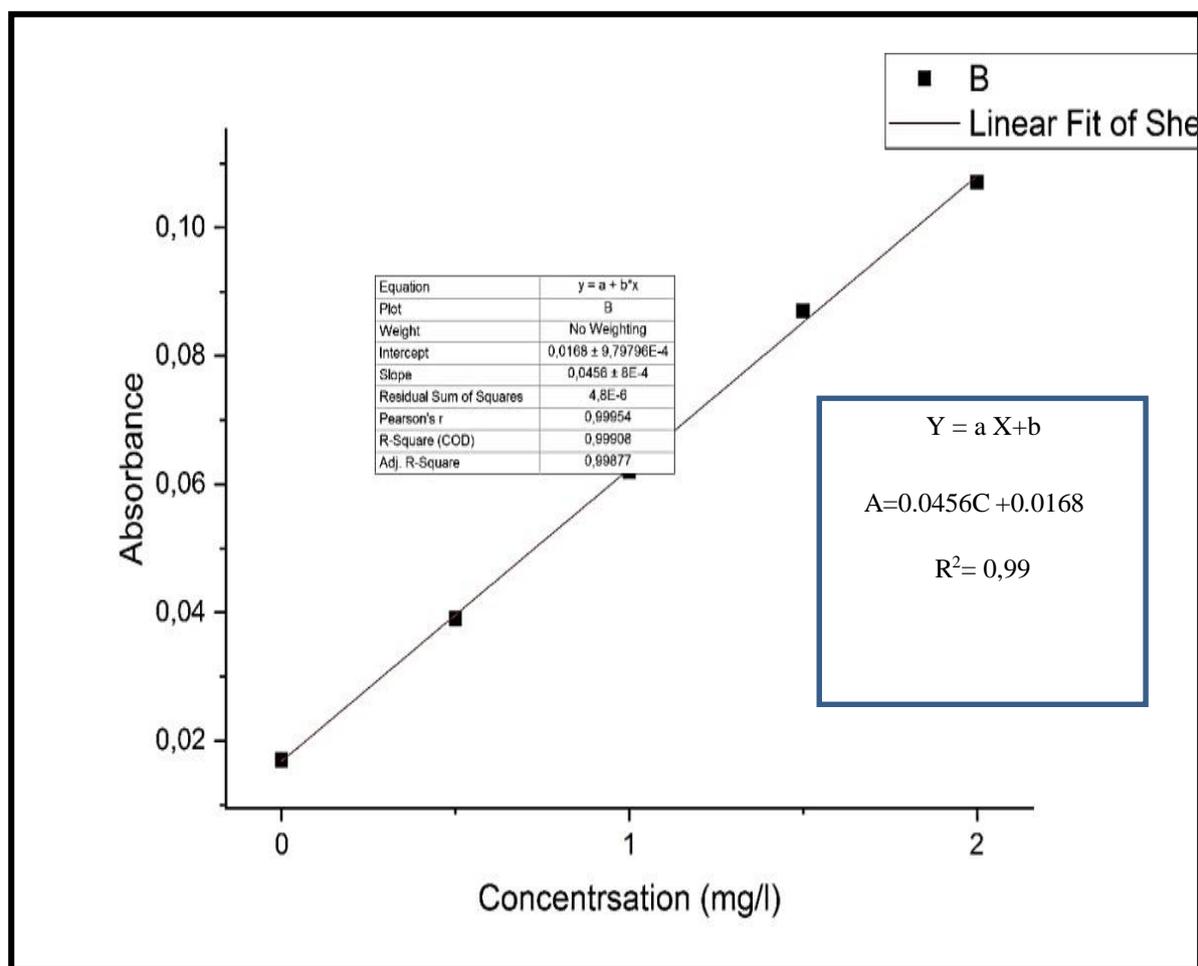
**La courbe d'étalonnage (02) :**



**Figure 02 :** La courbe d'étalonnage pour mesurer les teneurs en nitrites

**Tableau 03:** mesure de l'absorbance en fonction des concentrations des ortho phosphates:

	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Concentration<math>PO_4</math> en (mg/l)</b>	0	0,5	1	1,5	2
<b>Absorbance</b>	0,017	0,039	0,062	0,087	0,107

**La courbe d'étalonnage (03) :****Figure 03 :** La courbe d'étalonnage pour mesurer les teneurs en  $PO_4^{3-}$

## ANNEXE

### ANNEXE V : Appareillage utilisé pour les analyses effectuées :



**Balance précise**



**Dessiccateur**



**Bain marin**



**Armoire thermorégulatrice**



**L'étuve**



**Spectrophotomètre**



**Autoclave**



**Compteur des colonnes**

### ANNEXE VI : Méthodes d'analyse par photos

#### 1. MES:



#### 2. DBO5:

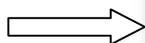


## ANNEXE

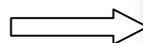
### 3. DCO :



Tube DCO



Thermo-réacteur



Photomètre

### 4. Les réactifs préparés de $\text{NO}_3$ :



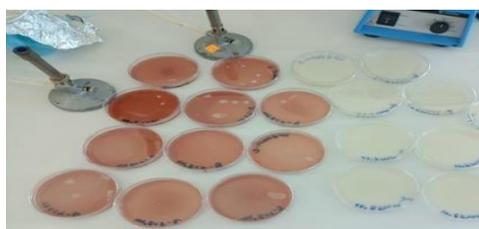
### 5. Les réactifs préparés de $\text{NO}_2$ :



### 6. Les réactifs préparés de $\text{PO}_4$ :



### 7. Les analyses microbiologiques :

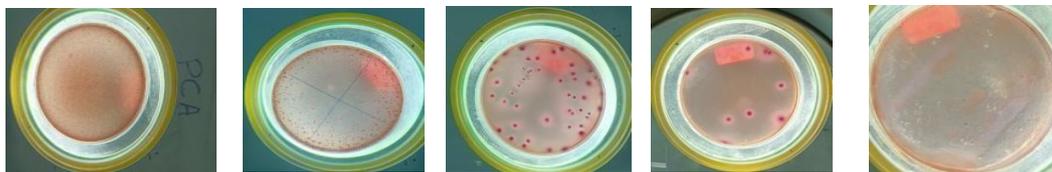


## ANNEXE

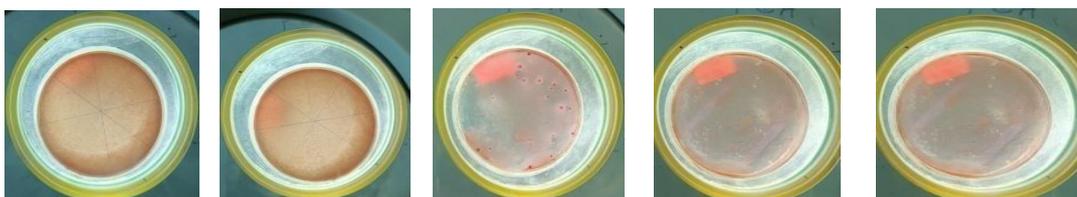
### VII. Les résultantes des analyses :

#### 1. Dénombrement des germes totaux :

##### a. Coliformes totaux :



##### b. Les coliformes fécaux :



#### 2. Dénombrement des germes totaux :

##### a. FTAM 37 °C:



##### b. FTAM 22 °C:



#### 3. Dénombrement des staphylocoques totaux :



