

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 Génie de l'environnement

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Génie des procédés

Spécialité : Gestion des changements environnementaux en méditerranée

Par

➤ **DJENDEL YOUSRA**

Intitulé

Etude et proposition technique de traitement des effluents liquide des abattoirs

Soutenu le : 19/09/2022

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M. Bahlol.A</i>	<i>Pr</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Bahah.S</i>	<i>MCD</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Merzougui.M</i>	<i>MCB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2021/2022

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes parents :

A ma mère qui a travaillé pour mon succès avec son amour, son soutien, ses sacrifices et ses précieux conseils pour son aide et sa présence dans ma vie. Par ce travail ils ont reçu, aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de ma gratitude éternelle.

A mon père qui m'a aidé à avancer dans la vie, à l'éducation que j'ai reçue et à l'inculcation de nobles valeurs.

A mon grand-père et ma grand-mère pour tout l'amour et l'affection

Zu'il m'a donné Je lui dis merci :

A mes frères Abd el basset, Mouhamed et Ishak.

A ma chère tante Razika, Et ma cousine Amina.

Pour toute ma grande famille

Zui m'ont accompagné tout au long de mes études universitaires.

A mon amie Manel et mon âme sœur que je remercie pour son soutien durant toutes ces années.

Remerciement

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant donner la force et la patience, la santé, le courage, pour son guide qui m'ont permis de réaliser ce travail. Je tiens vivement à remercier Dr. Bahah Salah, d'avoir accepté de m'encadrer et de m'orienter vers un sujet qu'il a su rendre plus que plaisant avec sa patience sa bienveillance et surtout ses conseils plus que précieux.

Merci pour la bonne humeur et la confiance que vous nous donniez chaque jour. Je vous en serai toujours reconnaissante et veuillez accepter ma considération la plus sincère. Nous tenons à remercier, Monsieur le président du jury de ce mémoire. Tous nos remerciements vont aux membres du jury, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire. Nos remerciements vont également à tous les enseignants et les responsables de notre département.

Enfin, nous exprimons également nos remerciements : Les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, aussi tous les travailleurs du département des Génie de l'environnement pour l'aide et le soutien qu'ils m'ont apporté tout au long de ce travail. Je profite de cette occasion pour remercier et exprimer ma gratitude à tous mes amis de la faculté de sciences et technologie qui m'ont apporté leur coopération. Merci d'abord à dieu, puis merci à tous

SOMMAIRES

DEDICACE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTES DES ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

RESUME

ABSTRACT

Introduction Générale1

CHAPITRE I. GENERALITES

I. Généralité les eaux usées4

I.1.Définition d'une eau usées4

I.2.Sources, mécanismes et symptômes de la pollution des eaux4

I.2.1.Pollution physique4

I.2.1.1.Pollution thermique4

I.2.1.2.Pollution radioactive5

I.2.2.Pollution chimique.....5

I.2.3.Pollution biologique6

I.2.4.Pollution organique6

II. Eaux usées d'abattoirs6

II .1. Caractéristique des eaux usées d'abattoirs6

II.2. Pollution par les effluents des abattoirs7

II.3. Les eaux résiduaires d'abattoirs7

II.3.1. Généralités	7
II.4. Caractérisation du rejet d'abattoirs	7
II.4.1. Composition physico-chimique	7
II.4.2. Composition microbiologique.....	8
II.5. Législation sur les eaux usées	8
II.6. Paramètres de caractérisation des eaux usées d'abattoirs	9
II.6.1. Paramètre physico-chimiques :	9
II.6.2. Paramètre Organoleptique	11
II.6.3. Paramètre biologique	12
II.7. Conséquences des eaux usées sur l'environnement physique et humaine	13
II.8. Origine des effluents.....	14
II.8.1. Les effluents généraux de fabrication	14
II.8.2. Les effluents particuliers	14
II.8.3. Les eaux de circuit de refroidissement	14
II.9. Caractéristique bactériologique	14
II.9.1. Les coliformes	14
II.9.2. Les streptocoques	15
III. Traitement des effluents d'abattoirs (les différents procédés d'épuration)	15
III.1. Prétraitement	15
III.1.1. Dégrillage	15
III.1.2. Dessablage.....	15
III.1.3. Dégraissage-déshuilage.....	16
III.2. Traitement primaire	16
III.2.1. Décantation	16
III.2.2. Coagulation-floculation	17
III.2.3. Filtration	17
III.3. Traitement biologique	17
III.3.1. Procédés aérobies	18
III.3.2. Procédés anaérobies.....	18

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation générale de l'abattoir MARDJI LKHDAR.....	21
II. Prélèvement et échantillonnage	21
III. Caractéristique physico-chimique des rejets de l'abattoir pour identifier sa charge polluants.....	22
III.1.Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).....	22
III.2.Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	23
III.3.Mesure des matières en suspension (MES).....	24
III.4.Mesure de PH.....	26
III.5.Mesure de la conductivité électrique (CE).....	27
III.6.Mesure la Température	28
III.7.Mesure la Turbidité	28
III.8.Dosage de chlorure	29
III.9. Dosage de l'alcalinité	30
III.10.Dosage de Nitrites	31
III.11.Dosage de Nitrates	33
III.12.Dosage de l'ortho phosphate.....	35
IV. Principe de spectrophotométrie d'absorption UV-visible	38
CHAPITRE III. Résultats et discussion	
I. Introduction	40
II. Résultats des analyses physico-chimique	40
III. Discussion	45
III.1. Caractéristique physico-chimique des eaux usées d'abattoirs et charge polluants	45
CONCLUSION	50
BIBLIOGRAPHIE.....	52

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Les étapes de prétraitements des eaux usées	16
Figure 2 : Système de Décantation	16
Figure 3 : Système de Coagulation-floculation.....	17
Figure 4 : Système de la filtration	17
Figure 5 : Variation des valeurs de PH (Avant le traitement)	41
Figure 6 : Variation des valeurs de MES (Avant le traitement)	41
Figure 7 : Variation des valeurs DBO ₅ (Avant le traitement)	42
Figure 8 : Variation des valeurs DCO (Avant le traitement)	42
Figure 9 : Variation des valeurs de PH (Après le traitement)	43
Figure 10 : Variation des valeurs de MES (Après le traitement)	43
Figure 11 : Variation des valeurs DBO ₅ (Après le traitement)	44
Figure 12 : Variation des valeurs DCO (Après le traitement)	44
Figure 13 : Relation de DCO/DBO ₅ (Avant le traitement)	47
Figure 14 : Relation de DCO/DBO ₅ (Après le traitement)	47
Figure 15 : Relation de DBO ₅ /DCO (Avant le traitement)	47
Figure 16 : Relation de DBO ₅ /DCO (Après le traitement)	47
Figure 17 : Relation de MES/DBO ₅ (Avant le traitement)	48
Figure 18 : Relation de MES/DBO ₅ (Après le traitement)	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : paramètres physico-chimique des eaux usées d'abattoirs (Avant traitement).....	40
Tableaux 2 : paramètres physico-chimique des eaux usées d'abattoirs (Après traitement).....	42
Tableaux 3 : Les normes Nationales et International	44
Tableaux 4 : Relations des eaux usées de l'abattoir (Avant traitement).....	46
Tableaux 5 : Relations des eaux usées de l'abattoir (Après traitement).....	46

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : Conductivité électrique
CO ₂ : Dioxyde de Carbon
DBO ₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours
DCO : Demande Chimique en Oxygène
DCE : Directive Cadre Européenne
UV : Ultra-Violet
MES : Matière En Suspension
Max : Maximum
Min : Minimum
NTU : Néphélométrie turbidité unité
NO ₃ ⁻ : nitrates
NO ₂ ⁻ : nitrites
O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.
PO ₄ ³⁻ : phosphate
PH : Potentiel d'hydrogène
TRH : le temps de rétention hydraulique
TAC : Titre alcalimétrique complet
TA : Titre alcalimétrique

نبذة مختصرة

هدفنا الرئيسي هو توصيف المياه العادمة من المسالخ مرّجي لخضر بلاشبور بلدية الياشير، ولاية برج بوعريّيج، والتوصية بالمعالجة المناسبة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المياه العادمة من مسلخ الدراسة تحتوي على مستويات عالية جداً من المواد الفيزيائية والكيميائية (MES، NO_3^- ، NO_2^- ، PO_4^{3-} ، كلوريد التعكر القلوي DBO_5DCO) في البيئة المستقبلية. وقد زادت الآثار السلبية لتصل إلى 90% بسبب تكاثر أكوام القمامة والحشرات والقوارض، والروائح الكريهة المنبعثة منها. تنضم هذه المياه العادمة إلى أحد الأنهار القريبة من المدبح. وهذا يشكل مصدراً مهماً لتلوث البيئة بشكل عام ومياه الأنهار بشكل خاص.

تشكل مخلفات المسالخ مخاطر بيئية وصحية بسبب التركيزات العالية من الملوثات الفيزيائية والكيميائية. يجب تقديم نظام معالجة يختلف عن ذلك المستخدم هناك، وهو أمر ضروري لضمان السلامة البيئية والصحية.

RESUME

Notre objectif principal est de caractériser les eaux usées des abattoirs, Mardji Lakhdar Blachbour la commune d'El Yachir, la wilaya de Bordj Bou Arreridj, et Recommander un traitement approprié,

Les résultats obtenus ont montré que les eaux usées de l'abattoir d'étude contenaient des niveaux très élevés de substances physiques et chimiques (, MES, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , turbidité alcaline chlorure DBO_5DCO) dans le milieu récepteur. Les effets négatifs ont été augmentés à 90% en raison des tas d'ordures, des insectes et des rongeurs se multiplient, des odeurs désagréables s'en dégagent et certaines. Ces eaux usées rejoignent l'une des rivières près de l'autel. Ceci constitue une source importante de pollution de l'environnement en général et des eaux fluviales en particulier.

Les effluents des abattoirs présentent des risques pour l'environnement et la santé en raison de fortes concentrations de contaminants physiques, chimiques. Un système de traitement différent de celui qui y est utilisé doit être proposé, ce qui est nécessaire pour assurer la sécurité environnementale et sanitaire.

ABSTRACT

Our main objective is to characterize the wastewater of slaughterhouses, Mardji Lakhdar Blachbour the commune of El Yachir, the wilaya of Bordj Bou Arreridj, and Recommend appropriate treatment,

The results obtained showed that the wastewater from the study slaughterhouse contained very high levels of physical and chemical substances (, MES, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , alkaline turbidity chloride BOD_5DCO) in the receiving environment. The negative effects have been increased to 90% due to piles of garbage, insects and rodents multiply, unpleasant odors are released and some. This wastewater flows into one of the rivers near the altar. This is an important source of environmental pollution in general and river water in particular.

Slaughterhouse effluents present environmental and health risks due to high concentrations of physical and chemical contaminants. A different treatment system from the one used there must be proposed, which is necessary to ensure environmental and health safety.

INTRODUCTION

Introduction

« L'eau est au monde ce que le sang est à notre corps » disait Léonard de Vinci. Qu'elle soit superficielle ou souterraine, l'eau est l'élément de base de notre vie et le facteur limitant par excellence [1].

Le monde contient beaucoup d'eau, Plus que 70% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde). Cette petite fraction d'eau douce doit pourtant satisfaire l'ensemble des besoins de l'humanité. Pour cela, on oblige de traitement des eaux usées par ce que le décharge directe des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts [2].

Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Donc, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible. L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore....etc.).

Des différentes technologies ont été développées afin de procéder au traitement des eaux contaminées et l'obtention d'une eau moins polluée éliminant ou diminuant ainsi les risques nuisibles à l'environnement. De nos jours, la croissance continue des coûts d'investissement et d'exploitation des techniques traditionnelles ainsi que les difficultés qui les accompagnent, ont montré que ces derniers ont atteint leurs limites et elles deviennent de plus en plus controversées. Pour ces raisons, l'humanité a développé d'autres approches diverses à travers des procédés admissibles techniquement et économiquement. [3]

Les effluents, d'abattoirs sont caractéristiques et nécessitent des traitements adaptés (séparation des déchets solides et des graisses, traitements spécifiques). Plusieurs études se sont intéressées à la caractérisation et au traitement de ce type d'eaux usées par le biais des stations d'épuration soit par des procédés aérobies [4,5]. Soit par de procédés anaérobies [6-7]. D'autres procédés de traitement sont adoptés pour l'épuration des eaux usées d'abattoir à savoir l'infiltration sur sable [8] et l'électrocoagulation [9]

INTRODUCTION

L'objectif général est Etude et proposition d'une technique de traitement des effluents liquide des abattoirs. Plus spécifiquement, il vise à :

- ✓ faire un l'état des lieux sur la gestion des eaux usées de l'abattoir
- ✓ caractériser les eaux usées de l'abattoir pour identifier sa charge polluante ;
- ✓ identifier et évaluer les impacts des rejets de l'effluents de l'abattoir sur le environnement ;
- ✓ proposer un plan de gestion des eaux usées issu des activités de l'abattoir permettant soit d'éviter, d'atténuer ou de minimiser les impacts négatifs.

Le travail de mémoire comporte trois chapitres. Le premier chapitre présente un aperçu bibliographique des caractéristiques générales des eaux usées et différentes méthodes adoptées pour l'épuration, Cette partie définit le contexte de l'étude. Nous discuterons caractéristiques des effluents, et le chapitre II contiendra un chapitre qui résume L'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques et ainsi qu'un troisième chapitre qui va regrouper les résultats et les discussions, et enfin la conclusion.

Chapitre I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralité les eaux usées

Les approvisionnements en eau du monde ont été contaminés en raison d'importants effluents contenant des polluants toxiques tels que des colorants, des métaux lourds, des tensioactifs, des produits de soins personnels, des pesticides et des produits pharmaceutiques provenant de ressources agricoles, industrielles et municipales dans les cours d'eau. La contamination de l'eau et son traitement sont devenus un défi croissant à l'échelle mondiale.

I.1. Définition d'une eau usée :

L'eau usée est la combinaison de liquides ou déchets transportés dans l'eau provenant de diverses sources y compris les zones résidentielles, l'industrie et les activités agricoles. Des concentrations élevées de la demande en oxygène, des matières organiques et inorganiques sont généralement associés avec les eaux usées [10]. Les eaux usées sont considérées comme polluées et doivent être traitées avant tout rejet dans les milieux récepteurs pour résoudre les différents problèmes de la pollution de ces milieux

I. 2. Sources, mécanismes et symptômes de la pollution des eaux :

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle (chimie, papeterie, industrie agroalimentaire, etc.), urbaine (usages domestiques, commerce, entretien des rues), ou agricole (utilisation d'engrais et de pesticides), produit quantité de substances polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollutions : des pollutions organiques (essentiellement d'origine animale), chimiques (fertilisants, pesticides, métaux, détergents...), biologiques (bactéries, virus et autres champignons), radioactives ou acides.

Ces polluants sont émis dans l'atmosphère, évacués dans les eaux usées ou épandus sur les sols, sous forme de gaz, de substances dissoutes ou de particules. La plupart finissent par rejoindre les milieux aquatiques.

I. 2. 1. Pollution physique :

La pollution physique peut paraître anodine au regard des pollutions chimiques, compte tenu de la toxicité et des effets à long terme de certaines molécules. Pourtant, cette pollution physique peut être tout autant nocif, c'est le cas de :

I. 2.1.1. Pollution thermique :

La pollution thermique peut avoir des effets locaux importants, en particulier sur les écosystèmes aquatiques. C'est une modification de la température du milieu, le plus souvent à la hausse. En

général, ce type de pollution est causé par les mécanismes de roidissement des industries et centrales énergétiques qui se traduisent par des rejets d'eau chaude dans l'environnement [11]. Toutefois, les rejets d'eau usée urbaine et les drainages agricoles peuvent aussi être responsables d'une élévation de la température des eaux. L'élévation de température d'un milieu a deux effets notables :

-Réduction de la quantité d'oxygène dissous dans les milieux aquatiques ;

-Augmentation de l'activité métabolique des organismes (jusqu'à un certain seuil) et donc leur consommation en oxygène.

-Il semble aussi que l'augmentation de la température accroisse la sensibilité des organismes aux substances toxiques.

I. 2.1.2. Pollution radioactive :

Parmi les différents types de pollution du milieu, la pollution radioactive est incontestablement celle qui est la plus mal connue, et cependant c'est aussi celle qui a suscité les mesures de protection à la fois les plus sévères et les plus scientifiquement établies. Certes, la pollution radioactive a ses propres caractéristiques, mais du point de vue de l'homme et de l'écologie, c'est une pollution parmi les autres et les risques qui en résultent devraient être évalués sur les mêmes bases [12] Pour des raisons de commodité et aussi par mesure d'économie, beaucoup d'établissements industriels se débarrassent de leurs déchets en les rejetant dans le milieu ambiant, le plus souvent d'ailleurs sur les lieux mêmes ou à proximité du lieu de production. Les effluents gazeux et les aérosols sont rejetés dans l'atmosphère, les effluents liquides dans le sol, dans les rivières ou dans la mer. Quant aux déchets solides, le plus souvent ils sont déposés sur le sol.

I.2.2.Pollution chimique :

Peut-être chronique, accidentelle ou diffuse. Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (aménagement, industrie, agriculture). L'utilisation excessive d'engrais pour l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau. Les algues de surface prolifèrent rapidement entraînant une diminution de la luminosité et surtout une consommation importante d'oxygène dissous dans l'eau ; c'est le phénomène d'eutrophisation [13]. L'oxygène n'est alors plus en quantité suffisante pour les organismes supérieurs.

I.2.3. Pollution biologique :

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes tels que les bactéries comme (Salmonella), les virus (hépatite A) et les protozoaires (Toxoplasma, Cryptosporidium). La pollution microbiologique a souvent pour source des eaux usées improprement traitées ou des eaux de ruissellement provenant d'installations d'élevage et se déversant dans les cours d'eau. Des épidémies peuvent émerger et limiter les usages que l'on peut faire de l'eau. Par exemple, à Milwaukee, en 1993 (Etats Unie), plus de 400 000 personnes ont souffert de symptômes gastro-intestinaux après avoir été en contact avec de l'eau potable contaminée par le protozoaire Cryptosporidium [14]. Dans le monde, environ 2,3 milliards de personnes souffrent de maladies liées à l'eau. Ces maladies sont variées. Il y a :

- les maladies d'origine hydrique (causées par les organismes fécaux oraux et des substances toxiques, ... Plus de 12 millions de personnes meurent chaque année de maladies hydriques dans le monde, 1,8 million d'enfants meurent chaque année de diarrhées et de maladies véhiculées par l'eau non potable)
- les maladies à support hydrique (transmises par les vecteurs liés à l'eau) ;

I. 2. 4. Pollution organique :

Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : Industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles). La pollution organique de l'eau provenant des eaux domestiques et des industries agroalimentaires provoque une surconsommation de l'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entraîner par conséquent la mort de la vie aquatique [15].

II. Eaux usées des abattoirs :**II.1. Caractéristiques des eaux usées d'abattoir :**

Les effluents issus de l'activité des abattoirs sont des eaux industrielles car elles ont une importante charge en matière organique. L'eau est un élément essentiel dans le processus de fonctionnement des abattoirs, ils utilisent d'énormes quantités d'eau, ce qui est à l'origine des eaux usées importantes. Les eaux usées des abattoirs peuvent être vues sous deux aspects [16] :

- D'une part, l'eau entrant dans le procédé de préparation des carcasses tout en n'étant pas en contact direct avec celles-ci. Par exemple l'eau utilisée pour le refroidissement des machines ou pour la production de vapeur ou le cas de l'eau fournie par les bornes d'incendie ;

- L'eau issue du procédé de préparation tout en étant en contact directe avec les carcasses, elle constitue l'effluent industriel de l'abattage d'autre part. La charge polluante et le volume des effluents émis par les différents postes de l'activité d'abattage sont détaillés ci-dessous.

II.2. Pollution par les effluents des abattoirs :

Les effluents d'abattoir sont polluants par une abondance de germes pathogènes, une DBO₅ et une DCO élevée. Soutiennent que le traitement biologique des effluents n'est pas adapté aux variations brutales et importantes des flux de pollution. De ce fait, ces effluents doivent subir un prétraitement ou un traitement primaire physicochimique en amont, avant de rejoindre la station d'épuration. Un traitement par coagulation floculation au chlorure ferrique permettrait une diminution de 98% des ortho phosphates, de 90% des Sulfates, de plus de 80% de la DBO₅ et de 50% de coliformes. [17]

II.3. Les eaux résiduaires d'abattoir :

II.3.1. Généralités :

Les abattoirs produisent des eaux résiduaires 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. 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 [18].

II.4. Caractérisation du rejet d'abattoirs :

II.4.1. Composition physico-chimique :

Les eaux douces ont en générale une composition chimique à majorité constituée d'anions tels que les bicarbonates, les chlorures et les sulfates, de cations tels que le calcium, le magnésium, le potassium, et le sodium [19]. On y observe aussi une forte charge ionique représentée par les composés tels que les nitrates, phosphates, hydrogénocarbonates et des oligoéléments (fer, manganèse, zinc, etc.)

II.4.2. Composition microbiologique :

Grâce à sa composition riche en éléments nutritifs (N, C, P, sels minéraux,...) plusieurs micro-organismes coexistent dans le rejet d'abattoir. Celui-ci comprend une flore banale et une flore pathogène responsable des problèmes d'hygiène [20] :

- ❖ les bactéries lactiques qui forment un groupe très hétérogène incluant *Lactococcus* *graviae*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus murin*, *Enterococcus raffinosus* ;
- ❖ les bactéries du genre *Bacillus* qui sont producteurs d'enzymes différentes. Certaines souches possèdent une activité protéolytique tels que *B. subtilis*, *B. licheniformis* et *B. circulans*. Dans des conditions définies et optimisées, *B. circulans*, *B. subtilis* et *B.coagulans* sont capables de produire des lipases. *Bacillus cereus* ayant deux propriétés importantes qui sont l'aptitude à sporuler et à produire des toxines thermo-tolérantes responsables de l'empoisonnement des produits alimentaires. Ce germe est principalement issu du sol, des 8 peaux de l'animal, des équipements et aussi du personnel et se trouve par la suite dans l'effluent de l'abattoir [21]
- ❖ les enterobacteriaceae qui incluse les espèces *Escherichia coli*, *Shigella* ssp, *Edwardsiella* ssp, *Proteus* ssp, *Salmonella* ssp, *Citrobacter* ssp, *Klebsiella* ssp, *Enterobacter* ssp, *Serratia* ssp, *Morganella* ssp, *Providencia* ssp, et *Yersinia* ssp ;
- ❖ *Staphylococcus aureus* principal germe de la dépouille des animaux ;
- ❖ *Pseudomonas* ssp psychrophile, cette bactérie est le micro-organisme sporulant le plus dominant dans les conditions aérobies
- ❖ *Listeria monocytogenes* et *Campylobacter* qui proviennent essentiellement de l'environnement. Comme pour toute eau résiduaire, les virus présentent un risque certain pour l'homme. Parmi les virus rencontrés dans les eaux usées, on cite les Entérovirus, les Adénovirus, les Rotavirus et le virus d'Hépatite E. Cet effluent contient également des *Naegleria* sp ; *Acanthamoeba* sp et *Giardia* sp qui sont présents au niveau des effluents traités, mais leur importance épidémiologique à ce niveau est difficile à apprécier. Parmi les métazoaires se rencontre *Ascaris* sp, *taenia saginata* et les différents oeufs de nématodes gastro-intestinaux provenant des déchets de l'abattoir [20].

II. 5. Législation sur les eaux usées :

La loi no 83-03 du 5 février 1983 [22] relative à la protection de l'environnement définit le cadre général de la lutte contre la pollution des eaux, applicable au domaine de l'assainissement. C'est la loi no 83-17 du 16 juillet 1983 relative à la politique nationale de l'eau qui est particulièrement

importante pour les questions relatives au cycle de l'eau et à l'assainissement. Elle impose le raccordement des immeubles à un égout en zone agglomérée, reconnaît l'assainissement autonome et interdit tout rejet susceptible de porter atteinte à la santé publique.

La réglementation algérienne sur le rejet des eaux usées ne concerne que les effluents liquides industriels. Il y a donc une lacune réglementaire concernant les eaux usées urbaines. C'est le décret exécutif no 06-141 du 19 avril 2006, en application des dispositions de l'article 10 de la loi no 03-10.

II.6. Paramètres de caractérisation des eaux usées d'abattoir :

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes : [23]

II.6.1. Paramètre physico-chimique :

II.6.1.1 La température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : Ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu. [24]

II.6.1.2. Le PH :

Le PH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le PH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci être compris entre 5 et 9. [25]

II.6.1.3. La Demande Biologique en Oxygène DBO :

La Demande Biologique en Oxygène DBO est un terme désignant la quantité d'oxygène nécessaire à l'action des bactéries aérobies pour oxyder les matières organiques fermentescibles par voie

biologique [26]. C'est une mesure de la pollution des eaux par la matière organique dégradable par des voies biologiques naturelles (la microflore du milieu récepteur) ou anthropiques (les installations de traitement biologique des eaux usées). En effet, le rejet dans l'eau de matière organique utilisable par les bactéries aérobies naturellement présentes dans celle-ci va s'accompagner, pour la métabolisation des matières organiques par les bactéries, d'une consommation d'oxygène. On mesure le plus souvent la DBO au bout de cinq jours (DBO_5), et le résultat obtenu est le volume d'oxygène dissous consommé par les bactéries durant ces cinq jours exprimé en milligrammes d'oxygène par litre d'eau. En fait, cette mesure à cinq jours est conventionnelle sans avoir de bases scientifiques : on peut en effet considérer que la dégradation de la matière organique s'effectue en deux phases[27] : une phase « hydrocarbonée » commençant dès le prélèvement d'eau et durant vingt jours à 20°C, permettant la destruction des composés carbonés, superposée avec une phase de nitrification ne débutant pas avant 6 à 10 jours et se poursuivant au-delà du vingtième jour. On considère néanmoins que la DBO ultime est atteinte au vingt-et-unième jour.

II.6.1.4. La Demande Chimique en Oxygène DCO :

La Demande Chimique en Oxygène DCO désigne la concentration en polluants inorganiques et (ou) organiques qui ne peuvent être biodégradés par les microorganismes aquatiques des biotopes aquatiques [26]. La DCO d'une eau usée est importante à connaître car c'est elle, par le biais du rapport d'oxydabilité DBO_5/DCO , qui va permettre d'estimer si cette eau usée pourra être épurée par un procédé biologique. La présence de sang, de lisier ou de matières stercoraires dans les eaux résiduelles du procédé d'abattage entraîne une charge moyenne en DCO de ces eaux de l'ordre de 3 $g.L^{-1}$. [28]

II.6.1.5. Matières en suspension (MES) :

Ce paramètre correspond à la quantité de particules inorganiques ou organiques contenues dans un effluent. Deux types de MES s'observent. Premièrement, les matières décantables, c'est-à-dire les particules qui se déposent naturellement au sol et deuxièmement, les matières colloïdales, qui sont des particules très petites, de 10^{-2} à 10^{-4} mm de grosseur, qui ne peuvent pas être décantées. [29]

Les MES sont les principales responsables de la turbidité. Bien que ce paramètre ne donne pas l'information sur les types de particules présents dans l'effluent, il permet toutefois de considérer le risque de contamination de ce dernier. En effet, les microorganismes sont reconnus pour se fixer aux MES. Ce faisant, la valeur obtenue pour ce paramètre informe sur la présence probable de

microorganismes nocifs pour la santé humaine ou pour le milieu naturel, comme des parasites ou des bactéries. [30]

II.6.1.6. Conductivité électrique (CE) :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante, dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres [31].

II.6.1.7. Azote 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_4^+). [32]

II.6.1.8. Phosphore total (Ptot) :

Ce paramètre représente la quantité totale de phosphore présent dans l'effluent. Ce faisant, la valeur obtenue correspond aux phosphates et à tous les composés organophosphorés qu'il contient [33] Le phosphore est un nutriment de forte influence sur la croissance des végétaux, aquatiques et terrestres. Il est présent dans l'environnement en quantité limitée dans le but de maintenir un équilibre au sein de l'écosystème. La mesure de ce paramètre permet donc de déterminer l'apport nutritif que représente l'effluent et donc de connaître le déséquilibre qu'il pourrait potentiellement entraîner sur le milieu naturel. [34]

II.6.2. Paramètres organoleptiques :

L'évaluation des paramètres organoleptiques est basée sur le ressenti de l'opérateur et son expérience. Elle fait appel aux sens (la vue, le toucher), d'où son caractère subjectif [35]. Les paramètres organoleptiques sont déterminés sur la filasse obtenue après l'étape de teillage. La méthodologie consiste à appréhender une filasse afin d'apprécier son aspect au toucher, puis de l'observer pour évaluer sa couleur. Ce ruban est ensuite étiré à rupture manuellement afin d'éprouver sa solidité, finesse et homogénéité. Une note est attribuée à chacun des cinq paramètres : plus le chiffre est haut, meilleur est le paramètre. Les paramètres sont les suivants :

- Nature : décrit la densité et la souplesse du ruban,
- Couleur : estimation du degré de rouissage,
- Solidité : ce paramètre correspond à une notion de "cohésion" de la filasse,
- Finesse : finesse des fibres unitaires après rupture du ruban,
- Homogénéité : présence d'éventuels défauts.
 - **Couleur :**

La couleur est la qualité d'un corps éclairé qui produit sur l'œil une certaine impression lumineuse, variable selon la nature du corps ou selon la lumière qui l'atteint. Elle dépend donc de l'objet, de la lumière et de l'observateur. Différentes enquêtes ont démontré que dans le domaine de la boucherie, le client est d'abord réceptif à ce qu'il voit. La couleur, première caractéristique perçue par le consommateur, joue un rôle décisif au moment de l'achat car elle est instinctivement rattachée à la fraîcheur du produit. D'ailleurs, dans le système moderne de distribution, c'est souvent le seul critère dont il dispose. [36]

II.6.3 Paramètre biologique :

- **Bio-indicateur bactériens :**

D'autres méthodes plus récentes utilisant les paramètres biologiques des organismes vivants, tant à l'échelle du simple individu que des écosystèmes entiers, ont été développées avec comme objectif de mesurer l'impact des contaminants sur les différents organismes, populations et communautés peuplant un milieu donné [37]. Ces indicateurs biologiques présentent l'intérêt de renseigner sur l'exposition à l'ensemble des différents contaminants et sont intégrés dans le temps, contrairement aux mesures instrumentales qui ne peuvent offrir qu'une image ponctuelle et statique de la situation [38].

∞ Un bio-indicateur peut être un individu ou un ensemble d'individus qui, par référence à des variables physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet de façon pratique et sûre, de refléter l'état d'un écosystème et de mettre en évidence les effets physiologiques affectant ces organismes sous l'influence de conditions environnementales stressantes.[38]

II.7. Conséquences des eaux usées sur l'environnement physique et humain :

Toutes formes de pollution entraînent une forte dégradation des milieux aquatiques récepteurs aux conséquences diverses à savoir, sanitaires, écologiques et économiques. [39]

II.7.1. Conséquences d'ordre sanitaire :

En plus des conséquences environnementales (eutrophisation, propagation des mauvaises odeurs) causées par les décharges anarchiques des eaux usées dans la nature, on note des conséquences sanitaires qui ont des effets dramatiques spécialement dans les pays en développement qui manquent des systèmes adéquats de traitement des excréta ou des eaux usées contaminées. Cependant, l'utilisation des eaux usées brutes a été montrée, comme une source potentielle de contaminations microbiologiques et chimiques des nappes d'eaux souterraines et superficielles [40]. La consommation des eaux de la nappe par les eaux usées, a pour conséquence le développement des maladies hydriques (épidémies de typhoïde, de paratyphoïde et de choléra). La contamination peut se faire par contact lors des baignades, par la consommation des produits alimentaires aquatiques tels que les poissons ou alors les légumes arrosés avec de l'eau souillée pendant leur culture. Elle peut aussi être chimique et se faire par la piqûre des insectes se développant dans les eaux usées et par la consommation au travers des sources et des puits d'eau de la nappe phréatique souillé par des eaux usées. En plus des germes pathogènes, les eaux usées en fonction de leurs origines peuvent contenir des substances toxiques capables d'engendrer de graves troubles de santé chez l'homme.

II.7.2. Conséquences d'ordre écologique :

La décharge des eaux usées non traitées dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit [41]. On peut citer entre autres :

- la diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles ;
- l'eutrophisation des milieux aquatiques récepteurs ;
- la dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs ;
- la perturbation du microclimat du milieu récepteur.

II.7.3. Conséquence d'ordre économique :

Le manque d'assainissement entraîne sur le plan économique un manque à gagner important :

- l'eutrophisation et la toxicité des étangs destinés à la pisciculture entraînent d'énormes pertes pour les promoteurs des projets dans ce domaine ;
- une masse financière importante est dépensée pour traiter les maladies découlant du manque et du mauvais assainissement, puis il y a baisse de productivité d'une partie de la population affaiblie par les maladies hydriques ;
- la perte de l'esthétique du milieu naturel constitue un frein pour l'industrie touristique locale.

II.8. Origine des effluents :

Plusieurs industries tels que : les industries pharmaceutique, métallurgique pétrochimique et des traitements et de décapage...etc. Génèrent une quantité importante des effluents liquides. On distingue différents types de rejet résiduaire industriel [42].

II.8.1.les effluents généraux de fabrication :

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants de diverses natures comme les matières organiques et graisses (industriel agro-alimentaire, équarrissage). [43]

II.8.2. les effluents particuliers :

On distingue

- Le bain de décapage ; qui génère de la soude usée les eaux ammoniacales ;
- Les sels métalliques (traitement de surface, métallurgie) ;
- Les rejets toxiques et les rejets concentrés. [44]

II.8.3. les eaux de circuit de refroidissement :

Ce sont des eaux abondantes et généralement non polluées, car elles n'ont pas de contact avec les produits fabriqués. Elles peuvent être recyclées, comme les eaux chaudes (issue des circuits de refroidissement des centrales thermiques) [45]

II.9. Caractéristique bactériologique :

II.9.1.Les coliformes :

Sous le terme de coliformes est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes Gram – appartenant en fait à la famille des Entérobacteriaceae et dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose. Le groupe des coliformes pris dans son ensemble ne présente pas une bonne spécificité ; ce sont des bactéries que l'on trouve dans l'intestin, mais qu'on peut rencontrer aussi dans d'autres environnements. [46]

II.9.2.Les streptocoques :

Dans la famille des Streptococcaceae bactéries Gram +, catalase -, aérobies-anaérobies facultatifs, les streptocoques se distinguent par leur forme coccoïde, leur mode de groupement en paires ou en chaînettes et leur caractère homofermentaire. Dans ce groupe, les streptocoques fécaux se caractérisent par leur appartenance au groupe sérologique D de LANCEFIELD et par le fait que leur habitat normal étant le tube digestif des animaux à sang chaud. [46]

III. Traitement des effluents d'abattoir Les différents procédés d'épuration**III.1. Prétraitement :**

Dans les abattoirs la priorité est donnée aux aménagements internes (recueil des divers restes solides et liquides du à l'abattage des animaux) et à une récupération très poussée du sang. La qualité des prétraitements est essentielle.

III.1.1.Dégrillage :

L'eau brute passe à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 6 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s [47].

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage) [48].

III.1.2.Dessablage :

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 mm. La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables. Le sable séparé contient malgré tout des matières organiques et plusieurs dispositifs sont appliqués pour améliorer sa qualité : lavage par hydro cyclone, extraction des fosses de stockage par des moyens mécaniques qui font, en même temps, office de laveur de sable (vis d'Archimède en auge inclinée, classification à mouvement alternatif...). Le volume de sable extrait par habitant et par an est de l'ordre de 5 à 12 dm³ [47]

III.1.3.Dégraissage – déshuilage :

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leurs quantités s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/L. Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage [47].

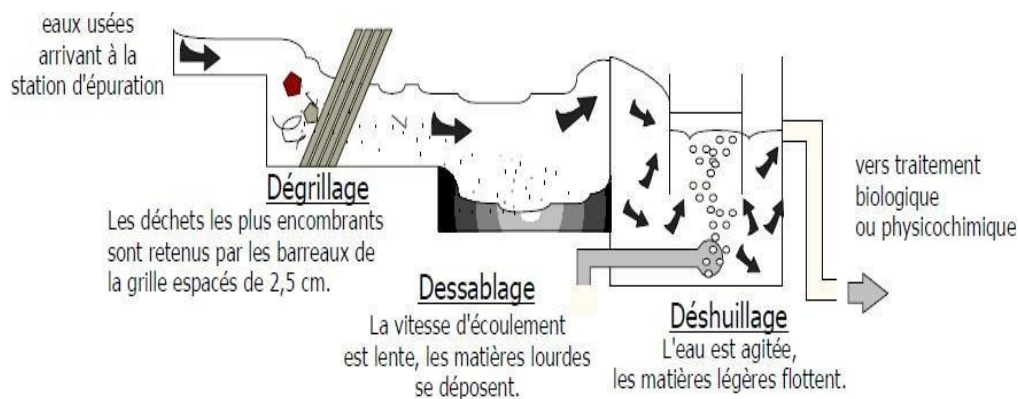


Figure 1 : Les étapes de prétraitements des eaux usées (w 1)

III.2.Traitement primaire (traitement physico-chimique) :

III.2.1.Décantation :

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation des MES et des colloïdes, un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules [49].

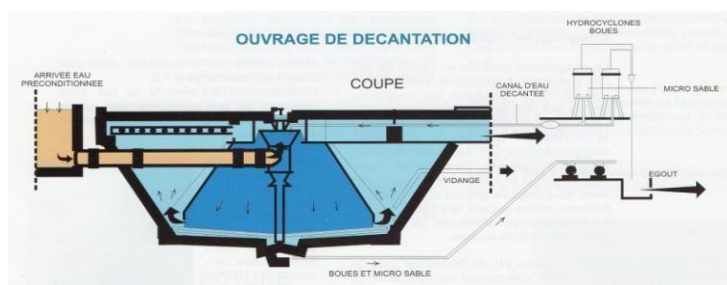


Figure 2 : Système de Décantation (w 2)

III.2.2.Coagulation-floculation :

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées [50]

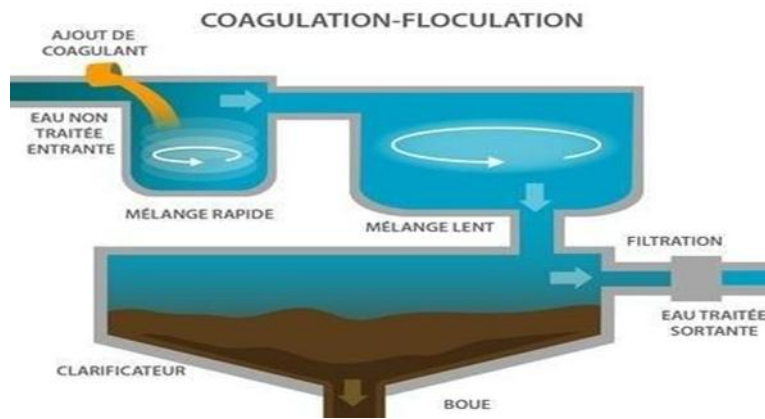


Figure 3 : Système de Coagulation-floculation (w 3)

III.2.3.Filtration :

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) [51]

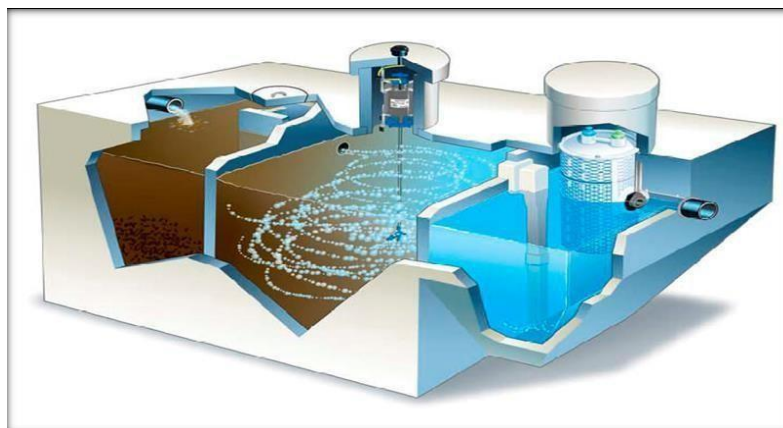


Figure 4 : Système de la filtration (w 4)

III.3.Traitement biologique (traitement secondaires) :

Les procédés de traitement biologique visent essentiellement l'élimination de la pollution carbonée mais certains d'entre eux permettent de réduire considérablement l'azote et le phosphore. Ces procédés sont très efficaces pour traiter les eaux usées des abattoirs.

Leur principale fonction consiste en une décomposition ou dégradation de la matière organique par les microorganismes. Sous l'action de ceux-ci, les substances organiques solubles dans l'eau sont dégradées en composés moins complexes comme le gaz carbonique et l'eau .

III.3.1.Procédés aérobies :

Dans la plupart des pays, les étangs aérés restent la principale forme de traitement biologique aérobie pour l'enlèvement de la DCO des eaux usées d'abattoirs[52] . [53] ont décrit le traitement dans un étang aérobie de 1000 m³, d'eau usée d'abattoir dans le sud-ouest du Québec. Vingt-quatre aérateurs submergés transféraient 850 litres d'oxygène par minute. La concentration en DBOs à l'affluent était comprise entre 1500 à 3000 mg/L, et le temps de rétention hydraulique (TRH) était en moyenne de 11 jours. La concentration en DBO5 à l'effluent était généralement inférieure à 50 mg/L, sauf l'hiver, pendant lequel elle atteignait 645 mg/L et restait élevée pendant presque 2 mois. De plus, ce système de traitement aérobie demande une maintenance quotidienne avec un technicien expérimenté et un drainage journalier de la boue accumulée. Et il génère de larges quantités de boue biologique, qui doit être traitée avant son élimination[54] .

III.3.2.Procédés anaérobies :

Dans certains cas, le traitement par un procédé anaérobie s'avère très efficace pour supprimer la charge organique et les matières en suspension, notamment dans le cas où les eaux usées sont très chargées en DBOs et en MES. De plus, en utilisant ce procédé, le taux d'enlèvement de la DBO₅ et des MES varie généralement de 60 à 80% et de 60 à 75%, respectivement, avec des coûts opérationnels plus faibles que pour un système aérobie.

Dans un procédé anaérobie, la matière organique est dégradée, par une diversité de bactéries, principalement en dioxyde de carbone (CO₂), et en méthane (CH₄), qui peut être récupéré et utilisé comme combustible [52]. Ce procédé est caractérisé par un taux de croissance des bactéries méthanogènes très lent. Étant donné ce faible taux de croissance, seule une petite portion des matières organiques est synthétisée pour former de nouvelles cellules (bactéries), tandis que la majeure partie des matières organiques est convertie en gaz méthane. L'effet résultant de ces deux phénomènes donne des boues solides relativement stables, ce qui facilite leur élimination, contrairement aux boues résultant d'un procédé aérobie. De plus, seulement 5 à 20 % de la boue produite par un traitement aérobie sont générés pour ce type de procédé .

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation générale de l'abattoir Mardji Lakhdar :

L'abattoir Marji Lakhdar a été créé en 2010, situé dans le village de Lachbour, à l'ouest de la commune d'El Yashir, dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. L'abattoir est une société privée.



Photo 1 : Localisation de l'aborattoirs Mardji Lakhdar

II. Prélèvement et échantillonnage :

Les analyses dont nous parlerons dans cette partie sont relatives aux effluents des abattoirs. Ceci provient de l'autel privé de Marji Lakhdar. Chaque semaine, une certaine quantité d'eaux usées est prélevée, Du premier bassin avant traitement et du dernier bassin après traitement. Les échantillons doivent être analysés dans les 24 heures maximum pour éviter toute modification des concentrations des échantillons. Ainsi, il doit être conservé dans une température de 4°C.



Photo 2 : Les bassin de Décantation

III. Caractéristiques physicochimiques des rejets de l'abattoir pour identifier sa charge polluante :

Les prélèvement effectué au point d'évaluation des eaux de l'abattoir déterminer les paramètres physico-chimiques suivants: le pH, la température , la turbidité , la conductivité (Cnd), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), les ions phosphates (PO₄³⁻), , les ions nitrates (NO₃⁻), ont été déterminées selon les protocoles standards.

III.1. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) :**-But d'analyse:**

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO₅.

-Principe:

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) en milieu acidifié par acide sulfurique (H₂SO₂), en présence de sulfate d'argent

(Ag₂SO₄) et de sulfate de mercure (HgSO₄).

-Appareillage et les réactifs:

Appareillage	Les réactifs
<ul style="list-style-type: none">✓ Pipette jaugée à 2 ml.✓ Spectrophotomètre (DR 2800).✓ Réacteur DCO à 150°C (HACH. LANGE)	<ul style="list-style-type: none">✓ Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.✓ Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations

-Mode opératoire:

- ✓ Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO.
- ✓ Agiter et Placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante.

- ✓ Mesurer directement la concentration de la DCO par spectrophotomètre DR 2800, la teneur en DCO est donnée en mg/l.



Photo 3 : Réacteur thermique préchauffé et spectrophotomètre pour la mesure de DCO

Photo 4 : Spectrophotomètre

Photo 5 : Les tubes de DCO

III.2.Mesure de la demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅) :

Au laboratoire, 164 mL d'échantillon contenu dans une bouteille à DBO₅ opaque ont été incubés à 20°C dans un analyseur à DBO de marque LIEBHERR. Trois à quatre grains de KOH ont été introduits dans le bouchon creux de la bouteille et absorbent le CO₂ dégagé. La montée du mercure dans le tube du manomètre correspondant à la quantité d'oxygène consommée par les bactéries a été lue tous les jours pendant 5 jours. La DBO₅ s'exprime en mg/L d'oxygène. [55]

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)} = \text{Lecteur} \times \text{Facteur.}$$

**Photo 6 :** Flacons de mesure de DBO₅**Photo 7 :** Etuve réfrigérée ventilée DBO₅

III.3. Mesure des matières en suspension (MES) :

▪ But d'analyse:

Est de déterminer la teneur de matières en suspensions d'une eau traite.

-Principe:

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée.

-Appareillage:

- ✓ Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- ✓ Filtre.
- ✓ Etuve (MEMMERT. UNB).
- ✓ Dessiccateur.
- ✓ Pompe a vide.
- ✓ Bicher

-Filtration de l'échantillon:

- ✓ Placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration.
- ✓ Agiter le flacon d'échantillon.
- ✓ Verser un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée.
- ✓ Filtré l'échantillon.
- ✓ Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée

- ✓ Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pinces.
- ✓ Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- ✓ Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- ✓ Peser le filtre.

Le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée. On calcule de la teneur en MES selon l'expression:

$$\text{MES} = 1000(M_1 - M_2)/V$$

MES: La teneur en MES en (mg/l).

M₁: La masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C

M₀: La masse en (mg) de la capsule vide.

V: Volume de la prise d'essai en (ml).



Photo 8: Etuve (MEMMERT. UNB)

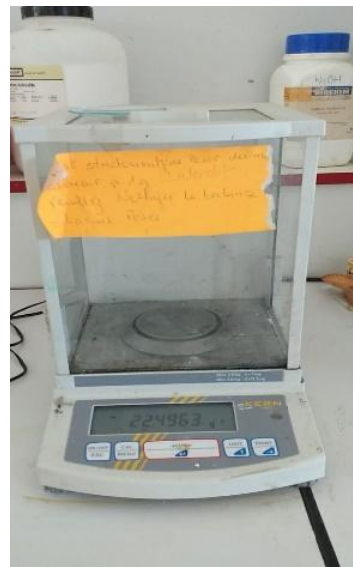


Photo 9 : Balance de précision électronique

**Photo 10 :** Dessiccateur**Photo 11 :** Pompe a vide.

III.4. Mesure le pH :

Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électrométrique avec électrode. Cette méthode consiste à plonger dans l'échantillon, une électrode spécifique. [56]

La mesure se fait en :

- ✓ Appuyant sur le bouton ON/OFF pour mettre l'appareil sous tension ;
- ✓ Rinçant l'électrode avec l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir jetable ;
- ✓ Plongeant l'électrode dans la solution à mesurer à une profondeur minimum de quatre centimètres
- ✓ Attendant que la valeur soit stable avant la lecture ;
- ✓ Rinçant à nouveau l'électrode avec de l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir [57]

**Photo 12 :** PH mètre

III.5.la conductivité électrique (CE) :

La détermination de la conductivité se fait par la mesure de la résistance électrique de la solution. Un voltage est appliqué entre deux électrodes plongées dans l'échantillon, et la chute du voltage due à la résistance de la solution est utilisée pour calculer la conductivité par centimètre. Cette opération est réalisée par une conductimètre après les étapes suivantes :

- ✓ Allumer l'appareil.
- ✓ Agiter l'échantillon doucement et verser 100ml de l'eau à analyser dans un bécher propre.
- ✓ Rincer la sonde avec de l'eau ultra pure puis avec de l'eau à analyser.
- ✓ Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- ✓ Enregistrer la valeur de la conductivité électrique et la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.
- ✓ Rincer la sonde et arrêter l'appareil. [57]

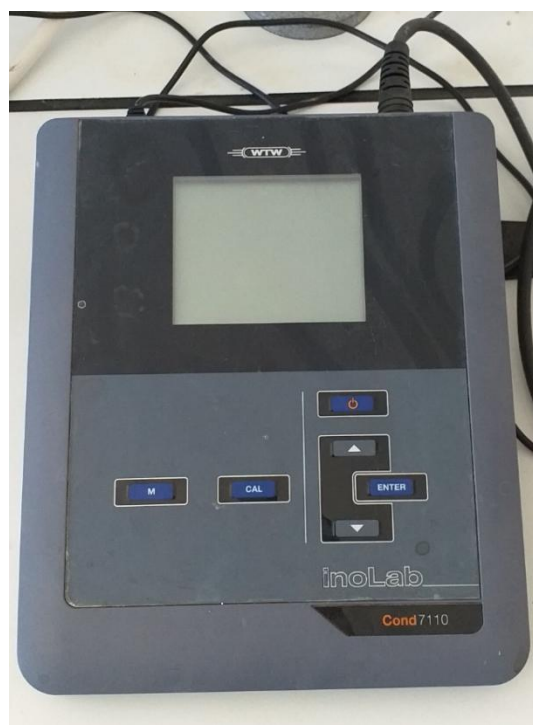


Photo 13 : conductimètre

III.6. Mesure de température :**✓ Mode opératoire :**

Elle a été déterminée sur les lieux de prélèvement à l'aide d'un thermomètre incorporé au pH mètre, étalonné chaque semaine. On lit directement la température exprimée en degré Celsius [56]



Photo 14 : PH mètre

III.7. Mesure de la Turbidité :

Elle est mesurée par la méthode néphélométrie ; le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité. Cette méthode repose sur :

- ✓ Appuyer sur le bouton d'alimentation électrique situé à l'arrière de l'appareil ;
- ✓ Remplir une cuvette propre jusqu'au trait (30 ml) avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulle d'air ;
- ✓ Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans peluches pour retirer les gouttes d'eau et les traces de doigts ;
- ✓ Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot ;
- ✓ Lire et noter le résultat affiché. [58]



Photo 15 : Turbidimètre

III.8.Dosage de Chlorures :

En général, les chlorures sont présents dans eaux à l'état brut et transformés à des concentrations allant de petites traces jusqu'à plusieurs centaines de mg/l. Ils sont présents sous la forme de chlorures de sodium, de calcium et de magnésium. La mer a une forte concentration de chlorure qui est d'environ de 26.000 mg/l. De fortes concentrations de chlorures peuvent restreindre l'utilisation de l'eau en raison de la saveur qu'ils donnent et l'effet laxatif qu'ils peuvent causer. Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé brésilien établit le niveau de 250 mg/l comme maximum autorisé pour l'eau potable. Les méthodes conventionnelles de traitement des eaux n'éliminent les pas chlorures. Leur élimination peut se faire par désalinisation (osmose inverse) ou par électrodialyse, (échange d'ions).

Méthode de détermination :

Titration avec du Nitrate d'argent

Matériel nécessaire :

- a) une burette de 50 ml ;
- b) un bécher de 250 ml ;
- c) un flacon Erlenmeyer de 250 ml ;
- d) un mesureur de pH ;
- e) un bécher de 100 ml ;
- f) de la solution titrée de nitrate d'argent 0,02M ;

g) de la solution de chromate de potassium indicateur K_2CrO_4 ;

Technique :

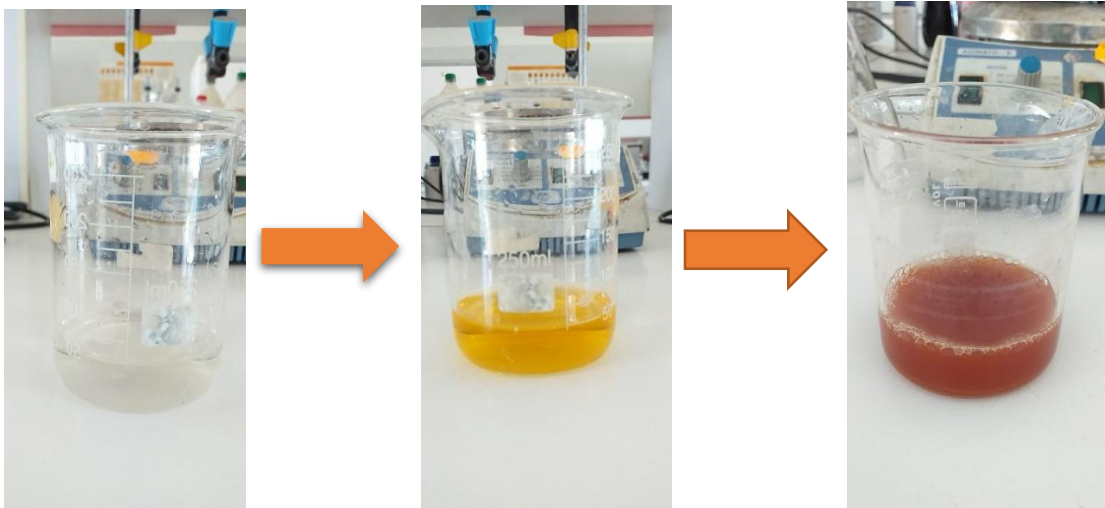
a) placer 100 ml d'échantillon dans le flacon Erlenmeyer ;

b) ajuster le pH entre 7 et 10, en cas de besoin avec NaOH ou H_2SO_4 ;

c) ajouter 1 ml de la solution indicatrice de K_2CrO_4 ;

d) titrer la solution avec du nitrate d'argent 0,02 M jusqu'à ce que la solution vire au jaune rougeâtre qui est le point de fin de titrage ;

e) effectuer un essai en blanc de la même façon que pour l'échantillon. [59]

**III.9. Dosage de L'alcalinité :**

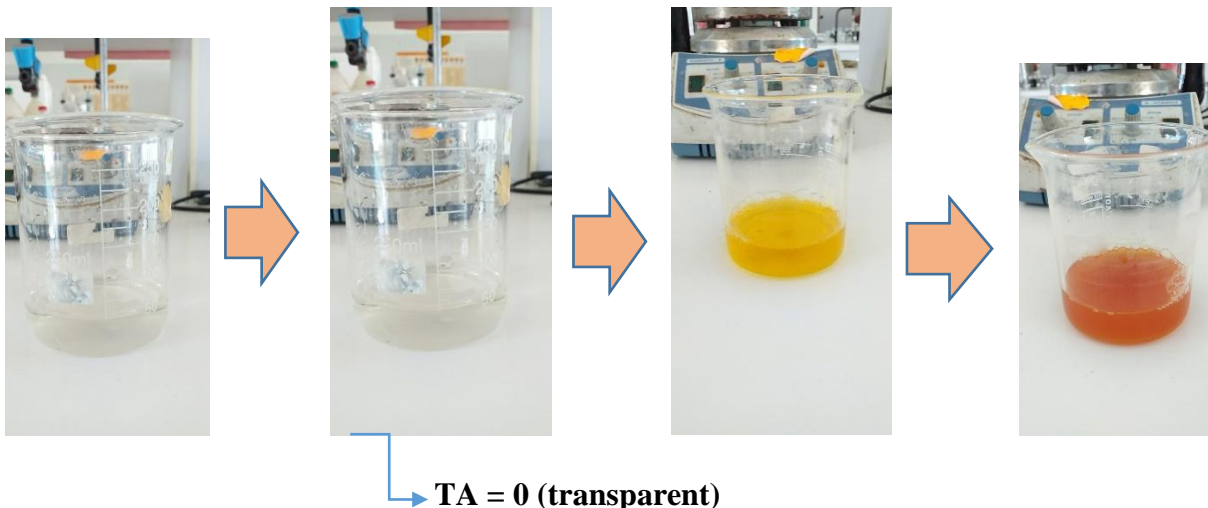
L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et sels d'acide faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates ... etc. La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8.5 on distingue deux titres alcalimétriques, et que sont :

- ✓ TA : le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple
- ✓ TAC : le titre alcalimétrique complet
- Les réactifs utilisés sont :

- ✓ Acide Sulfurique 0.02 N
- ✓ Indicateur colorée 1 : phénolphtaléine 0.05 g + Alcool éthylique 5 cm³+ Eau déionisée 5 cm³
- ✓ Indicateur colorée 2 : Vert de bromocrésol 0.02 g + Rouge de méthyle 0.0015 g éthanol 10 cm³
- ✓ Eau dé-ionisée exemple d'anhydride libre

▪ Détermination du TA :

- ✚ Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique . Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine . une coloration rose doit alors se développer . Dans le cas contraire le TA est nul (PH < 8.3)
- ✚ Vers ensuite doucement l'acide dans le fiole à l'aide d'une burette , en agitant constamment , et ce ci jusqu'à décoloration complète de la solution (PH = 8.3)



III.10 . Dosage des Nitrites :

1. Principe :

L'acide sulfanilique , en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol , forme avec les ions NO⁻² un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrite .

2. Matériels et Réactifs :

a- Matériels :

- ✓ Fioles jaugées : 1L
- ✓ Béchers
- ✓ Eprouvettes : 500 ml , 1000 ml , 25 ml , et 10 ml

- ✓ Pipettes : 10 ml , 5 ml , 2 ml
- ✓ Tubes à essai : 15 ml
- ✓ Bain-marie , balance , agitateur

b- Réactifs :

- ✓ Ammoniaque pur (d= 0.925)
- ✓ Solution mère étalon de NO₂- 0.23 g/l (détailler ce calcul dans le rapport) :
 - Nitrite de sodum0.345 g
 - Eau fraîchement distillée1000 ml
 - Cette solution se conserve mieux si l'on prend la précaution d'y ajouter 1 ml de chloroforme
 - **Solution fille étalon d'ion NO₂- 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 .
 - **Réactif de ZAMBELLI :**
 - HCL pur (d=1.19)260 ml
 - Acide sulfanilique5 g
 - Phénol cristallisé7 g
 - Chlorure d'ammonium135 g
 - Eau distillée625 ml
 - **Préparation du 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 .
 - Ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution .
 - Après refroidissement ajuster jusqu'à 1 L avec l'eau distillée .

C- Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de tubes à essai (15 ml) numérotés introduire successivement les réactifs en agitant après chaque addition :

Numéro des tubes	T	1	2	3	4	5	6	Sol. Ind. 1	Sol. Ind. 2
Solution fille étalon (ml)	0	2	3	4	5	6	7	10	10
Eau distillée (ml)	10	8	7	6	5	4	3	0	0
Réactif de ZAMBALLI (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 minutes , plus Ajouter :

Ammoniaque pur (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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



Photo 16 : Bain-marie



Photo 17 : le spectrophotomètre UV-visible utilisé.

III.11. Dosage des Nitrates :

1. Principe :

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

2. Matériel :

- ✓ Colorimètre

3. Liste des produits :

- ✓ Nitrate de potassium
- ✓ Salicylate de sodium
- ✓ Chloroforme
- ✓ Hydroxyde de sodium en pastilles
- ✓ Acide sulfurique
- ✓ Tartrate double de sodium et de potassium
- ✓ Eau distillée
- ✓ Acide chlorhydrique

4. Préparation des dosages :

- ✓ **Solution stock de nitrates de potassium (50 mg/l d'ion nitrates) .**

Dissoudre 0.0815 g de nitrate de potassium anhydre dans 990 ml d'eau distillée , ajouter 1 ml de chloroforme (conservateur) et complète à 1 litre de l'eau distillée .

- ✓ **Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium .**

Dissoudre progressivement 40 g 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 ml d'eau distillée .

5. Protocol expérimental : La série d'étalons : dans une série de flacons de 60 ml , introduire successivement (se conformer au tableau) :

Numéro de flacons	T	I	II	III	IV
Solution stock 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 ions nitrates en mg/l	0	10	20	30	40

Evaporer chaque flacon à sec au bain-marie ou dans une étuve à 75-80C° (ne pas surchauffer , ni chauffer trop longtemps).

- 1- Laisser refroidir
- 2- Reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin d'humecter complètement . laisser reposer 10 min
- 3- Ajouter 15 ml d'eau distillée puis 15 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune .
- 4- Mesurer l'absorbance de chaque échantillon au colorimètre (longueur d'onde =415 nm)

6. Dosage des échantillons :

- 1- Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un récipient de 60 ml
- 2- Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium.
- 3- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium puis pour suivre le dosage comme pour la procédure d'étalonnage à partir du point 2 .
- 4- Effectuer la lecture au colorimètre (longueur d'onde =415nm).

III.12.Dosage De l'orthophosphate :

1- Principe :

On utilise un réactif (réactif molybdique) donnant un dérivé coloré avec les phosphates (complexe phosphomolybdique de couleur bleue) .l'intensité de la coloration , mesurée par colorimétrie ou spectrophotométrie , est proportionnelle à la concentration en phosphates dans certaines conditions. La concentration du dérivé coloré est déterminée graphiquement à partir d'une droite d'étalonnage établie au préalable avec des concentrations connues en phosphates .

2- Matériel :

- Colorimètre ou spectrophotomètre
- Le cas échéant , fiole de filtration de buchner branchée sur une trompe à vide

3- Produits :

- Phosphate monopotassique
- Acide sulfurique
- Eau distillée

- Tartrate double d'antimoine et de potassium
- Molybdate d'ammonium
- Acide ascorbique

4-Préparation des solution :

- **Solution stock de phosphate (100 mg.L⁻¹)**

Dissoudre 143.2 mg de phosphate monopotassique (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 .

- **Réactif des orthophosphates (réactif molybdique)**

✓ Préparer au préalable les solutions suivantes :

- ✓ **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 (20%)**

Acide sulfurique100 ml

Eau distillée400 ml

- ✓ **Solution de molybdate d'ammonium (40 g.L⁻¹)**

Molybdate d'ammonium5 g

Eau distillée120 ml

- ✓ **Solution d'acide ascorbique (50 g.L⁻¹)**

Acide ascorbique5 g

Eau distillée100 ml

- Préparation du réactif molybdique :

- ✓ Solution d'acide sulfurique à 20 %400ml
- ✓ Solution de tartrate40ml
- ✓ Solution de molybdate d'ammonium120ml
- ✓ Compléter à 800 ml avec de l'eau distillée

• Solution de phosphates pour la construction de la droite étalon (2 mg.L⁻¹)

A préparer extemporanément

- ✓ Solution-stock à 100 mg .L⁻¹ : 20 ml
- ✓ Compléter à un litre avec de l'eau distillée

Préparation de la verrerie

Les doses de phosphates étant très faibles , toutes la verrerie doit etre rincée à l'acide chlorhydrique à 5 % puis à l'eau distillée pour éviter toute contamination .

Construction de la droite d'étalonnage

- Gamme étalon
- Remplir cinq flacons selon les intractions du tableau ci-dessous :

Concentration de phosphate (mg.L⁻¹)	0	0.5	1	1.5	2
Eau distillée (ml)	20	15	10	5	0
Solution étalon de phosphate à 2 mg.L⁻¹(ml)	0	5	10	15	20
Solution d'acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1

- Bien mélanger.
- Ajouter 4 mL de réactif molybdique dans chacun des flacons.
- Attendre 15 min.

Mesures

• Remplir cinq cuvettes standard de spectrophotomètre avec chacune des solutions à tester.

- Régler la source lumineuse sur le rouge (700 nm).
- Placer la cuve 0 mg.L⁻¹ dans l'emplacement prévu du spectrophotomètre.
- Régler le zéro d'absorbance.
- Enregistrer l'absorbance de chacune des cuves.
- Noter les résultats dans le tableau ci-dessous.

- Construire la droite d'étalonnage (absorbance = f [phosphate]).
- Introduire 20 mL de l'échantillon d'eau à mesurer dans un flacon. Ajuster le pH à 7

si nécessaire.

- Ajouter 1 mL de la solution d'acide ascorbique et 4 mL de réactif molybdique.
- Attendre 15 min, remplir une cuvette standard et mesurer l'absorbance.

IV. Spectrophotométrie d'absorption UV-visible :

La spectrométrie d'absorption UV-visible n'est pourtant pas utilisée comme une méthode de routine d'identification des polymères. En effet, contrairement aux spectres infrarouges, les spectres UV-visible des polymères ne présentent généralement pas de bandes d'absorption suffisamment caractéristiques pour permettre l'identification des échantillons. Les principales applications de la spectrométrie UV-visible dans le Domaine des polymères concernent plus spécialement l'analyse D'adjuvants, colorants, pigments et l'analyse du vieillissement des Polymères abordées sur un plan qualitatif (identification des chromophores) ou purement quantitatif (mesure du « jaunissement »). En pratique courante, on opère dans le domaine spectral de L'ultraviolet (180-400 nm) et dans celui du visible (400-800 nm). [60]



Photo 18 : le spectrophotomètre UV-visible utilisé.

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Introduction :

Ce chapitre présente les résultats de divers tests expérimentaux Physique et chimique dans les abattoirs. Le but est de mieux comprendre les caractéristiques de ce type et collecter autant d'informations utiles que possible Choisissez le bon traitement.

II. Résultats des analyses physico-chimiques :

Les analyses physiques et chimiques de l'eau de l'abattoir ont été réalisées dans cette expérience. Au niveau des laboratoires de chimie à l'Université de Bordj Bou Arreridj. Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques Avants et Après le traitement.

Tableau 1 : paramètres physico-chimique des eaux usées d'abattoirs (Avants traitement)

Paramètre	Moyenne	Max	Min	Prélèvement
PH	6.8	7	6.6	4
Température	24.3	28.2	20.5	4
Conductivité	8.0375	9.6	6.4	4
DBO₅	440	500	370	4
DCO	1098.75	1390	675	4
MES	25	40	10	4
Nitrates	1340.225	3817	154	4
Nitrites	0.188	0.262	0.111	4
Ortho phosphate	113.975	185	7.9	4
TAC	1776	2880	960	4
TA	0	0	0	4
Chlorure	1253.15	1604.6	1065	4
Turbidité	254.25	312	203	4

La température des eaux usées de l'abattoir Mardji Lakhdar est comprise entre 20.5 °C et 28.2°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 24.3 °C comme valeur moyenne (**Tableau 1**).D'une manière générale, les échantillons des eaux usées analysées ont un pH relativement neutre comme indiqué dans la figure (**figure 5**). Pour la conductivité électrique, les valeurs moyennes enregistrées se situent entre 6.4 ms/cm et 9.6 ms/cm avec 8.0375µs/cm comme valeur moyenne (**Tableau 1**).

Comme présenté dans (**la figure 6**) et (**le tableau 1**) Les concentrations en MES des eaux usées analysées varient entre 10 mg/L et 40mg/l avec une moyenne de 25 mg/L. Les valeurs de Chlorures dans les eaux usées se situent entre 1065 mg/L et 1604.6 mg/L avec 1253.15 mg/L comme valeur moyenne (**Tableau 1**). Alors que, les valeurs trouvées de l'alcalinité montrent que les eaux usées de l'abattoir sont la valeur se situent entre 960 mg/L et 2880 mg/L avec

1776 comme valeur moyenne et TA=0. 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 rejets du collecteur principal présentent des variations considérables pendant la période d'étude. Les teneurs en Nitrates des effluents de l'abattoir municipal varient entre 154 mg/L et 3817 mg/L avec une concentration moyenne de 1340.225 mg/L. En revanche, les valeurs de Nitrites enregistrées dans les rejets d'abattoir ne présentent pas des variations considérables. Les teneurs en Nitrites des eaux usées analysées varient entre 0,111 mg/L et 0,262 mg/L avec une valeur moyenne de l'ordre de 0,188 mg/L (**Tableau 1**). Les valeurs de pollution organique exprimée en DBO₅ présentent des variations entre les différentes campagnes de prélèvements (**Figure 7**). Les valeurs de DBO₅ enregistrées varient entre 370 mg/L (valeur minimale) et 500 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 440 mg/L (**Tableau 1**). La valeur de DCO présente des variations entre les différentes campagnes de prélèvements (**Figure 8**). Les valeurs de DCO enregistrées varient entre 675 mg/L (valeur minimale) et 1390 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 1098.75 mg/L (**Tableau 1**).

La valeur de ortho phosphate enregistrées varient entre 7.9 mg/L (valeur minimale) et 185 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 113.975mg/L (**Tableau 1**). Et la turbidité comprise entre 203 NTU et 312 NTU comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 254.25 NTU comme valeur moyenne (**Tableau 1**)

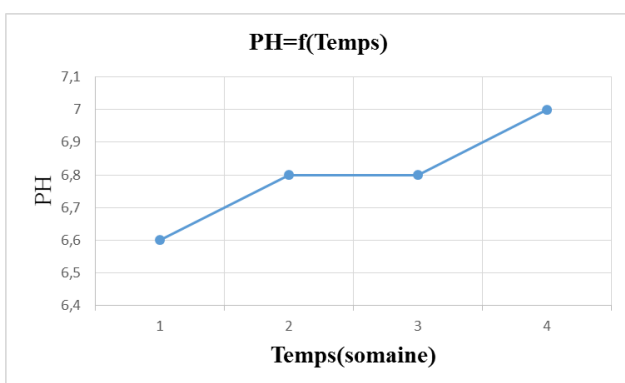


Fig. 5 : Variation des valeurs pH
(Avant le traitement)

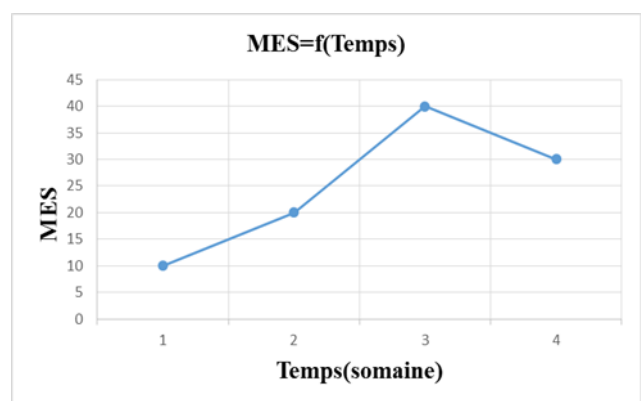


Figure 6 : Variation des valeurs de MES
(Avant le traitement)

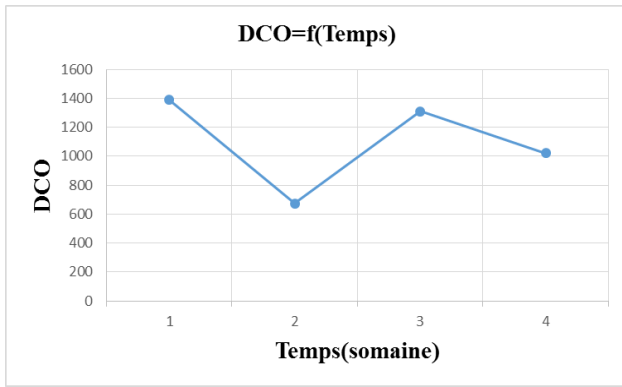


Figure 7 : Variation des valeurs de DCO

(Avant le traitement)

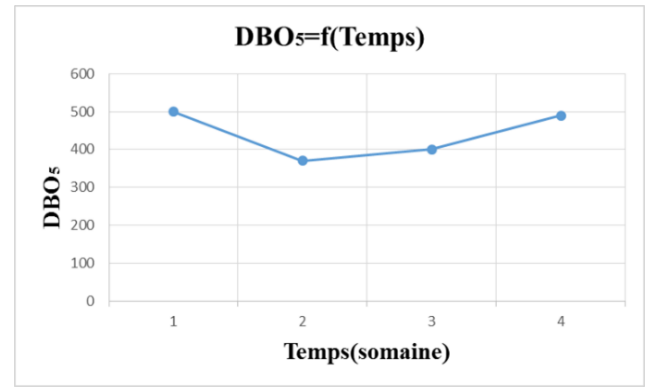


Figure 8 : Variation des valeurs de DBO₅

(Avant le traitement)

Tableaux 2 : paramètres physico-chimique des eaux usées d'abattoirs (Après traitement)

Paramètre	Moyenne	Max	Min	Prélèvement
PH	7.15	7.2	7	4
Température	23.475	27.2	19.7	4
Conductivité	8.1075	10.1	5.43	4
DBO₅	475	480	460	4
DCO	889.75	1380	625	4
MES	27.5	40	10	4
Nitrates	360.275	1306	34	4
Nitrites	0.1126	0.1525	0.0735	4
Ortho phosphates	95.3	134	4.2	4
TAC	1866	2400	1032	4
TA	0	0	0	4
Chlorure	805.85	1065	568	4
Turbidité	189	234	152	4

Après traitement, La température des eaux usées de l'abattoir Merdji Lakhdar est comprise entre 19.7 °C et 27.2°C comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 23.475 °C comme valeur moyenne (**Tableau 2**). Selon la figure (9), qui présente la variation de pH en fonction de temps, nous observons que les échantillons des eaux usées analysées ont un pH relativement neutre. Pour la conductivité électrique, les valeurs moyennes enregistrées se situent entre 5.43 ms/cm et 10.1 ms/cm avec 8.1075 ms/cm comme valeur moyenne (**Tableau 2**). Les concentrations en MES des eaux usées analysées varient entre 10 mg/L et 40 mg/l avec une moyenne de 27.5 mg/L (**Figure 10, Tableau 2**). Les valeurs de Chlorures dans les eaux usées se situent entre 586 mg/L et 1065 mg/L avec 805.85 mg/L comme valeur moyenne (**Tableau 2**). Alors que, les valeurs

trouvées de l'alcalinité montrent que les eaux usées de l'abattoir sont la valeur se situent entre 1032 mg/L et 2400 mg/L avec 1866 mg/L comme valeur moyenne et TA=0. 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 rejets du collecteur principal présentent des variations considérables pendant la période d'étude.

Les teneurs en Nitrates des effluents de l'abattoir municipal varient entre 34 mg/L et 1306 mg/L avec une concentration moyenne de 360.275 mg/L. En revanche, les valeurs de Nitrites enregistrées dans les rejets d'abattoir ne présentent pas des variations considérables. Les teneurs en Nitrites des eaux usées analysées varient entre 0.0735 mg/L et 0.1525 mg/L avec une valeur moyenne de l'ordre de 0.1126 mg/L (**Tableau 2**). Les valeurs de pollution organique exprimée en DBO₅ présentent des variations entre les différentes campagnes de prélèvements. Les valeurs de DBO₅ enregistrées varient entre 460 mg/L (valeur minimale) et 480 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 475mg/L (**Figure 11, Tableau 2**). La valeur de DCO présente des variations entre les différentes campagnes de prélèvements. Les valeurs de DCO enregistrées varient entre 625mg/L (valeur minimale) et 1380 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 889.75 mg/L (**Figure 12, Tableau 2**).

La valeur de ortho phosphate enregistrées varient entre 4.2 mg/L (valeur minimale) et 134 mg/L (valeur maximale) avec une valeur moyenne de 95.3 mg/L (**Tableau 2**). Et la turbidité comprise entre 152 NTU et 234 NTU comme valeurs extrêmes minimales et maximales et 189 NTU comme valeur moyenne (**Tableau 2**).

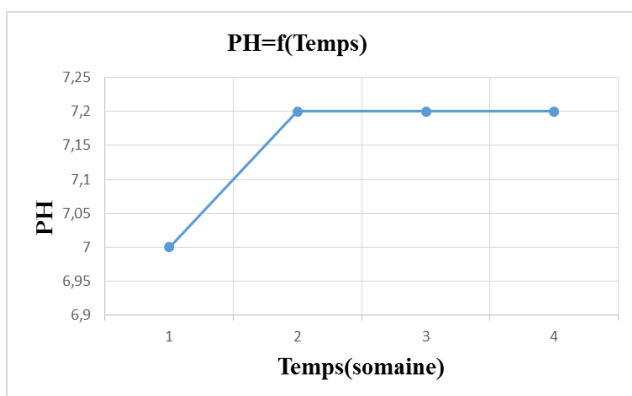


Fig. 9 : Variation des valeurs pH
(Après le traitement)

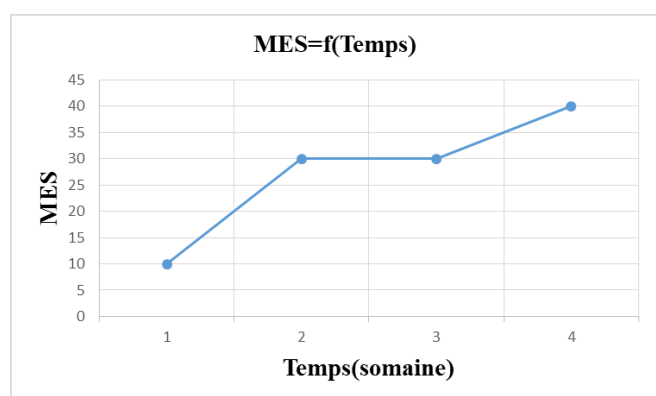


Figure10 : Variation des valeurs de MES
(Après le traitement)

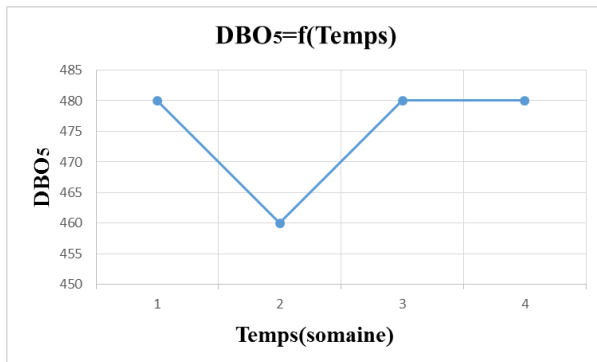


Figure 11 : Variation des valeurs de DBO₅
(Après le traitement)

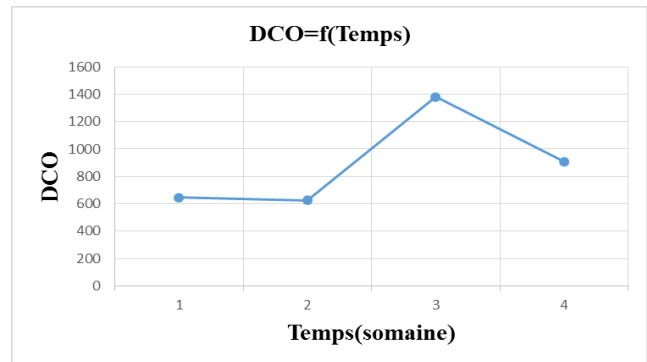


Figure12 : Variation des valeurs de DCO
(Après le traitement)

III.DISCUSSION

III.1.Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées de l’abattoir et charge polluante :

Tableaux 3 : Les normes Nationales et International [61,62]

Caractéristiques	Normes OMS	N.A. (Normes Algériennes)
PH	6,5-8,5	6,5-8,5
DBO ₅	<30 mg/l	35-40 mg/l
DCO	<90 mg/l	125-130 mg/l
MES	<20 mg/l	35-40 mg/l
NO ₂ ⁻	1 mg/l	1 mg/l
NO ₃ ⁻	<1 mg/l	0 mg/l
P ₂ O ₅ / PO ₄ ⁻³	<2 mg/l	2 mg/l
Température °C	<30°C	30°C

- ✚ La Température est inférieure à 30°C considérée comme valeur limite de rejet direct des eaux usées dans le milieu récepteur. La température de l’eau ne doit pas dépasser 30°C, ce qui favorise le développement des microorganismes. En comparant les différentes températures enregistrées avec les normes, on observe qu’elles sont acceptables.
- ✚ les échantillons des eaux usées analysées ont un pH relativement neutre. En comparant nos résultats avec les normes algérienne et de l’OMS qui varient entre 6,5 et 8,5 nous retrouvons que le pH de l’eau épurée est dans les normes.

- ✚ La valeur de la conductivité électrique ne montre pas de minéralisation excessive des effluents issus des rejets des abattoirs.
- ✚ La valeur DBO_5 est élevée. Cette valeur s'explique par l'abondance de matière organique issue des déchets d'abattoirs. De même, la valeur de DCO est très élevée. Les valeurs de DBO_5 et DCO pour cette étude restent élevées et montrent une forte contamination par des oxydants et surtout des matières organiques. Les valeurs élevées de DBO_5 s'expliquent par l'abondance de matière organique et par la concentration de cet effluent dans le sang des déchets d'abattoir, ces eaux usées. En comparant nos résultats de DBO_5 avec ceux de l'Organisation Mondiale de la Santé, on constate que les valeurs relevées pour l'eau sont bien supérieures aux normes et les normes algériennes.
- ✚ En définitive, les teneurs des différents paramètres indicateurs de la pollution organique de l'effluent des rejets de l'abattoir confirment les observations qui ont abouti à la classification des abattoirs parmi les principales industries responsables de la pollution organique.
- ✚ La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. La turbidité est donc l'un des facteurs de la couleur de l'eau. Elle est due à la présence des particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, plus une eau est chargée en particules sédimentaires, plus elle est turbide. Les conséquences de la turbidité concernent la pénétration de la lumière et des ultra-violets dans l'eau, et donc la photosynthèse et le développement des bactéries.
- ✚ A travers nos résultats, nous remarquons une légère augmentation des nitrites par rapport aux résultats des normes algérienne et de l'OMS et une augmentation significative des nitrates par rapport à les normes algérienne et de l'OMS, La présence de ces concentrations de composés nitrés augmente la pollution, même si elle est faible, elle peut provoquer la formation de nitrites et de nitrosamines, qui sont responsables de deux phénomènes pathologiques possibles : la méthémoglobinémie et le risque de cancer.
- ✚ Du fait de l'origine exogène du PO_4^{3-} , des valeurs élevées des composés phosphatés enregistrées au cours de cette étude, on observe une augmentation de l'ortho phosphate par rapport aux résultats des spécifications algérienne et OMS.
- ✚ La concentration plus élevée de $CaCO_3$ dans les échantillons analysés pourrait être attribuée au rejet d'eaux usées moins chargées en matière organique fermentescible potentiellement oxydée et entraînant une production de CO_2 plus élevée. $CaCO_3$ est fortement insoluble dans l'eau ; Cependant, la présence de dioxyde de carbone donne à l'eau un pouvoir dissolvant beaucoup plus important en convertissant le carbonate de calcium en bicarbonate de calcium, qui est plus soluble dans l'eau.

Les teneurs en matières en suspension dans les effluents sont proches à la norme et cela confirme le nettoyage des grilles en amont des stations de traitement avec une bonne décantation ainsi que le temps de séjour suffisant des affluents dans les bassins de décantation.

- ❖ Quant aux résultats des analyses avant et après, il n'y a pas de différence, on remarque un léger changement après traitement.

Tableaux 4 : Relations des eaux usées de l’abattoir (Avant traitement)

	Moyenne	Max	Min	Prélèvement
DCO/DBO₅	2.49	2.78	1.82	4
DBO₅/DCO	0.40	0.54	0.35	4
MES/DBO₅	0.05	0.1	0.02	4

Tableaux 5 : Relations des eaux usées de l’abattoir (Après traitement)

	Moyenne	Max	Min	Prélèvement
DCO/DBO₅	1.87	2.87	1.35	4
DBO₅/DCO	0.53	0.73	0.43	4
MES/DBO₅	0.05	0.08	0.02	4

Nous avons pu calculer les relations de contamination DCO/DBO₅ et MES/DBO₅. L'utilisation de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour donner une image du degré de pollution des effluents bruts d'abattoir et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable.

- ✓ Pour les effluents des eaux usées d'abattoirs, il est de l'ordre de 1.82 à 2,78 Avant le traitement Comme présenté dans **le tableau 4** et **la figure 13** et 1.35 à 2.87 après le traitement (**figure 14** et **Tableau 5**) On note aussi que si le rapport DOC/ DBO₅ est supérieur à 3 Par conséquent, nous pouvons conclure que même si les eaux usées de ce rejet urbain ont une charge organique élevée, elles sont facilement biodégradables. L'examen de ce rapport confirme clairement le caractère dégradable des eaux usées mixtes de l'abattoir, pour lesquelles un traitement biologique apparaît bien adapté.
- ✓ Pour caractériser une pollution d’abattoirs, on considère souvent le rapport DBO₅/DCO, qui donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux usées et ses possibilités de traitement. Pour notre étude, ce rapport relativement élevé de l'ordre de 0.35 à 0.54 pour avant les traitements (**Tableau 4 et figure 15**) et après le traitement 0.43 à 0.73 actrice de (**Tableau 5et figure 16**). C'est le cas général pour les rejets chargés en matière organique. Cette charge organique

rend ces eaux usées assez instables, c'est à dire qu'elles évolueront vite vers des formes "digérées" avec le risque de dégagement d'odeurs. En effet, les eaux usées de ce collecteur sont à dominante organique.

- ✓ Les valeurs habituelles du rapport MES/DBO₅ sont comprises entre 0.1 à 0.02 avant le traitement Comme présenté dans (tableau4 et figure17) et 0.02 à 0.08 après le traitement (tableau5 et figure18). Ce rapport explique le pourcentage de sédimentation des matières en suspension par rapport à la charge organique. Par ailleurs, le rapport DCO/DBO₅ est faible, ce qui nous permet de déduire que la charge en matières organiques dans les eaux usées de ce collecteur est facilement biodégradable

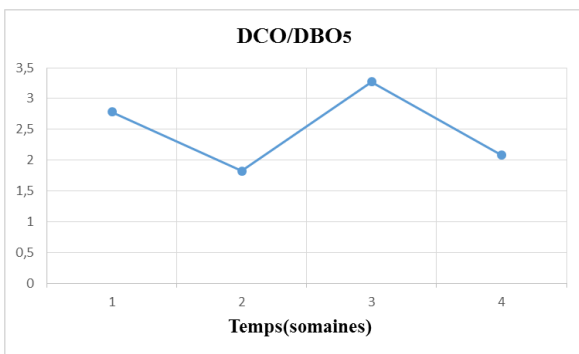


Figure 13 : Relation de DCO/DBO₅
(Avant le traitement)

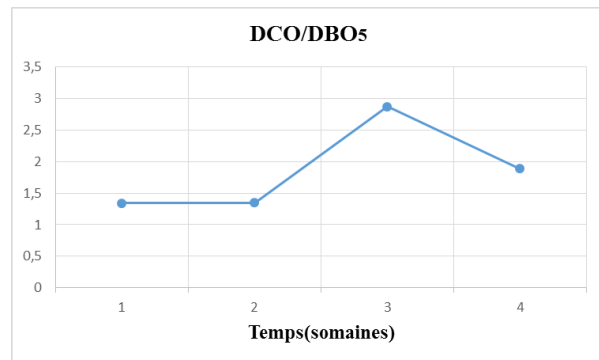


Figure 14 : Relation de DCO/DBO₅
(Après le traitement)

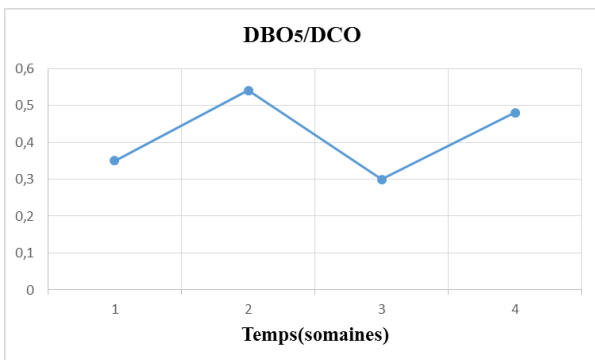


Figure 15 : Relation de DBO₅/DCO
(Avant le traitement)

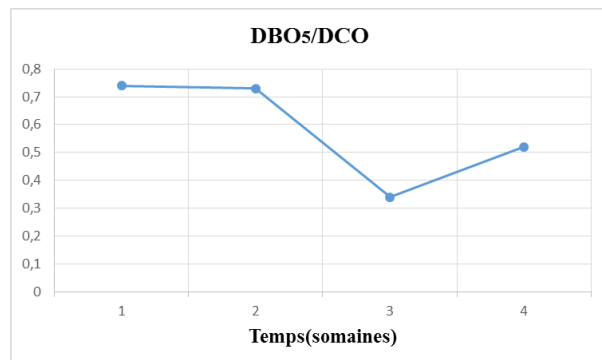


Figure 16 : Relation de DBO₅/DCO
(Après le traitement)

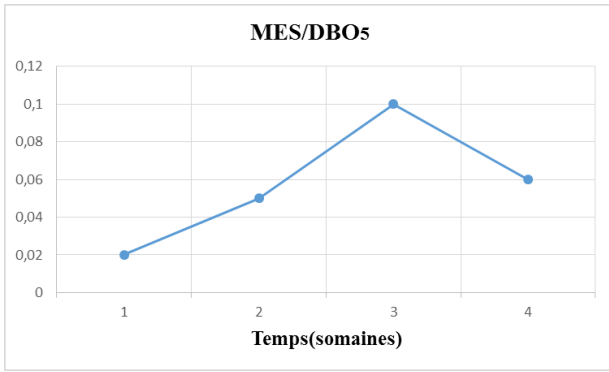


Figure 17 : Relation de MES/DBO₅
(Avant le traitement)

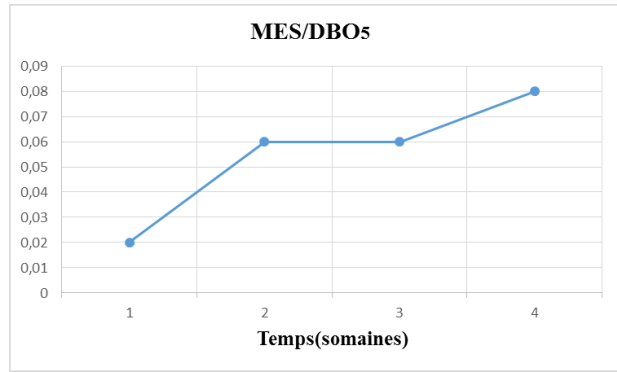


Figure 18 : Relation de MES/DBO₅
(Après le traitement)

Conclusion

Conclusion :

Au terme de cette étude, on peut conclure que les eaux usées rejetées par les abattoirs peuvent être étudiées pour les valeurs des paramètres physiques et chimiques du rejet. Les entretiens et les prélèvements effectués à l'abattoir nous ont permis de faire l'inventaire de cet abattoir sur une carte sanitaire. Outre son mauvais état, les résultats des paramètres physiques et chimiques étudiés ont montré que le PH, DBO₅, DCO, MES, CE, le Nitrate, le Nitrite, l'ortho phosphate, la turbidité, l'alcalinité, le chlorure et la température en général ne sont pas conformes aux normes algériennes et normes internationales, on constate donc que l'effluent brut de l'abattoir est dense. Chargées d'indicateurs de polluants vitaux, ces eaux ont besoin de beaucoup d'oxygène pour oxyder et même dégrader biologiquement la matière organique.

Les valeurs dépassent largement les normes d'élimination des déchets d'abattoir dans les milieux récepteurs. Ce qui représente le risque de pollution de l'environnement, d'où le besoin de traitement avant tout déversement dans la nature.

Cet effluent est donc épuré par des procédés biologiques adaptés aux fortes charges organiques. Ainsi la charge peut être réduite grâce à un réacteur aérobie à forte charge ou un digesteur anaérobie. Ce procédé est donc introduit dans un schéma « classique » avant l'activation de la fosse à boues ou du biofiltre par exemple. L'unité d'ultrafiltration ou de nanofiltration peut également être installée après les réacteurs à forte charge pour assurer la qualité du vide. Les charges lourdes peuvent également être traitées avec des réactifs qui améliorent le métabolisme de la matière organique via la biomasse ou par l'ajout de flocculant qui permet la précipitation de la matière organique.

Les propriétés physiques et chimiques des déchets d'abattoir jouent un rôle crucial dans leur traitement. En effet, s'il s'agit d'un effluent biodégradable, alors un traitement biologique peut être envisagé. Il est traité avec des boues activées .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]. N. Chaouch, "Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées," Thèse de doctorat, Université Hadj Lakhdar – Batna, pp.1-11, 2014.
- [2]. Z. Bakiri, " Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classiques : Expérimentation et modélisation, " Mem de Magister, Université Ferhat Abbas Sétif, p.11, 2007.
- [3]. F.Z. Bouzit, " Etude d'un mécanisme de traitement des eaux superficielles à base des plantes végétales, " Mem de Magister, Université 8 Mai 1945- Guelma, pp.1-18-37-39-45, 2012.
- [4]. D.A. Lovett, S.M. Travers and K.R. Davey, "Davey. Activated sludge treatment of abattoir wastewater – I, Influence of sludge age and feeding pattern," *Wat. Res.* 18: 429-434, 1984.
- [5]. D. Gouillard and S. Gariépy, "Faisabilité du procédé aérobique thermophile pour un effluent d'abattoir," *Can. J. Chem. Eng.* 68: 018-1023, 1990.
- [6]. R. Borja and M.M. Duran, "Influence of the support on the kinetics of anaerobic purification of slaughterhouse wastewater," *J. Biores. Technol.* # 44: 57-60, 1993.
- [7]. V. Reginatto, R.M. Teixeira, F. Pereira, W. Schmidell, A. Furigo, R. Menes, C. Etchebechere and H.M. Soqres, " Anaerobic ammonium oxidation in a bioreactor treating slaughterhouse wastewater," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol.22, No 04, pp. 593- 600, 2003.
- [8]. T. Gnagne and F. Brissaud, " Etude des limites de l'épuration par infiltration sur sable des eaux usées fortement chargées en matières oxydables de l'abattoir de Ouagadougou au Burkina Faso," *Sud Sciences & Technologies*, N°9, 2002.
- [9]. M. Asselin, J.F. Blais, P. Drogui and H. Ben moussa, " Utilisation de l'électrocoagulation pour le traitement des eaux usées d'abattoir," 21e Congrès régional de l'est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau. Québec, 2005.
- [10]. S. Amit and R. Ghatge, "Developments in Wastewater Treatment Methods," *Desalination*, Vol.167, pp. 55- 63, 2004.
- [11]. S. Hena, H. Znad, K.T. Heong and S. Judd, " Dairy Farm Wastewater Treatment and Lipid Accumulation by *Arthrospira Platensis*," *Water Research* 128: 267–77, 2017.
- [12]. K. Kalle, " Über Das Verhalten Und Die Herkunft Der in Den Gewässern Und in Der Atmosphäre Vorhandenen Himmelblauen Fluoreszenz," *Deutsche Hydrografische Zeitschrift* 16 (4): 153–66, 1963.
- [13]. A. Bendida, A. tidjani, A. Badri, M.A. Kendouci and M. Nabou, "Treatment of Domestic Wastewater from the Town of Bechar by a Sand Filter (Sand of Beni Abbes Bechar Algeria)," *Energy Procedia* 36: 825–33, 2013.
- [14]. E. Parlanti, K. Wörz, L. Geoffroy and M. Lamotte, "Dissolved Organic Matter Fluorescence Spectroscopy as a Tool to Estimate Biological Activity in a Coastal Zone Submitted to Anthropogenic Inputs," *Organic Geochemistry* 31 (12): 1765–81, 2000.
- [15]. X.U. Zhenzhen, B. Yue, C. Zhonglin, J. Anxi, S. Jimin and H. Xiaoyun, "Application and Microbial Ecology of Psychrotrophs in Domestic Wastewater Treatment at Low Temperature," *Chemosphere* 191: 946–53, 2018.
- [16]. G. Peiffer, " Impact environnemental des effluents d'abattoirs : actualités et techniques réglementaires," Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, p.61, 2002.
- [17]. A. Khennoussi, N. Ameziane, A. Chahlaoui and M. Chaouch, "Effet bactéricide et é Koné. D, 2002. "Épuration Des Eaux Usées Par Lagunage À Microphytes et À Macrophytes En Afrique de l'Ouest et Du Centre : État Des Lieux, Performances Épurationnaires et Critères de Dimensionnement," 2013.
- [18]. V. Johan, O.M. Mizier, "Traitement des eaux industrielles. Effluents d'abattoirs : Une pollution biodégradable, Eau, Industrie, Nuisances," N°269, pp.33- 43, 2004.

Références bibliographiques

- [19]. O. Banton, and L.M. Bangoy, “Hydrogéologie, multiscience environnementale des eaux souterraines,” Sainte-Foy : PUQ/AUPELF. Ed. Québec p. 460, 1997.
- [20]. H. Gannoun, H. Bouallagui, A. Okbi, S. Sayadi, M. Hamdi, “ Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of biologically pretreated abattoir wastewaters in an upflow anaerobic filter,” Journal of Hazardous Materials, PP. 263–271,2009.
- [21]. D. Belghyti, Y. El Guamri, D. Ziti, M.L. Ouahidi, M.B. Joti, A. Harcharassi, H. Amghar, O. Bouchouata, K. El Kharrimi and H. Bounouira, “ Caractérisation physicochimique des eaux usées d’abattoir en vue de la mise en oeuvre d’un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc,” Afrique SCIENCE 05(2), pp.199 – 216, 2009.
- [22]. journal officiel de la république algérienne (jora) (1983a). Loi no 83-03 du 05 février 1983 relative à la protection de l’environnement, JORA no 6, Algérie, p.46
- [23]. M.S. Metahri, “ élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la step est de la ville de tizi-ouzou,” thèse de doctorat, spécialité : Agronomie, université mouloud mammeri de tizi-ouzou, ” p21- 23, 2012.
- [24]. D. Gaijous, “ La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, ”P.220, 1995.
- [25]. Haut-Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD), “ Etude diagnostique de la zone humide AL Massira- Faija, ” cercle d’EL Brouj et Cercle de Settat (Maroc), p. 242, 2007.
- [26]. F. Ramade, “ Dictionnaire encyclopédique des sciences de l’eau,” Ediscience International, Paris, p.786, 1998.
- [27]. ministere de l’amenagement du territoire et de l’environnement Principaux rejets industriels en France – bilan de l’année 1998, Paris, p. 240, 2000.
- [28]. agences de l’eau, ministere de l’amenagement du territoire et de l’environnement Prévention des pollutions accidentelles dans les abattoirs, les équarrissages, les laiteries, les sucreries, Paris, P.62, 1996.
- [29].G. Peiffer, “ Impact environnemental des effluents d’abattoirs : actualités techniques et règlementaires, ” Thèse de doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, France, 2002.
- [30]. Centre d’expertise et de référence en santé publique (INSPQ), (2016), Turbidité, Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/turbidite>
- [32]. G. Peiffer, “ Impact environnemental des effluents d’abattoirs : actualités techniques et règlementaires, ” Thèse de doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Toulouse, France, 2002.
- [33]. Centre d’expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), Détermination du phosphore total dans les effluents : digestion à l’autoclave avec persulfate, méthode colorimétrique automatisée. Québec, Québec : Ministère du Développement durable, de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2011.
- [34]. Environnement et Changement climatique Canada. (2017). Phosphore et prolifération des algues. Repéré à <https://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/default.asp?lang=Fr&n=6201FD24-1>
- [35]. H. S. S. Sharma and G. J. Faughey, “Comparison of subjective and objective methods to assess flax straw cultivars and fibre quality after dew-retting,” Annals of Applied Biology, vol. 135, no 2, p. 495- 501, 1999.
- [36]. R. Renner, “La couleur, facteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande. Renc. Rech. Ruminants,” p. 89-102, 1997.
- [37]. D. Daby, “Coastal pollution and potential biomonitors of metals in Mauritius. Water, Air and Soil pollution,” 174: P.63- 91, 2006.

Références bibliographiques

- [38]. O. Fränzle, B.A. Market, A.M. Breure and H.G. Zechmeister, "Bioindicators and environmental stress assessment. Bioindicators and biomonitors: principles, concepts and applications," editors (Amsterdam: Elsevier Science Ltd.), pp. 41-84, 2003.
- [39]. K.O. Hamido, "Influence des rejets industriels sur la pollution des eaux à BoboDioulasso (Burkina Faso). Diplôme d'Etudes Approfondies en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles," Université Polytechnique de Bobo-dioulasso, Burkina Faso, p78, 2008.
- [40]. G. Howard and al, "Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. Water Research," p.37, 2003.
- [41]. A. Agendia and P. Fonkou, "Collecte, épuration et évacuation d'eaux usées dans les lotissements SIC And EconomicAppraisal. (eds) Amley Inter Sciences ELBS," p.241- 263, 2000.
- [42]. R. Bliefert CetPerraud, "Chimie de l'environnement : aire, eau, sols déchets," Édition de Boeck 2 édition, Bruxelles p. 285-336, 2001.
- [43]. S. Dégrement, "Mémento technique de l'eau, technique en documentation," 10 édition, Paris p. 587, 2005.
- [44]. S. Dégrement, "Mémento technique de l'eau," Édition technique et documentation, 9 ème édition, Paris, p. 49-56, 1989.
- [45]. S. Menouer and S. Taibi, "Étude de la qualité des rejets liquides industriels en aval du complexeGL1/Z," Mémoire de Projet de Fin d'Études, Gestion des Déchets et Pollution des Ecosystèmes, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf d'Oran, p.63, 2014.
- [46]. F. Valiron and J. Mongellaz, Manuel d'assainissement spécifique pour les pays à faible revenu Techniques vivantes Agence de Cooperation Culturelle et Technique ISBN : 92.9028.108.4, 1991.
- [47]. A. Gaïd, "Traitement des eaux usées urbaines," 1993.
- [48]. W. Dekhil Soror and M. Zaïbet, "Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA," 2013.
- [49]. S.M. Ouali, "Procédés unitaires biologique de traitement des eaux, Ed OPU, Alger," p.70, 2001.
- [50]. F. Ladjel, "Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02," Centre de formation au métier de l'assainissement," CFMA-Boumerdes, p.80, 2006. Lavoisier. Paris, p.1266, 2006.
- [51]. Degrement, "Mémento technique de l'eau," 10 ème édition, Ed. Lavoisier, Paris, 2005.
- [52]. M.R. Johns, "Developments in wastewater treatment in the meat processing industry : A review," Bioresour, Technol, 54:203-216, 1995.
- [53]. D. Bélanger, P. Bergevin, J. E. Laperriere and R. Zaloum, "Conception, contrôle et efficacité d'un réacteur biologique séquentiel pour l'épuration des eaux usées d'un abattoir," Sci, et Tech, de l'eau 19 : 142-156, 1986.
- [54]. R.R. Dague, R.F. Urell and E.R. Krieger, "Treatment of pork processing wastewater in a covered anaerobic lagoon with gas recovery," Proc, Of the 44th Industrial Waste Conference, Ann Arbor, MI, pp. 815-823, 1990.
- [55]. J. De villers, M. Squilbin and C. Yourassowsky, "Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général," Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement," p.16, 2005.
- [56]. ADE, "Norme de qualité d'une eau de boisson," 2011.
- [57]. H. Boubekour, "Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk TLATA Mém. Ing. Alimentation et Nutrition," Alimentation et Nutrition, Université abou be kr belkaid tlemcen, P.43-44, 2014.

Références bibliographiques

- [58]. C. Kassim, “ Etude de la qualité physico-chimique et bacteriologieque de l'eau des puits de certains quartiers du districte de bamako,” 2005.
- [59]. Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4 éme édition, p.43, 2013.
- [60]. J. Gardette, “ Caractérisation des polymères par spectrométrie optique »Techniques de l'Ingénieur, ” AM 3 271.
- [61]. Y. Khemici, “ Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes, ” Mémoire de master professionnel en traitement des eaux, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2014.
- [62]. A. Dahou, and A. Brek, “ Lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'Ouargla), ”Mémoire de master académique en génie de l'environnement, Université kasdi Merbah Ouargla, 2013.

Webographie :

- [W1] <http://www.eau.public.lu>, (Consulté le : 07-02-2019)
- [W2] www.sint.fr, (Consulté le : 10-04-2019)
- [W3] <https://www.google.com> , (Consulté le : 10-04-2019).
- [W4] <https://www.google.fr> , (Consulté le : 10-04-2019).