

N° d'ordre

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
FACULTE DES SCIENCES



Domaine

Science de la matière

Mémoire de Master

Option

Chimie de l'Environnement

Thème

Traitement et valorisation des déchets grassex

Présenté par :

M^r : Grabi Hocine

M^r : Achour Ferhat

Soutenu le 15/09/2016 devant les membres du jury composés par :

| | | | |
|---------------------------|-----|-------|----------------------|
| Mme FERRAG Fatiha | MCB | UMMTO | Présidente. |
| M LATEB Yacine | MAA | UMMTO | Examinateur. |
| Mlle ALI Oumessaad | MAA | UMMTO | Examinatrice. |
| Mlle CHEIKH Assira | MCB | UMMTO | Promotrice. |

2015/2016

Remerciements

Merci ALLAH de nous avoir donné la capacité d'écrire, de réfléchir, la force d'y croire, la patience et la volonté de mener à terme le présent travail.

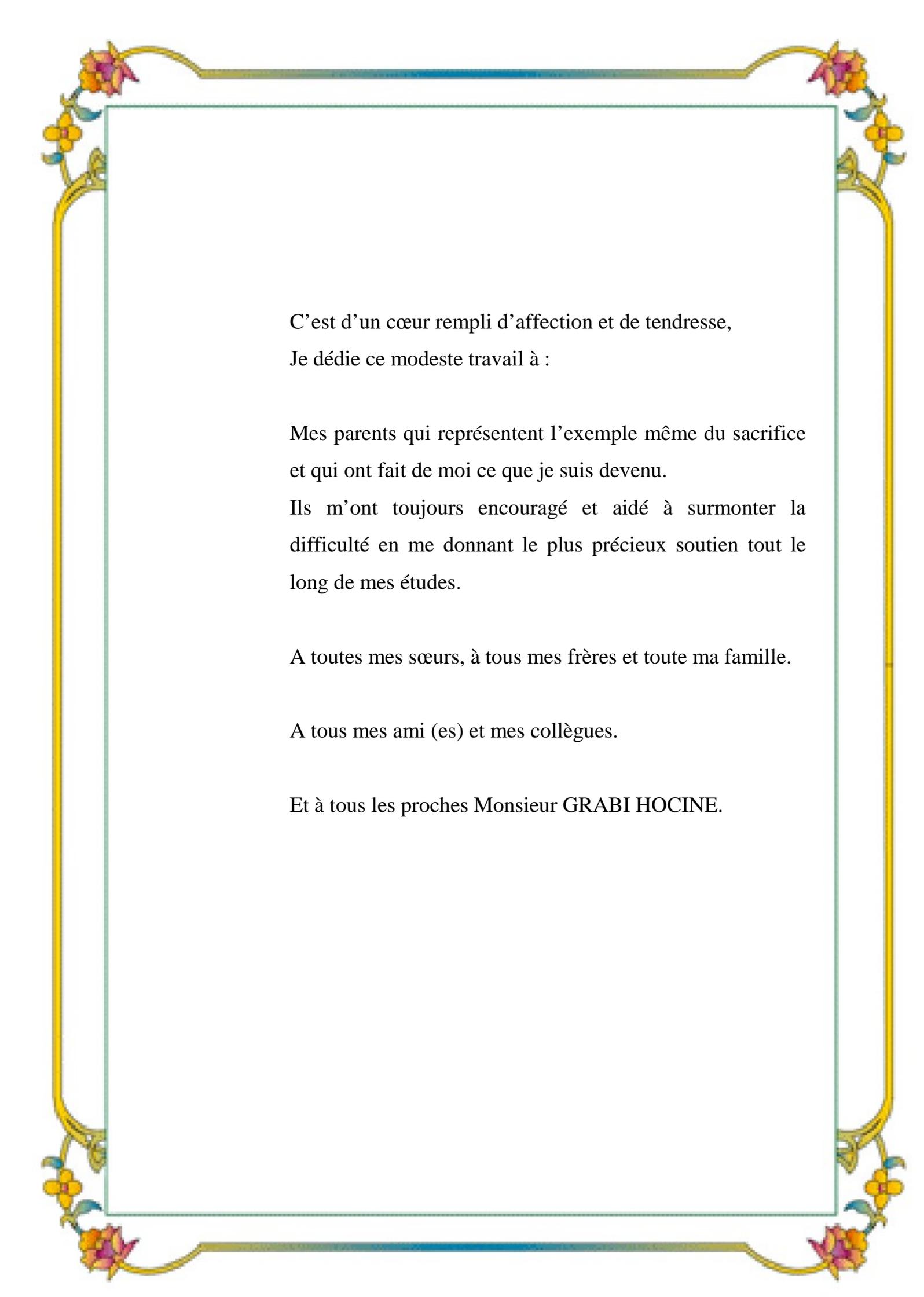
Nous tenons à remercier vivement notre promotrice Mlle CHEIKH Assira, Maître de conférence (B) à l'Université de Tizi-Ouzou tout d'abord pour nous avoir fait confiance et pour avoir proposé cette thématique intéressante. Nous avons apprécié votre aide et vos conseils si précieux. Votre rigueur scientifique et vos qualités pédagogiques nous ont aidés tout au long de la réalisation de ce travail. A travers ce mémoire de recherche, recevez l'expression de notre estime et de notre reconnaissance.

Nous tenons également à témoigner de notre reconnaissance au présidente des jurés Mme FERRAG Fatiha, Maîtres de conférence (B) à l'Université de Tizi-Ouzou, à nos examinateurs Mlle ALI Oumessad, Maîtres Assistantes (A) à l'Université de Tizi-Ouzou et Mr LATEB Yacine , Maître Assistant (A) à l'Université de Tizi-Ouzou. Nous sommes très heureux et fiers de présenter notre travail devant un juré d'une grande compétence.

Nous remercions aussi l'ensemble des personnes de la station d'épuration ONA pour nous avoir permis de prélever nos échantillons.

Nous adressons également nos profondes gratitude à tous les enseignants de l'UMMTO en particulier à ceux du département de Chimie qui ont contribué à notre formation. Nous n'oublions pas de remercier les ingénieurs du laboratoire chimie de l'environnement, chimie pharmaceutique et chimie physique .

Pour finir, nous tenons à exprimer nos infinis remerciements à nos familles qui nous ont toujours soutenues et à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire.



C'est d'un cœur rempli d'affection et de tendresse,
Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents qui représentent l'exemple même du sacrifice
et qui ont fait de moi ce que je suis devenu.

Ils m'ont toujours encouragé et aidé à surmonter la
difficulté en me donnant le plus précieux soutien tout le
long de mes études.

A toutes mes sœurs, à tous mes frères et toute ma famille.

A tous mes ami (es) et mes collègues.

Et à tous les proches Monsieur GRABI HOCINE.

Dédicaces

À la mémoire de mon Père,
Qui nous à toujours appris, jusqu'à son dernier souffle, à nous soumettre à Dieu et, à rester debout devant les hommes,

Que Dieu te garde dans son vaste paradis mon Père,

À ma chère Maman,

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude et l'amour que j'éprouve,
Le respect, la reconnaissance...

Que Dieu t'accorde une longue et paisible vie,

A mes Grands Parents, à mes frères Brahim et Hocine, à mes oncles Farid et Rachid, à ma tante,

Je leur dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements,

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, mes aimables amis, collègues d'études, et frères de coeur, toi Benslama , Farid , Nacer

À tous mes camarades du Master 2 chimie d'environnement, et à tous ceux qui me sont chers,

À tou(te)s les militant (e) s des causes nobles,

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je n'ai que si peu de mots pour exprimer mes sentiments, merci, merci, merci, mille fois merci.

Achour Ferhat

Liste des abréviations

DCO : Demande chimique en oxygène (**mg d'O₂/L**).

E.P.I.C : Etablissement public national à caractère industriel et commercial.

MES : Matière en suspension (**mg/L**).

MG : Matière grasse (**mg/L**).

MM : Matière minérale (**mg/L**).

MO : Matière organique.

MVS : Matière volatile sèche (**mg/L**).

ONA : Office National d'Assainissement.

ONS : Office Nationale des Statistiques.

Liste des figures

| Figure | PAGE |
|---|-------------|
| Figure n°II.1 : Graisses flottent en surface | 15 |
| Figure n°II.2 : Le bac de stockage | 15 |
| Figure n°II.3 : Techniques de prétraitement | 16 |
| Figure n°II.4 : Réacteur biologique | 19 |
| Figure n°II.5 : Dispositif expérimental pour la saponification | 21 |
| Figure n°II.6 : Dispositif expérimental pour la production de biogaz | 22 |
| Figure n°III.1 : Effet des différents coagulants utilisés sur le procédé de coagulation floculation appliqué sur le rejet 1 | 27 |
| Figure n°III.2 : Effet des différents coagulants utilisés sur le procédé de coagulation floculation appliqué sur le rejet 2 | 29 |
| Figure n°III.3 : Variation de la DCO en fonction des différentes valeurs de pH de saponification pour le rejet 1 | 31 |
| Figure n°III.4 : Variation de taux de matière grasse en fonction de pH de saponification pour le rejet 1 | 32 |
| Figure n°III.5 : Variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des différents pH de saponification pour le rejet 1 | 33 |
| Figure n°III.6 : Variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des taux de MVS pour le rejet 1 | 33 |
| Figure n°III.7 : Evolution de la DCO à différentes valeurs de pH de saponification pour le rejet 1 | 35 |
| Figure n°III.8 : Variation du taux d'abattement de la DCO finale en fonction de pH de saponification pour le rejet 1 | 35 |
| Figure n°III.9 : Variation du taux d'abattement de la matière grasse final en fonction du pH de saponification pour le rejet 1 | 36 |
| Figure n°III.10 : Evolution de la DCO à différentes valeurs de MVS pour le rejet 1 | 37 |
| Figure n°III.11 : Variation du taux d'abattement de la DCO final en fonction de MVS pour le rejet 1 | 37 |

| | |
|---|----|
| Figure n°III.12: Evolution de la DCO à différentes valeurs de pH de saponification pour le rejet 2 | 39 |
| Figure n°III.13: Variation du taux d'abattement de la DCO final en fonction de pH de saponification pour le rejet 2 | 39 |
| Figure n°III.14: Variation du taux d'abattement de la matière grasse en fonction de pH de saponification pour le rejet 2 | 40 |
| Figure n°III.15: Evolution de la DCO pour les deux traitements | 42 |
| Figure n°III.16: Variation du taux d'abattement de la DCO pour les deux traitements ... | 42 |
| Figure n°III.17: Les deux surnageant issus de traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées | 44 |
| Figure n°III.18: Les deux surnageant issu de traitement biologique aérobie du deuxième rejet | 46 |
| Figure n°III.19: Propriétés moussantes du savon..... | 47 |
| Figure n°III.21: Multi-analyseur de gaz | 49 |

Liste des tableaux

| Tableau | PAGE |
|---|-------------|
| Tableau n°I.1 : Classification des acides gras en fonction du nombre d'atome de carbone ... | 10 |
| Tableau n° II.1 : Quelques paramètres de caractérisation des déchets graisseux..... | 16 |
| Tableau n°III.1 : Teneurs moyennes et limites des différents paramètres caractérisant les rejets | 23 |
| Tableau n°III.2: Les abréviations correspondant au surnageant concerné par le traitement.. | 41 |
| Tableau n°III.3: Les résultats finaux obtenus pour le traitement biologique aérobie du rejet 2 | 45 |

Sommaire

| | |
|------------------------------------|---|
| Introduction générale | 1 |
|------------------------------------|---|

Partie théorique

Chapitre I : Etude bibliographique

I. Notions de base sur le traitement et valorisation des déchets gras

| | |
|---|----|
| I.1. Généralités sur les eaux usées | 4 |
| I.1.1. Définition des eaux usées | 4 |
| I.1.2. Les types des eaux usées | 4 |
| I.1.2.1. Les eaux usées domestiques | 4 |
| I.1.2.2. Les eaux usées de ruissellement | 4 |
| I.1.2.3. Les eaux usées industrielles | 5 |
| I.1.3. Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel | 5 |
| I.1.4. La nécessité de l'épuration et caractères réglementaires | 5 |
| I.2. L'Office National d'Assainissement | 6 |
| I.2.1. Création de l'ONA | 6 |
| I.2.2. Les missions de l'ONA | 6 |
| I.2.3. Les différentes étapes d'épuration des eaux résiduaires | 6 |
| I.2.3.1. Traitement préliminaire (prétraitement) | 7 |
| I.2.3.2. Traitement primaire | 7 |
| I.2.3.3. Traitement secondaire | 7 |
| I.2.3.4. Le traitement tertiaire | 7 |
| I.3. Risque de pollution | 7 |
| I.4. Nuisance engendrée par les graisses dans le domaine de l'épuration | 8 |
| I.5 Les graisses | |
| I.5.1. Définition des lipides | 9 |
| I.5.2. Différentes origines des graisses | 9 |
| I.5.3. Composition des lipides | 10 |
| I.5.3.1. Les acides gras | 10 |

| | |
|---|----|
| I.5.4 Principales propriétés physico-chimique des lipides | 11 |
| I.5.4.1. Propriétés physiques..... | 11 |
| I.5.4.1.1. Le point de fusion..... | 11 |
| I.5.4.1.2. La solubilité..... | 11 |
| I.5.4.1.3. Le point d'ébullition..... | 12 |
| I.5.4.2. Propriétés chimiques | 12 |

I.6. Techniques de traitement des déchets

| | |
|--|----|
| I.6.1. Traitements physico-chimiques | 12 |
| I.6.1.1. Coagulation-floculation..... | 12 |
| I.6.2. Traitements biologiques..... | 12 |
| I.6.2.1. Traitements biologiques aérobie | 12 |
| I.6.2.2. Traitements biologiques anaérobie | 13 |
| I.6.3. Filières de valorisation | 13 |
| I.6.3.1. Saponification | 13 |

Chapitre II : Matériels et méthodes

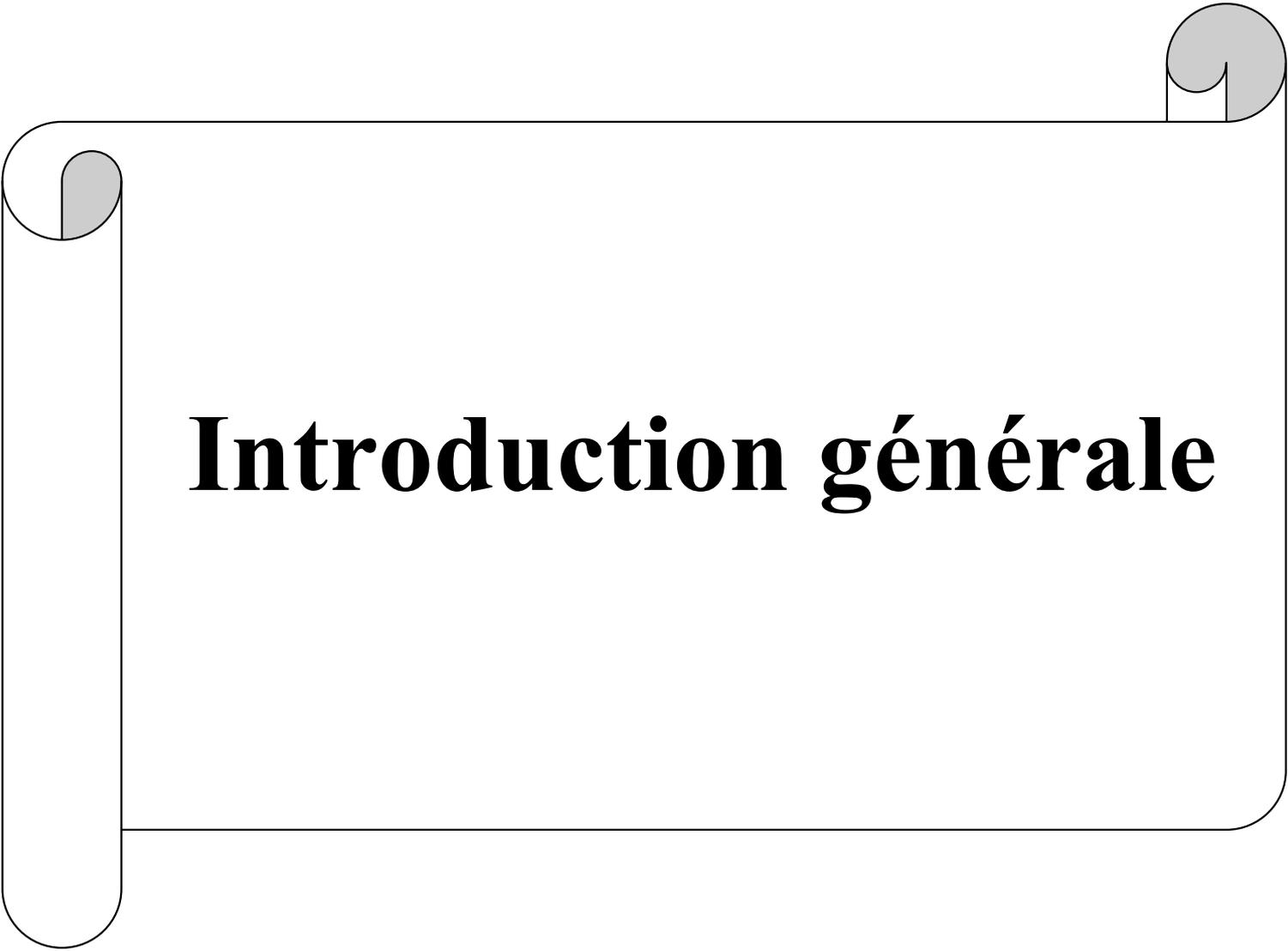
| | |
|---|----|
| II.1. Echantillonnage | 14 |
| II.1.1. Prétraitement des déchets..... | 15 |
| II.1.1.1. Traitement manuel | 16 |
| II.1.1.2. Mélange et agitation..... | 16 |
| II.1.1.3. Conservation | 16 |
| II.2. Caractérisation de l'effluent..... | 17 |
| II.3. Essai de traitement..... | 17 |
| II.3.1. Coagulation – floculation..... | 17 |
| II.3.1.1. Réactifs..... | 17 |
| a. Effluents à traiter..... | 17 |
| b. Coagulants utilisés | 18 |
| II.3.1.2. Appareillage..... | 18 |
| II.3.1.3. Mode opératoire..... | 19 |
| II.3.2. Traitement biologique aérobie | 19 |
| II.3.2.1. Dispositif..... | 19 |
| II.3.2.2. Fonctionnement | 20 |
| II.3.3. Traitement complémentaire | 20 |

| | |
|--|----|
| II.4. Essai de valorisation | 20 |
| II.4.1. Valorisation par saponification | 20 |
| II.4.1.1. Réactifs..... | 20 |
| II.4.1.2. Mode opératoire..... | 20 |
| II.4.2. Production du biogaz | 21 |
| II.4.2.1. Réactifs..... | 21 |
| II.4.2.2. Appareillage | 21 |
| II.4.2.3. Description du réacteur discontinu | 21 |

Chapitre III : Résultats et discussion

| | |
|--|-----------|
| III.1 Caractérisation des rejets..... | 23 |
| III.1.1. Interprétation des paramètres | 24 |
| III.1.1.1. Paramètres organoleptiques | 24 |
| a. L'odeur | 24 |
| b. Couleur | 24 |
| III.1.1.2. Paramètres physiques..... | 24 |
| a. Température | 24 |
| b. Potentiel d'hydrogène | 24 |
| c. Matières en suspension | 25 |
| b. Les matières volatiles sèches | 25 |
| III.1.1.3. Paramètres chimiques | 25 |
| a. Demande chimique en oxygène (DCO) | 25 |
| b. Les lipides totaux | 25 |
| III.2. Traitement par coagulation-floculation | |
| III.2.1. Rejet 1 | 26 |
| III.2.1.1. Coagulation-floculation | 26 |
| III.2.1.1.1. Optimisation de la dose des différents coagulants | 26 |
| III.2.2. Rejet 2..... | 28 |
| III.2.2.1. Etape de coagulation..... | 28 |
| III.3. Traitement biologique | |
| III.3.1. La phase de saponification | 30 |
| III.3.1.1. Influence de la saponification sur la DCO initiale..... | 31 |
| III.3.1.2. Influence de la saponification sur le taux des graisses | 31 |

| | |
|---|----|
| III.3.2. La phase du mélange et d'adsorption..... | 32 |
| III.3.2.1. Variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des différents. | 32 |
| III.3.2.2. Influence des taux de MVS sur l'abattement de la DCO..... | 33 |
| III.3. La phase du traitement biologique aérobie..... | 34 |
| III.3.1. Rejet 1 | 35 |
| III.3.1.1. Influence de pH sur le traitement biologique | 35 |
| III.3.1.2. Influence de traitement biologique sur le taux des graisses... | 36 |
| III.3.1.3. Influence des taux de MVS sur le traitement biologique..... | 37 |
| III.3.2. Rejet 2 | 38 |
| III.3.2.1. Influence des conditions optimales du premier rejet sur le deuxième | 39 |
| III.4. Traitement complémentaire..... | 41 |
| III.4.1. Rejet 1 | 41 |
| III.4.1.1. Traitement par charbon actif et par filtre à sable | 41 |
| III.4.1.2. Traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées. | 43 |
| III.4.1.3. Traitement par dilution | 45 |
| III.4.2. Rejet 2 | 46 |
| III.5. Valorisation des déchets gras | 45 |
| III.5.1. Valorisation par saponification..... | 46 |
| III.5.1.1. Application de la réaction de saponification sur le rejet 1 | 47 |
| III.5.1.2. Test des propriétés du savon..... | 47 |
| III.5.1.2.1. Test des propriétés moussantes du savon..... | 48 |
| III.5.1.2.2. Test de présence des traces du savon..... | 48 |
| III.5.2. Valorisation par traitement biologique anaérobie (La méthanisation) | 49 |
| III.5.2.1. Application de La méthanisation sur le rejet 2 | 49 |
| CONCLUSION | 50 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | |
| ANNEXES | |

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and horizontal lines at the top and bottom. The corners are rounded and feature a grey scroll-like detail.

Introduction générale

La prévention : un enjeu central pour l'environnement

La population algérienne a évolué de 10,2 millions d'habitants à l'indépendance à plus 40 millions aujourd'hui [ONS]. Ce changement démographique ainsi que sa répartition inégale sur le territoire (Le nord représente seulement 4% du territoire national mais occupe 65% de la population), ont introduit une hausse très importante de la consommation de biens. Par conséquent, cette consommation provoque des besoins énergétiques énormes entraînant une surexploitation des ressources. D'autre part, la quantité journalière des déchets est considérablement augmentée. Une mauvaise gestion de ces derniers peut entraîner un dysfonctionnement dans notre environnement (de point de vue qualité et hygiène). En effet, nous observons un impact direct sur la santé humaine. Par exemple, l'augmentation de certaines maladies rares (cancer, ostéoporoses, maladies respiratoires et dermatologiques). Par ailleurs, les ressources naturelles (les eaux de surface, souterraines) sont contaminées.

Le premier constat que n'importe qui d'entre nous pourrait faire est de dire que **«la science avance et l'environnement recule»**

Réduire la consommation de l'énergie, diminuer les rejets autant que les émissions de gaz nocifs dans l'atmosphère, constituent les premiers objectifs à atteindre pour une économie respectueuse de l'environnement.

La transformation de nos comportements constitue à l'évidence un préalable. A cet effet, une profonde sensibilisation aux préoccupations de l'environnement et les problèmes qui s'y rattachent sont des objectifs incontournables. Nous devons toujours avoir ces motivations ; ce sens de l'engagement pour travailler individuellement et collectivement à résoudre ce véritable fléau mondial.

En effet, la protection de l'environnement est devenue un des enjeux majeurs du développement économique. De plus, à travers une prise de conscience mondiale, les émissions polluantes, les déchets industriels, la contamination des cours d'eau, les perturbations climatiques, les incidences sur la santé, constituent désormais autant de sujets sensibles.

En partant de ces vérités, la voie de recyclage et de valorisation ainsi que de traitement des déchets devient une nécessité pour la durabilité de vie sur terre pour les générations à venir. C'est pour cela, que la protection de l'environnement consiste à prendre des mesures pour limiter ou supprimer l'impact négatif des activités de l'homme sur son environnement. Parmi les mesures prises à l'heure actuelle, on cite l'épuration des eaux usées. Cette action est réalisée par la station d'épuration. En Algérie, l'organisme qui s'occupe de cette tâche est l'Office Nationale d'Assainissement (ONA, 2016).

Cette dernière, rencontre un problème se situant au niveau du dégraisseur. En effet, la récupération et le stockage des graisses, après le dégraissage, se fait dans des bennes à ordures. Ainsi, en évitant de polluer le milieu récepteur, la pollution des graisses est déplacée vers le sol (CET). Les matières grasses dans les eaux usées, posent un certain nombre de problèmes. Leur élimination est nécessaire afin de rendre opérationnelles et efficaces, toutes les étapes de l'épuration.

C'est pourquoi, notre étude sera focalisée sur le traitement et la valorisation des déchets graisseux. Ces derniers représentent à l'heure actuelle une source de déchets importante pour le secteur agro-alimentaire et les installations de retraitement des eaux usées. Il est donc important de trouver des voies de valorisation économiquement et techniquement applicables pour un développement durable.

En effet, dans les pays développés en ce domaine, les graisses d'origine alimentaires ne sont plus considérées comme des déchets mais des produits valorisables.

L'objectif de notre travail consiste à proposer un traitement pour les déchets graisseux issus de la station d'épuration. Ce traitement consiste à provoquer une prolifération de micro-organismes aux dépens des matières organiques apportées par l'effluent, en présence d'oxygène. Un autre objectif à atteindre c'est de valoriser ces déchets, nous proposons donc de synthétiser un savon par un procédé chimique (Saponification) et aussi d'étudier la possibilité de produire une énergie (biogaz) par digestion anaérobie.

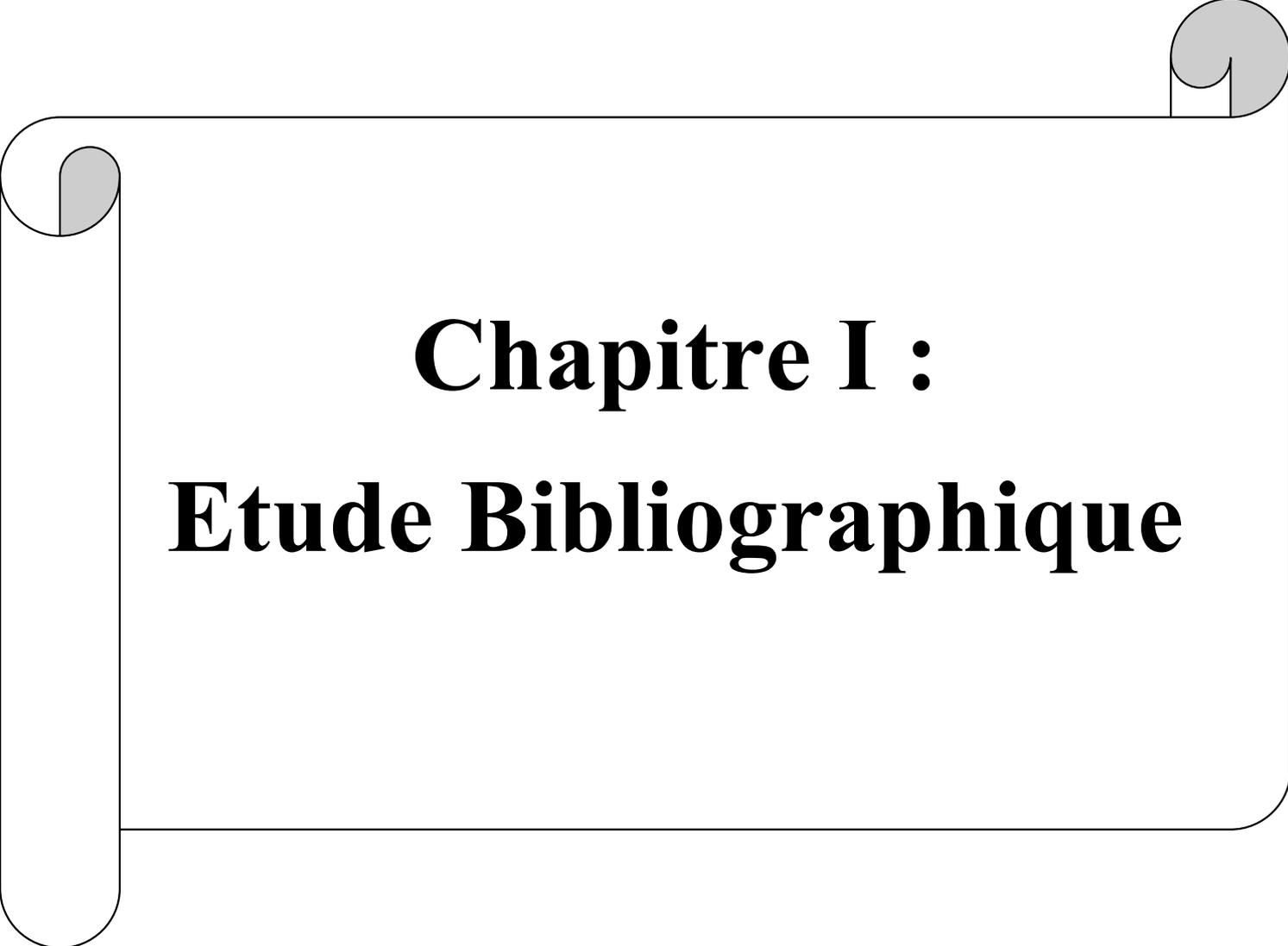
Ce mémoire s'organise en trois chapitres, à travers lesquels nous décrivons le travail effectué pour la conception et la réalisation de notre traitement :

- ✓ **Chapitre 1** : Concernera une étude bibliographique où il sera présenté des généralités sur les eaux usées. L'ONA sera succinctement présenté et quelques notions sur les graisses seront données ainsi que leurs impacts et les méthodes de leur traitement.

- ✓ **Chapitre 2** : Portera sur la description de matériels et des expériences menées au laboratoire pour l'élimination des déchets graisseux ainsi que leur valorisation.

- ✓ **Chapitre 3**: Présentera les résultats obtenus lors de la caractérisation du rejet et de son traitement ainsi sa valorisation.

Ce mémoire sera achevé par une conclusion générale et des perspectives.

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Chapitre I :

Etude Bibliographique

I. Notions de base sur le traitement et valorisation des déchets graisseux :

I.1. Généralités sur les eaux usées :

I.1.1. Définition des eaux usées :

Les eaux résiduaires urbaines, ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. (Abibsi, 2011).

Donc, sous la terminologie d'eau résiduaire, on regroupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

I.1.2. Les types des eaux usées :

On distingue plusieurs catégories d'eaux usées parmi eux :

- les eaux usées domestiques,
- les eaux usées de ruissellement
- les eaux usées industrielles.

I.1.2.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques comprennent : les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales).

Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de Carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que le soufre, phosphore, fer, etc.) (Djeddi, 2006)

I.1.2.2. Les eaux usées de ruissellement :

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles,

feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules).

Plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines (Desjardins, 1997).

I.1.2.3. Les eaux usées industrielles :

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

La variété des eaux usées industrielles est très grande. Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme. (Edline, 1979).

I.1.3. Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel :

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut 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.

Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (Djeddi, 2006)

I.1.4. La nécessité de l'épuration et caractères réglementaires :

La précédente partie démontre la nécessité de l'épuration des eaux usées. Le traitement d'une eau usée réalisée par la station d'épuration donne un effluent qui n'altère pas

l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène publique ; il ne doit pas porter atteinte aux intérêts et activités telles que l'alimentation en eau des hommes, des animaux et des plantes, les intérêts piscicoles ayant notamment une valeur de test à l'égard des pollutions une eau épurée doit répondre à certains critères fondamentaux ; en pratique, on s'assurera en outre que (**Telli Sidi Mohamed, 2013**):

- Température de l'eau ne doit pas dépasser 30°C
- Sa couleur ne doit pas provoquer une coloration visible dans le milieu récepteur
- Le pH doit être neutre

I.2. L'Office National d'Assainissement (ONA) :

I.2.1. Création de l'ONA :

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001. (**ONA, 2016**)

I.2.2. Les missions de l'ONA :

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de l'assainissement, l'Office National de l'Assainissement est chargé sur le territoire national, de l'exploitation, de la maintenance, du renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure (**ONA, 2016**) :

- La protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique,
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique,
- La préservation de la santé publique...

I.2.3. Les différentes étapes d'épuration des eaux résiduaires :

La station d'épuration des eaux d'une agglomération urbaine importante comporte une chaîne de traitement dont la complexité dépend des degrés d'épuration jugée nécessaire, cette chaîne comprend. (**Telli Sidi Mohamed, 2013**)

- ❖ Traitement préliminaire (prétraitement)
- ❖ Traitement primaire
- ❖ Traitement secondaire
- ❖ Traitement tertiaire

I.2.3.1. Traitement préliminaire (prétraitement) :

Dans une station d'épuration, les eaux brutes subissent à l'arrivée un certain nombre d'opération mécanique ou physique destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour un traitement ultérieur. Ces opérations sont : le **dégrillage**, le **tamissage**, le **dessablage**, le **déshuilage** et **dégraissage**. (Telli Sidi Mohamed, 2013)

I.2.3.2. Traitement primaire :

Le traitement primaire est un traitement physico-chimique qui consiste à éliminer les matières décantables par une simple décantation.

I.2.3.3. Traitement secondaire :

Le traitement secondaire est un traitement purement biologique des eaux usées et a pour objet de réduire la teneur en matière organique présentes dans ces eaux et leur dégradation biologique par les micro-organismes. Parmi les divers micro-organismes responsables de la dégradation on trouve les bactéries aérobies et les bactéries anaérobies. (Telli Sidi Mohamed, 2013)

I.2.3.4. Le traitement tertiaire :

Il a pour but d'affiner l'épuration selon les qualités exigées pour l'eau rejetée. Les traitements tertiaires les plus courants sont la déphosphatation et la désinfection. Dans le cas de la déphosphatation tertiaire, il s'agit d'un traitement physico-chimique qui produit des boues dites tertiaires. (Telli Sidi Mohamed, 2013)

I.3. Risque de pollution :

Lors du pré-traitement (dessablage-dégraissage) des eaux usées domestiques, différents sous-produits sont générés tels que les déchets gras. Ces graisses sont hétérogènes et sont constituées par des matières organiques biodégradables, des matières organiques non biodégradables telles que des débris, ou encore de l'eau. Alors malgré les différents traitements et analyses réalisées, il a été constaté l'absence de traitement des graisses. L'ONA est face à un problème qui se situe au niveau du dégraisseur où la récupération et le stockage des graisses, après dégraissage, se fait dans des bennes à ordures. Ainsi, en évitant de polluer le milieu récepteur, la pollution des graisses est déplacée vers le

sol (CET). Les matières grasses (matières lipidiques ou graisses), dans les eaux usées, posent un certain nombre de problèmes. Leur élimination est nécessaire afin de rendre opérationnelles et efficaces, toutes les étapes de l'épuration notamment les étapes de traitement biologique et d'atteindre en sortie, des eaux respectant les normes de rejets notamment en terme de demande chimique en oxygène et des boues respectant les normes d'épandage

I.4. Nuisances engendrées par les graisses dans le domaine de l'épuration :

Les graisses présentes dans l'effluent à traiter posent de nombreux problèmes dans le domaine de l'épuration.

➤ La **solidification** de certaines graisses à température ambiante associée à leur caractère insoluble peut entraîner le colmatage des canalisations (du réseau d'assainissement ou de la station d'épuration) et des supports de culture dans les stations d'épuration à cultures fixées. **(J.P. Canler, 2001)**

➤ Elles sont responsables de nuisances olfactives dans les réseaux et sur station en raison de leur caractère fermentescible important. **(J.P. Canler, 2001)**

➤ La **fermentation** des acides gras, contenus dans les graisses, entraîne la formation d'hydrogène sulfuré, H₂S. Ce gaz, nauséabond à faible concentration (odeur d'«œuf pourri»), provoque de mauvaises conditions de travail pour les salariés des entreprises. De plus, l'hydrogène sulfuré est dangereux voire mortel à faible concentration. Par réaction avec l'eau, ce gaz entraîne la formation d'acide sulfurique qui peut être responsable de la corrosion des canalisations. **(J.P. Canler, 2001)**

➤ Les graisses constituent un substrat privilégié pour la croissance de certains organismes filamenteux hydrophobes comme *Microthrix Parvicella* qui affecte la décantabilité de la boue et *Nocardia amarae* qui est à l'origine de mousses brunes visqueuses et stables susceptibles de créer des problèmes d'exploitation et des rejets non conformes. **(J.P. Canler, 2001)**

➤ Dans les bassins d'aération, elles réduisent les transferts d'oxygène à deux niveaux différents : au niveau du floc, par adsorption sur celui-ci (création d'un film lipidique qui réduit le transfert d'oxygène dissous entre l'eau et le floc) et au niveau de la surface du bassin par la constitution d'une pellicule entre l'air et l'eau. (**J.P. Canler, 2001**)

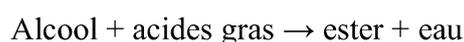
➤ Lorsque les graisses sont présentes en trop fortes concentrations dans les boues, elles affectent les performances de la déshydratation. Elles pénalisent également la phase d'épaississement par leur évolution rapide en milieu anaérobie (fermentation induisant des remontées de boues). (**J.P. Canler, 2001**)

➤ Le déchet graisseux représente une grande partie de la pollution organique des eaux brutes à l'entrée de la station d'épuration, estimée à environ 35 % de la DCO totale à traiter. (**J.P. Canler, 2001**)

I.5 Les graisses :

I.5.1. Définition des lipides :

Les lipides sont des esters composés d'alcool et d'acides gras à plus ou moins longue chaîne qui peuvent dans certains cas se combiner avec d'autres éléments. La réaction d'estérification est la suivante :



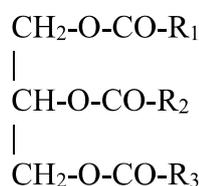
L'hydrolyse d'un lipide correspond à la réaction inverse. Elle peut être biologique par l'intermédiaire d'enzymes ou chimique (saponification) par ajout d'une base. (**J.P. Canler, 2001**)

I.5.2. Différentes origines des déchets graisseux :

Les matières grasses rejetées au réseau d'assainissement sont d'origine domestique (graisses animales et huiles végétales des eaux des cuisines, excréta des eaux-vannes, savons des eaux de Toilette) ou d'origine non domestique. Dans le domaine des graisses de type non domestique, les principales industries responsables de ces rejets sont issues de la restauration et de l'activité de boucherie (**J.P. Canler, 2001**)

I.5.3. Composition des lipides :

À l'entrée des stations d'épuration, les lipides sont principalement composés de triglycérides (98 % de la masse). Par simplification, la formule chimique d'un triglycéride peut s'écrire :



Le glycérol possède trois fonctions alcools, on parle de :

- mono-glycéride lorsqu'une fonction alcool est estérifiée,
- di-glycéride lorsque deux fonctions alcools sont estérifiées,
- triglycéride lorsque les trois fonctions alcools sont estérifiées.

On parlera également de triglycérides simples lorsque les acides gras sont identiques ($R_1 = R_2 = R_3$), et de triglycérides mixtes lorsque les acides gras sont différents : cas des corps gras alimentaires. (J.P. Canler, 2001)

I.5.3.1. Les acides gras (AG) :

Les acides gras sont des acides carboxyliques à longue chaîne carbonée composée d'un nombre pair de carbone (de 4 à 24 atomes), apolaire et hydrophobe. Ils peuvent posséder de 1 à 6 doubles liaisons, en position cis ou trans. Les plus couramment rencontrés ont une chaîne aliphatique de 12 à 18 atomes de carbones. En fait, la longueur de la chaîne carbonée permet de les classer comme suit (J.P. Canler, 2001) :

Tableau n°I.1 : Classification des acides gras en fonction du nombre d'atome de carbone

| Nombre d'atomes de carbone | Longueur de la chaîne | Nom usuel |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|
| 6 à 10 | Chaîne courte ou moyenne | Acides butyreux |
| 12 à 22 | Chaîne longue | Acides gras |
| > 22 | Chaîne très longue | Acides cireux |

I.5.4.Principales caractéristiques physico-chimiques des lipides :

Les lipides constituent une famille de molécules très particulières. C'est la quatrième grande classe de molécule des êtres vivants. Elle n'est pas définie par une structure particulière mais par des propriétés physico-chimiques :

I.5.4.1. Propriétés physiques :

I.5.4.1.1. Le point de fusion :

Le point de fusion de graisse est la température à laquelle la graisse passe de l'état solide à l'état liquide. Des graisses vont se colmater sur les parois de l'infrastructure des égouts si la température de l'eau est au-dessous du point de fusion.

Le point de fusion des corps gras varie en fonction de :

- 1) leur composition en acides gras.
- 2) le degré de saturation des acides gras, qui désigne la présence ou l'absence de double liaison.
- 3) la longueur de la chaîne carbonée.

Le point de fusion des acides gras augmente avec la longueur de la chaîne carbonée, mais diminue avec le nombre de doubles liaisons.

Les acides gras saturés (ne comportent pas de doubles liaisons dans la chaîne) sont souvent solides aux températures ordinaires. En revanche, les acides gras insaturés (possède une ou plusieurs doubles liaisons) sont liquides aux mêmes températures.

I.5.4.1.2. Solubilité :

La solubilité des lipides varie selon deux paramètres : la longueur de la chaîne carbonée et la présence ou non d'une ou plusieurs doubles liaisons, en générale les lipides sont insolubles dans l'eau mais solubles dans des solvants organiques non polaires (chloroforme, éther...).

Ce sont des composés hydrophobes (plus leur chaîne hydrocarbonée est longue, plus ils sont apolaires) , cependant certains lipides sont amphiphiles. En effet, avec une tête polaire liée à une chaîne fortement apolaire (queue).

Ces particularités les mènent à constituer, en solution dans l'eau, des structures dans lesquelles le pôle hydrophobe est enfoui dans la structure alors que l'extrémité polaire s'expose au contact de l'eau à la surface (micelles, vésicules..). Ex : pour les acides gras le COO^- est un pôle hydrophile et la chaîne hydrocarbonée un pôle hydrophobe

I.5.4.1.3. Point d'ébullition :

Par définition, l'ébullition est un phénomène qui accompagne le passage d'un corps de l'état liquide à l'état gazeux. Le point d'ébullition est d'autant plus élevé que la chaîne carbonée est longue, la présence de doubles liaisons est pratiquement sans influence

I.5.4.2. Propriétés chimiques :

La biodégradabilité des corps gras est facilitée lorsqu'ils comportent des acides gras insaturés. À l'opposé, les acides gras saturés présentent une plus grande stabilité et leur assimilation est plus difficile.

I.6. Techniques de traitement des déchets graisseux :

I.6.1. Traitements physico-chimiques :

I.6.1.1. Coagulation-Neutralisation-floculation :

C'est un procédé physique basé sur une coagulation au FeCl_3 suivie d'une neutralisation par du lait de chaux et d'une floculation par ajout d'un floculant organique. Les boues sont ensuite épaissies et déshydratées. Ce procédé ne traite pas la matière organique, il ne fait que la concentrer et le déchet obtenu ne pourra plus être mis en décharge après 2002. L'effluent issu des phases d'épaississement est encore très chargé et nécessite un traitement avant rejet dans le milieu récepteur. (J.P. Canler, 2001)

I.6.2. Traitements biologiques :

I.6.2.1. Traitements biologiques aérobie :

Les graisses peuvent être éliminées biologiquement en milieu aérobie ou anaérobie. Le traitement aérobie est le plus développé. Il consiste à faire subir aux graisses une hydrolyse pour aboutir à la formation de biomasse, d'eau et de CO_2 . Les graisses sont stockées dans des bassins dans lesquels de l'air est insufflé. Cet air apporte l'oxygène nécessaire à l'oxydation de la pollution graisseuse.

Les circulations d'air entraînent le brassage des graisses qui permet un bon contact entre biomasse et matières grasses. La biomasse en excès, seul sous-produit résultant de cette réaction, est assimilable à des matières en suspension et peut être réintroduite dans la ligne de traitement des eaux usées. (Jin Bai ZHANG, 2011)

I.6.2.2. Traitements biologiques anaérobie :

La méthanisation, appelée aussi digestion anaérobie, consiste en la décomposition en milieu humide des matières organiques en l'absence d'oxygène. Ces procédés conduisent à la production d'une part de biogaz, mélange principalement constitué de méthane et de dioxyde de carbone, et d'autre part d'un résidu appelé digestat. Le contenu énergétique du biogaz peut être valorisé en produisant de la chaleur, de l'électricité ou du carburant. Le digestat doit subir un traitement complémentaire avant de pouvoir être utilisé sous forme de compost.

Le mécanisme de la digestion anaérobie peut être décomposé en 4 phases principales

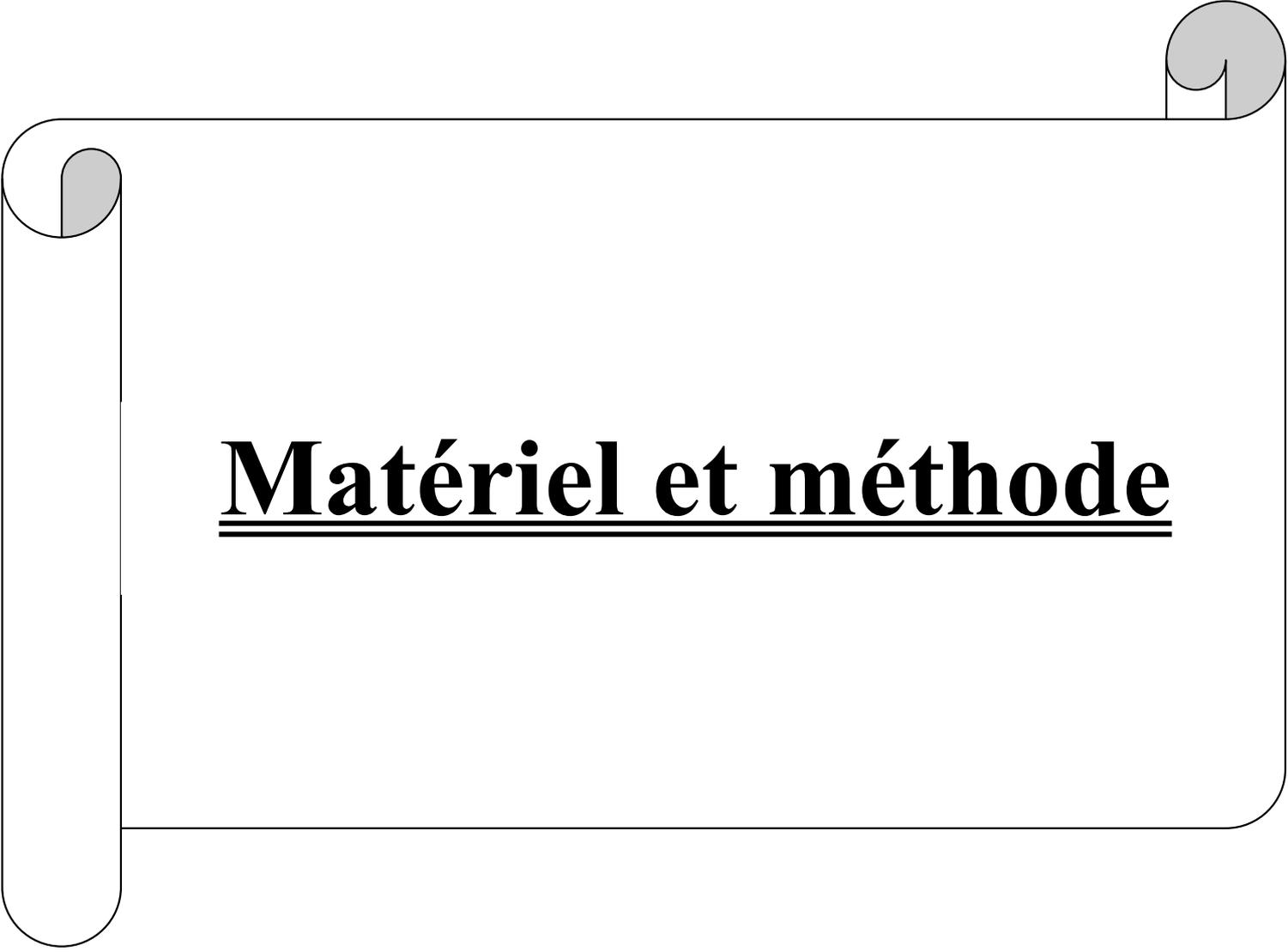
1. Phase d'hydrolyse qui permet la solubilisation des molécules organique de haut poids moléculaire, cette étape est lente,
2. Phase d'acidogénèse, au cours de laquelle les monomères issus de l'étape précédente sont transformés en acide gras volatils (AGV), alcool, acides organique, hydrogène et dioxyde de carbone,
3. Phase d'acétogénèse transforme des molécules issues de l'étape précédente en précurseurs du méthane : acétates, hydrogène et dioxyde de carbone,
4. Phase de méthanogénèse correspond à la formation du méthane soit à partir d'hydrogène et dioxyde de carbone ou des acétates (Jin Bai ZHANG, 2011)

I.6.3 Filières de valorisation :

I.6.3.1. Saponification :

Comme tous les esters, les graisses peuvent être hydrolysées si cette dernière se fait par action de NaOH ou KOH, elle porte le nom de saponification.

Les savons sont obtenus par réaction de saponification de triesters appelés corps gras ou triglycérides. L'action de l'hydroxyde de sodium (soude) ou de potassium (potasse) sur le triester conduit à un carboxylate de sodium (ou de potassium) constituant le savon et à du glycérol

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Matériel et méthode

Afin de tester l'efficacité des procédés physico-chimiques et/ou biologiques peuvent effectivement apporter une solution vis à vis de la problématique de l'élimination des graisses issues des stations d'épuration de l'ONA, notre travail va s'articuler de la façon suivante.

Dans un premier temps, il s'agira de soulever un problème qui se présente au niveau de l'ONA de Boumerdes qui est la séparation des matières grasses des déchets solides après déshuilage et dégrillage d'une part et de proposer un traitement d'élimination du déchet graisseux que nous appelons **Rejet 1**, d'autre part.

Dans un second temps, nous nous intéresserons aux traitements des graisses flottantes au niveau du déshuileur, que nous considérons comme **Rejet 2**, par un procédé biologique.

Ces deux parties ont comme but de déterminer les conditions optimales permettant un meilleur abattement de la pollution. L'efficacité de ce traitement sera estimée essentiellement par le suivi de la DCO de l'effluent et le taux de matières grasses.

L'objectif de ce chapitre est donc de présenter le matériel et les méthodes utilisés au cours de cette étude

II.1. Echantillonnage :

Au niveau de l'ONA, l'élimination des graisses fait partie des toutes premières étapes de prétraitement. Ceci s'opère lors de l'étape dite de dessablage-dégraissage-déshuilage. Leur faible densité et leur caractère hydrophobe font que les graisses flottent en surface. Le dégraisseur peut être aéré par de fines bulles qui accélèrent la montée en surface des particules lipidiques. Là, un racleur les évacue vers un bac de stockage (**Figure n°II.1, n°II.2**). Dans ce dernier, il a été effectué des prélèvements d'un volume total de 120 litres des déchets graisseux, réparti dans des récipients de 20 litres pour le rejet 1. Pour le rejet 2, un volume total de 10 litres a été prélevé à la surface de dégraisseur.



Figure n°II.1 : Graisses flottantes en surface



Figure n°II.2: Le bac de stockage

II.1.1. Prétraitement des déchets :

Les déchets graisseux ont été ensuite transférés au niveau du laboratoire de Master chimie de l'environnement de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (U.M.M.T.O) et conservés dans des jerricans en plastique hermétiquement fermés après nous avons procédé aux étapes suivantes :

II.1.1.1. Traitement manuel :

Avant le traitement physico-chimique ou biologique, un pré-traitement manuel est nécessaire pour les deux rejets afin d'éliminer la majorité des déchets grossier (débris plastique, emballages alimentaires, ...) grâce à l'utilisation de tamis ce qui nous a permis de séparer la phase solide de la phase liquide (Figure n°II.3)



Figure n°II.3: Techniques de prétraitement

II.1.1.2. Mélange et agitation :

Pour avoir un déchet graisseux avec les mêmes caractéristiques, nous avons mélangé tous les récipients de 20 litres dans un jerrican en plastique et bien agiter pour obtenir un échantillon représentatif

II.1.1.3. Conservation :

Les prélèvements ont été conservés à une température adéquate en vue d'éviter toute activité biologique et pour éviter toute variation des caractéristiques des graisses.

II.2. Caractérisation de l'effluent :

Avant le traitement du déchet graisseux, il est indispensable de déterminer certains paramètres initiaux d'analyse pour caractériser l'effluent en utilisant des méthodes précises.

Tableau n° II.1 : quelque paramètre de caractérisation des déchets graisseux

| Paramètres | Principes | Normes |
|-------------|---------------------------------|---------------|
| Température | Mesure directe avec thermomètre | - |
| pH | pH-mètre | NF T 90-008 |
| MES | Filtration et séchage à 105°C | NF T 90-015 |
| MVS | Calcination à 550°C | NF T 90-015 |
| DCO | Oxydation par le bichromate | ISO 6060-1989 |
| MG | Extraction liquide-liquide | - |

II.3. Essai de traitement :

L'une des premières étapes de traitement est un traitement physico-chimique

II.3.1. Coagulation – floculation :

La mise en œuvre de la coagulation-floculation en laboratoire est réalisée par un jar test. Il consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage permettant de les agiter à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu une dose différente de réactifs et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les doses qui permettent d'obtenir le meilleur abattement de la DCO, par conséquent aboutir à fixer les doses optimales des différents réactifs.

II.3.1.1. Réactifs :

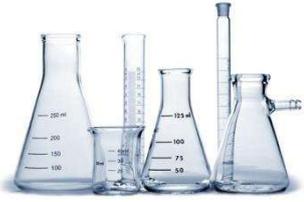
Les divers réactifs utilisés dans nos essais se regroupent comme suit :

- a. **Effluents à traiter** : Liquides graisseux : Rejets 1 et 2.

b. Coagulants utilisés :

| | | |
|---|---|---|
|  <p>Chlorure ferrique</p> |  <p>Sulfate d'aluminium</p> |  <p>Sulfate de cuivre</p> |
| FeCl_3 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ | CuSO_4 |

II.3.1.2. Appareillage :

| | | |
|--|---|--|
|  <p>Jar test</p> |  <p>Spectrophotomètre UV visible</p> |  <p>Bloc chauffant</p> |
|  <p>Balance de précision</p> |  <p>Etuve</p> |  <p>Verrerie courante de laboratoire</p> |

II.3.1.3. Mode opératoire :

Lors des essais de coagulation - floculation, nous avons suivi le même protocole, et ce pour les trois coagulants utilisés.

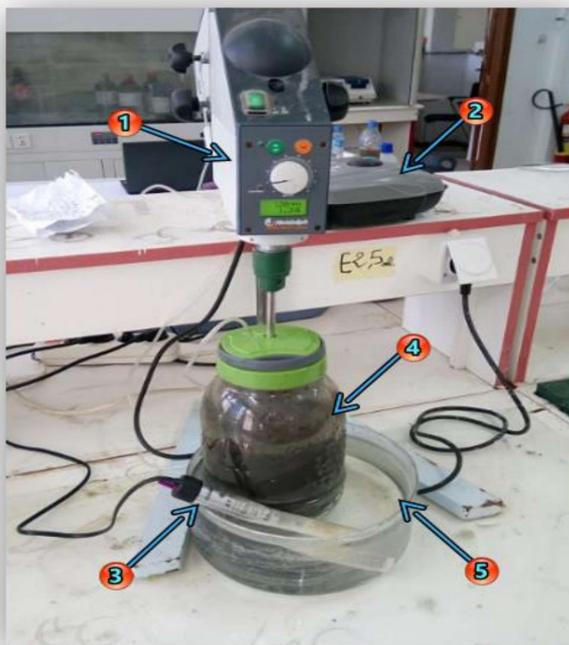
Dans une série de béchers (jar test) :

- Introduire 500 ml de liquide grassex ;
- Ajouter alors des doses croissantes du coagulant (de 1g/L jusque à 8g/L) ;
- Agiter rapidement (120t/min) pendant 2 min ;
- Réduire l'agitation à (30t/min) et laisser le mélange sous agitation lente pendant 20 min ;
- Arrêter l'agitation et laisser décanter pendant 20 min ;
- Prélever à l'aide d'une pipette un volume du surnageant sur lequel différentes mesures seront effectuées (DCO, pH)

II.3.2. Traitement biologique aérobie :

II.3.2.3. Dispositif :

Dans cette étape le traitement biologique est réalisé dans des réacteurs de 3l, contenant un mélange de déchets grassex (250 ml) et de boue activée (1750ml), l'agitation est assurée par des agitateurs à hélice. L'oxygène est amené à l'aide d'un diffuseur d'air, le récipient est mis sous un bain marie afin de maintenir une température constante dans le récipient.



1. Agitateur mécanique ;
2. Diffuseur d'air ;
3. Résistance ;
4. Réacteur ;
5. Bain marie ;

Figure n°II.4 : Réacteur biologique

II.3.2.4. Fonctionnement :

Une quantité de boue activée (1750ml), est mise dans le réacteur et complétée avec les déchets gras saponifié jusqu'à un volume de 2 L. Le dispositif fonctionne en milieu aérobie à une température de 37°C sous une agitation modérée pour homogénéiser le milieu. Pour chaque réacteur étudié, des prélèvements journaliers d'échantillons liquides sont effectués à partir de ces derniers, afin de réaliser le suivi de la DCO.

II.3.3. Traitement complémentaire :

À la fin du traitement biologique, l'analyse du surnageant indique une DCO dépassant les normes de rejet (>120 mg d'O₂/L). D'où la nécessité d'un traitement complémentaire. Ce dernier est une colonne de filtre à sable ou de charbon à grains.

Ce filtre se compose, de bas en haut :

- Une couche de graviers de 2cm
- Une couche de sable ou de charbon de 6cm

Le surnageant traverse le sable ou le charbon avec un débit (5ml/min), puis il circule vers les parties inférieures du filtre, à la sortie, il est récupéré et analysé

II.4. Essai de valorisation :

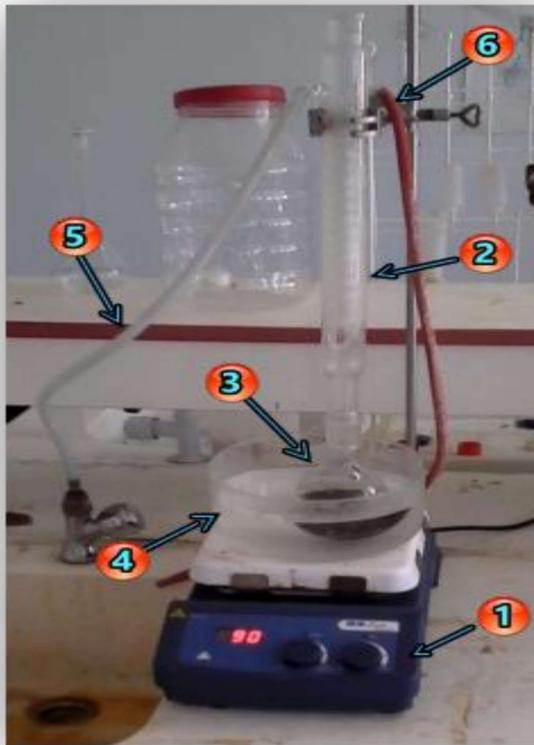
II.4.1. Valorisation par saponification :

II.4.1.1. Réactifs :

- ✓ Hydroxyde de sodium (NaOH) ;
- ✓ Ethanol (CH₃-CH₂-OH) ;
- ✓ chlorure de sodium (NaCl) ;
- ✓ Déchet gras ;
- ✓ pierre ponce.

II.4.1.2. Mode opératoire :

Dans un ballon de 250 mL, introduire, avec beaucoup de précaution, 20 mL de solution de soude à 8 mol/L et 20 mL d'éthanol à 95°. Agiter, afin de dissoudre la soude. Ajouter alors 10 mL de déchets gras et quelques grains de pierre ponce. Réaliser un montage à reflux (**Figure n°II.5**) puis chauffer pendant 30 mn, sans dépasser 90°C. À la fin du chauffage, verser le contenu du ballon dans un bécher contenant une solution de chlorure de sodium saturée (20 g de NaCl dans 100 mL d'eau).



1. Plaque d'agitation ;
2. Réfrigérant ;
3. Ballon à fond rond ;
4. Bain marie ;
5. Entrée d'eau ;
6. Sortie d'eau.

Figure n°II.5: Dispositif expérimental pour la saponification

II.4.2. Production du biogaz :

II.4.2.1. Réactifs :

- ✓ Hydroxyde de sodium (NaOH) ;
- ✓ Boue activée ;
- ✓ déchets gras.

II.4.2.2. Appareillage :

- ✓ Multi-analyseur de gaz

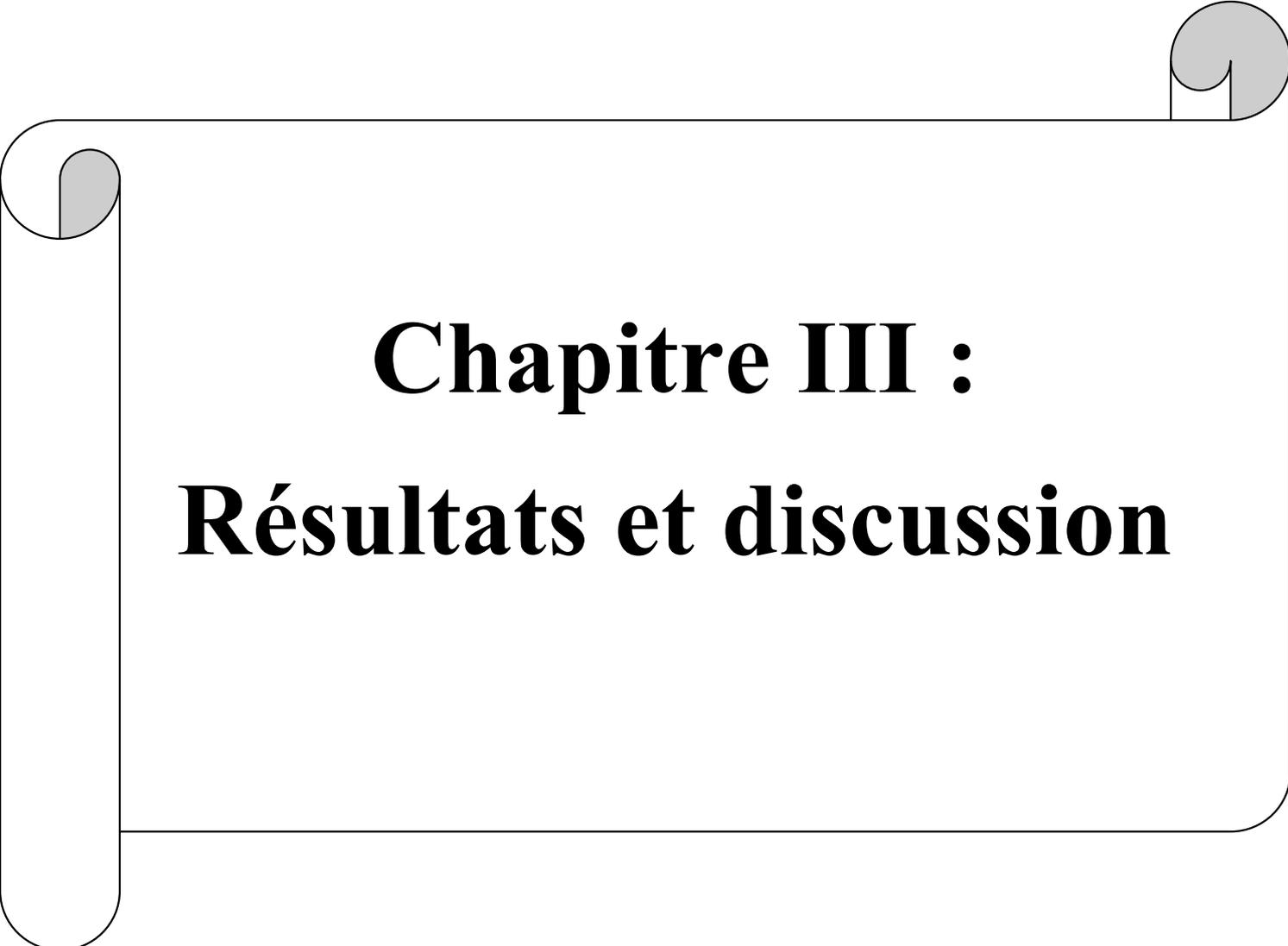
II.4.2.3. Description du réacteur discontinu :

Une quantité de boue, est mise dans le réacteur et complétée avec les déchets gras jusqu'à un volume de 2.5 L. Le dispositif fonctionne en anaérobie à une température de 37°C sous une agitation modérée pour homogénéiser le milieu (**Figure n°II.6**).



1. Plaque d'agitation ;
2. Résistance ;
3. Bouteille en verre ;
4. Bain marie ;
5. Trou d'échappement du gaz ;
6. Pochette du stockage du gaz.

Figure n°II.6 : Dispositif expérimental pour la production de biogaz

A decorative scroll graphic with a black outline and grey shaded corners, framing the chapter title.

Chapitre III :

Résultats et discussion

Les échantillons de la station d'épuration de l'ONA se composent de nombreux contaminants organiques et minéraux souvent très toxiques. Leur composition varie ainsi en fonction de la nature et l'origine des eaux usées domestiques, la technique d'exploitation et les conditions climatiques.

Nous nous attacherons dans ce chapitre, à caractériser l'effluent graisseux à travers la détermination des paramètres globaux (pH, température, MES, MVS, DCO et matières grasses), et à traiter ces derniers par un procédé physico-chimique (coagulation floculation) et aussi par un traitement biologique et enfin le valoriser par un procédé chimique (Saponification) et par la production d'un biogaz.

III.1. Caractérisation des rejets :

L'estimation de la pollution est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents. Parmi ces paramètres, on cite les plus importants dans le tableau suivant :

Tableau n°III.1 : Teneurs moyennes et limites des différents paramètres caractérisant les rejets

| Paramètres | Rejet 1 | Rejet 2 | Limites |
|----------------------------|-------------|-------------|-----------|
| Date de prélèvement | Avril 2016 | Mai 2016 | - |
| Quantité (L) | 120 | 10 | - |
| Odeur | Désagréable | Désagréable | - |
| Couleur | Noire | Noire | - |
| T (°C) | 26 | 28 | 30 |
| pH | 6,90 | 7,52 | 6,5 – 8,5 |
| MES (mg/L) | 76 000 | 24 000 | 35 |
| MVS (mg/L) | 40 000 | 18 000 | - |
| MM (mg/L) | 36 000 | 6 000 | - |
| DCO (mg O ₂ /L) | 48177,78 | 17666,66 | 120 |
| Lipides totaux (mg/L) | 106 920 | 25 100 | 30 |
| Déchets solide (Kg) | 13,68 | - | - |

III.1.1. Interprétation des paramètres :

III.1.1.1. Paramètres organoleptiques :

a) L'odeur :

Les deux rejets se caractérisant par une odeur désagréable. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence des matières organiques en décomposition.

b) Couleur :

D'après une simple observation à l'œil, il est remarqué que les deux rejets sont de couleur noire, signe de présence de diverses substances très polluantes ou très difficiles à éliminer.

III.1.1.2. Paramètres physiques :

a) Température :

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau . En général, l'eau doit être évacuée vers l'environnement à des températures inférieures à 30°C. Une eau plus chaude constitue une pollution. La température initiale du rejet 1 et du rejet 2 sont 26° C et 28° C respectivement, deux valeurs qui sont inférieures à la norme.

b) Potentiel d'hydrogène :

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9). Une eau équilibrée aura un pH neutre de 7. Des eaux dont le pH présente de grands écarts par rapport à la neutralité sont polluées.

Le pH initial pour le premier rejet est de 6.90 et de 7.52 pour le deuxième rejet, ce qu'indique que les deux rejets ont un caractère neutre donc la norme de rejet est respectée (pH compris entre 6,5 – 8,5).

c) Matières en suspension :

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MM), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

La valeur initiale des MES est de 76 000 mg/L pour le rejet 1 et de 24 000 mg/L pour le rejet 2. Ce sont deux valeurs qui sont largement supérieures à la norme de rejet (35 mg/L), cela traduit la richesse des deux rejets en matières colloïdales minérales et organiques.

d) Les matières volatiles sèches MVS :

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 550°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 550°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS.

D'après notre analyse, le taux de MVS du premier et deuxième rejet sont de 40 000 mg/L et 18 000 mg/L respectivement, ce qui indique la richesse de ces derniers en matière organique.

III.1.1.3. Paramètres chimiques :

a) Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est un paramètre qui donne une indication sur les quantités de substances chimiquement oxydables présentes dans un effluent. Il s'agit là de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières oxydables (organiques ou minérales) à l'aide d'un oxydant puissant (dichromate de potassium).

La valeur de la DCO initiale dans notre premier rejet est de l'ordre de 48177.78 mgO₂/L ce qui indique la richesse de ce dernier en matières oxydables. Celle-là est beaucoup plus supérieure à celle du deuxième rejet qui est de l'ordre de 17666.66 mgO₂/L.

c) Les lipides totaux :

Le taux initial de la matière grasse est de 106 920 mg/L pour le premier rejet et de 25 100 mg/L pour le deuxième rejet. Ces concentrations largement supérieures à la norme de rejet dans le milieu naturel (30 mg/L), s'expliquent par le fait que la prise d'échantillon pour les deux effluents ont été réalisées à la surface du bac de stockage pour le premier rejet et à la surface du bassin dessablage – déshuilage pour le deuxième où la concentration en graisse est à son maximum.

III.2. Traitement par coagulation-floculation :

III.2.1. Rejet 1 :

Le principal objectif de cette étude consiste à traiter un rejet graisseux fortement chargé en matière dégradable et biodégradable qui se traduit par une forte concentration en DCO (48177.76 mgO₂/L) et en lipides (106 920 mg/L). Afin de réduire ces deux paramètres, nous proposons un traitement par coagulation dans un premier temps en utilisant trois coagulants différents.

III.2.1.1. Coagulation-floculation :

III.2.1.1.1. Optimisation de la dose des différents coagulants :

Dans le but de mettre en évidence l'effet du taux des différents coagulants utilisés sur le procédé de coagulation-floculation, des séries d'essais ont été effectuées à plusieurs doses du coagulant (1 à 8 g/L) pour les coagulants FeCl₃ et Al₂(SO₄)₃ et 1g/l pour le CuSO₄. À la fin de chaque expérience, des prélèvements d'échantillons sont effectués afin de déterminer leur DCO.

Cependant, au cours de cette étape, nous avons constaté qu'aucune séparation n'a été observée ; ni formation de floc ni sédimentation de ces derniers (**figure n°III.1**) et ce pour les trois coagulants utilisés malgré les différentes doses introduites.

Ceci s'explique probablement par la nature du déchet graisseux étudié, à savoir sa concentration importante en matière organique et minérale ainsi que sa très forte concentration en matière grasse ainsi que sa faible teneur en eau vu que la prise d'échantillon a été faite à la surface du bac de stockage où cette dernière est très faible. Il en ressort que, quel que soit le type et la dose du coagulant, l'élimination des déchets graisseux à très forte charge par coagulation-floculation n'est pas envisageable

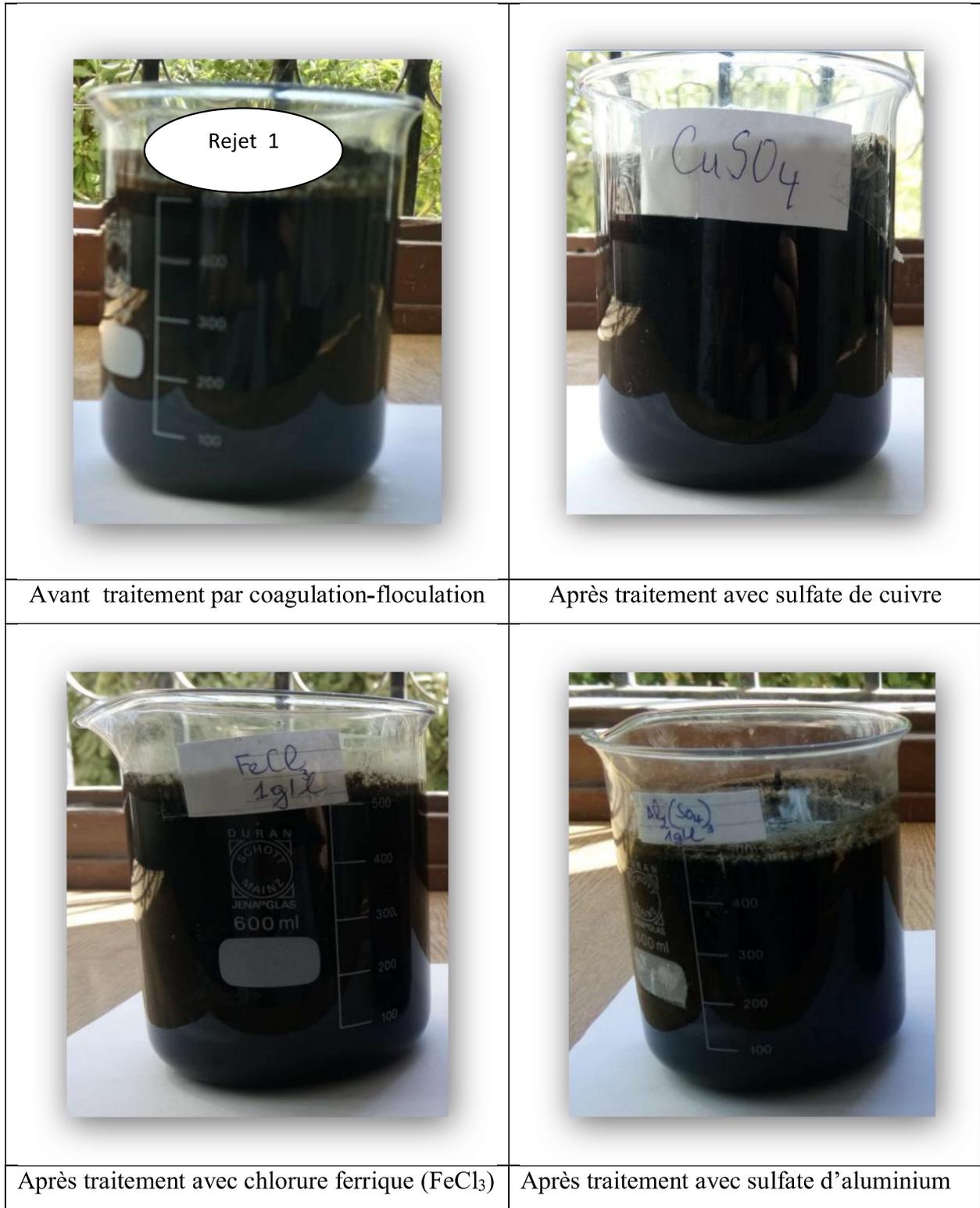


Figure n°III.1 : Effet des différents coagulants utilisés sur le procédé de coagulation-floculation appliqués sur le rejet 1.

III.2.2. Rejet 2 :

III.2.2.1. Etape de coagulation :

De même que pour le rejet 1, nous nous sommes intéressés au traitement par coagulation d'un rejet graisseux prélevé à la surface du bassin dessablage – déshuilage de la station d'épuration des eaux usées de Tizi-Ouzou ayant une DCO inférieure à celle du rejet 1 (17666.66 mg d'O₂/L) et une concentration en lipide de l'ordre de 25 100 mg/L.

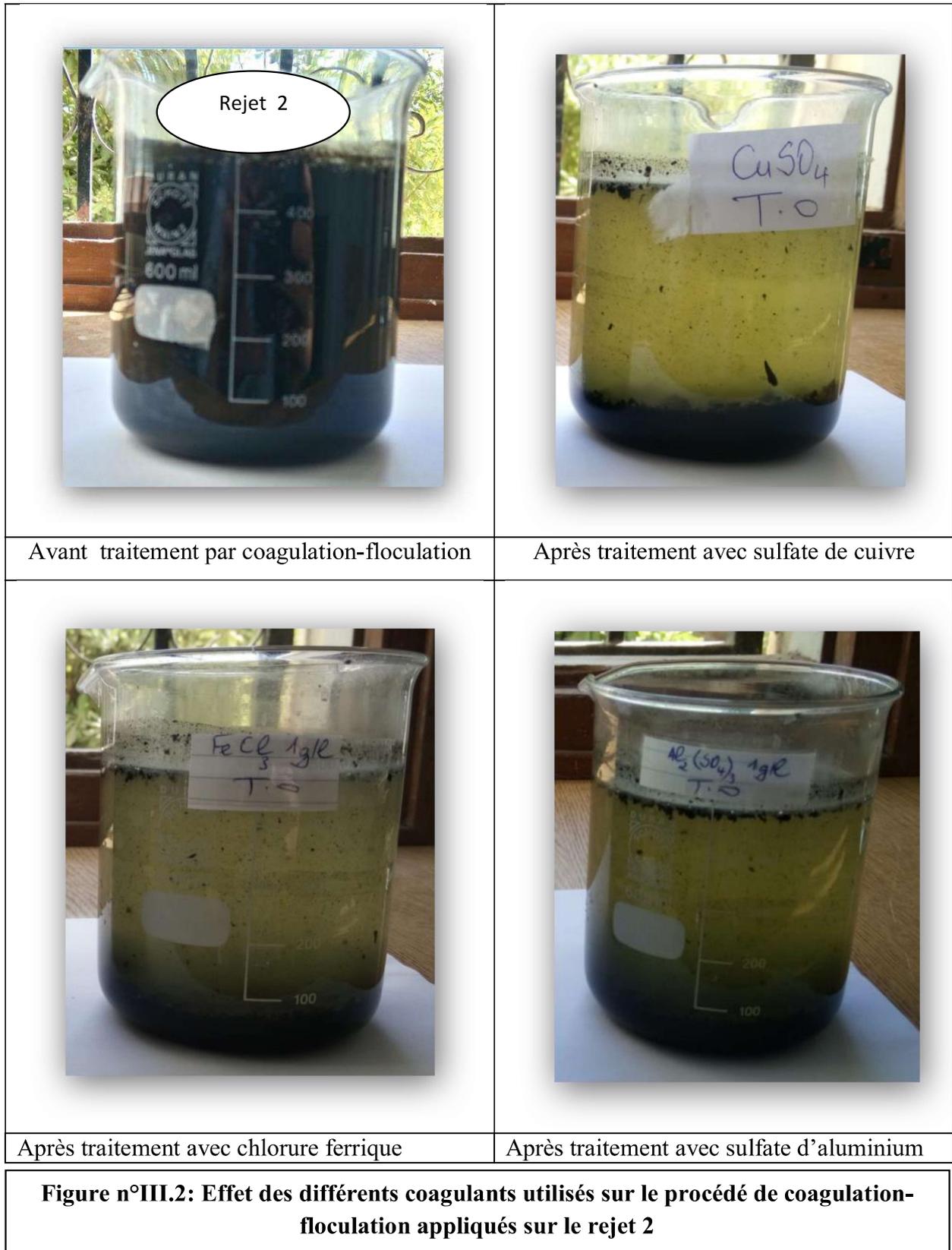
Dans le but de mettre en évidence l'effet du taux des différents coagulants utilisés sur le procédé de coagulation-floculation, une série d'essais a été conduits sur le deuxième rejet. Il s'agit d'ajouter une dose d'1 g/L de chaque coagulant (FeCl₃, Al₂(SO₄)₃ et CuSO₄) au rejet 2. Les essais réalisés montrent une séparation des deux phases liquides et solides ainsi que la formation et sédimentation des floes (**Figure n°III.2**).

Au cours de cette étape, nous pouvons constater une différence notable entre les résultats obtenus pour ce rejet et ceux obtenus pour le rejet précédent. Ceux-ci s'expliquent probablement par le fait que notre effluent est constitué d'un mélange d'eau usée et de graisse vu que la prise d'échantillon a été faite à la surface du bassin dessablage – déshuilage. Par conséquent, il n'est pas chargé en matière lipidique et organique par rapport au premier rejet. Cependant, malgré la séparation des deux phases, nous n'avons pas réalisé l'optimisation des doses de différents coagulants car ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques (coagulants) dans notre effluent ce qui constitue une nouvelle source de pollution.

Pour illustrer ce propos, la présence d'aluminium résiduel peut entraîner des problèmes importants pour la santé comme l'Alzheimer et autres pathologies de ce genre. Il est donc toxique pour les écosystèmes. Le fer aussi est toxique pour la faune même lorsqu'il est rejeté en quantités très faibles, car sa toxicité se développe par bioaccumulation.

De même, ce traitement génère des boues qu'il faut également éliminer ultérieurement. Cet élément rend l'épuration physico-chimique coûteuse. Enfin, vu les résultats obtenus précédemment, l'élimination des déchets graisseux à très fort charge par coagulation-floculation n'est pas envisageable.

Nous pouvons conclure que la coagulation-floculation ne constitue qu'un déplacement de la pollution de la phase liquide vers la phase solide et aussi que son application est limitée sur les déchets graisseux à faible charge.



III.3. Traitement biologique :

Rappelons que l'objectif de notre étude est de traiter un rejet graisseux fortement chargé par différents procédés.

Parmi les procédés utilisés, on retrouve le traitement biologique aérobie qui consiste à provoquer une prolifération de micro-organismes aux dépens des matières organiques apportées par l'effluent, en présence d'oxygène. Il s'agit en fait d'un véritable transfert d'une forme non préhensible (matières colloïdales et dissoutes) en un élément manipulable (suspension de microorganismes).

Notre traitement comporte trois phases :

- La première phase consiste à la saponification de l'effluent ;
- Durant la deuxième phase, les graisses saponifiées sont mises au contact des boues activées ;
- La dernière phase consiste à suivre la cinétique du traitement biologique.

Plusieurs facteurs tels que le pH, le taux de MVS ... peuvent influencer sur les différentes phases du traitement. Une étude en batch est envisagée afin de déterminer l'influence de ces facteurs sur le rendement d'élimination des déchets graisseux. Une fois ces paramètres optimisés, nous passerons à l'application de ces conditions optimales sur un déchet graisseux d'une concentration plus faible (Rejet 2) provenant de la station d'épuration de Tizi-Ouzou.

III.3.1. La phase de saponification :

Les graisses sont éliminées des eaux usées car leur faible densité et leur insolubilité dans l'eau à température ambiante rendent leur biodégradation impossible. En effet, les graisses flottent et leur contact avec le milieu bactérien n'est pas possible (création d'un film lipidique qui réduit le transfert d'oxygène dissous entre l'eau et le floc bactérien).

Pour résoudre ce problème, il est proposé un procédé de traitement de déchets graisseux qui consiste à lui ajouter une base jusqu'à l'obtention d'une solution aqueuse de graisses saponifiées présentant un pH alcalin. De ce fait, les problèmes de contact avec la biomasse sont résolus : un simple brassage permet d'assurer ce contact.

III.3.1.1. Influence de la saponification sur la DCO initiale :

La solubilité et l'homogénéité du produit peuvent être améliorées par une réaction de saponification en formant des sels d'acides gras beaucoup plus solubles. Afin d'étudier l'influence de la saponification sur la DCO initiale, les déchets graisseux (Rejet 1) sont saponifiés à différents pH qui sont successivement pH=8, pH=10, pH = 12.41. La mesure de la DCO après saponification donne les valeurs qui sont présentées sur la figure suivante.

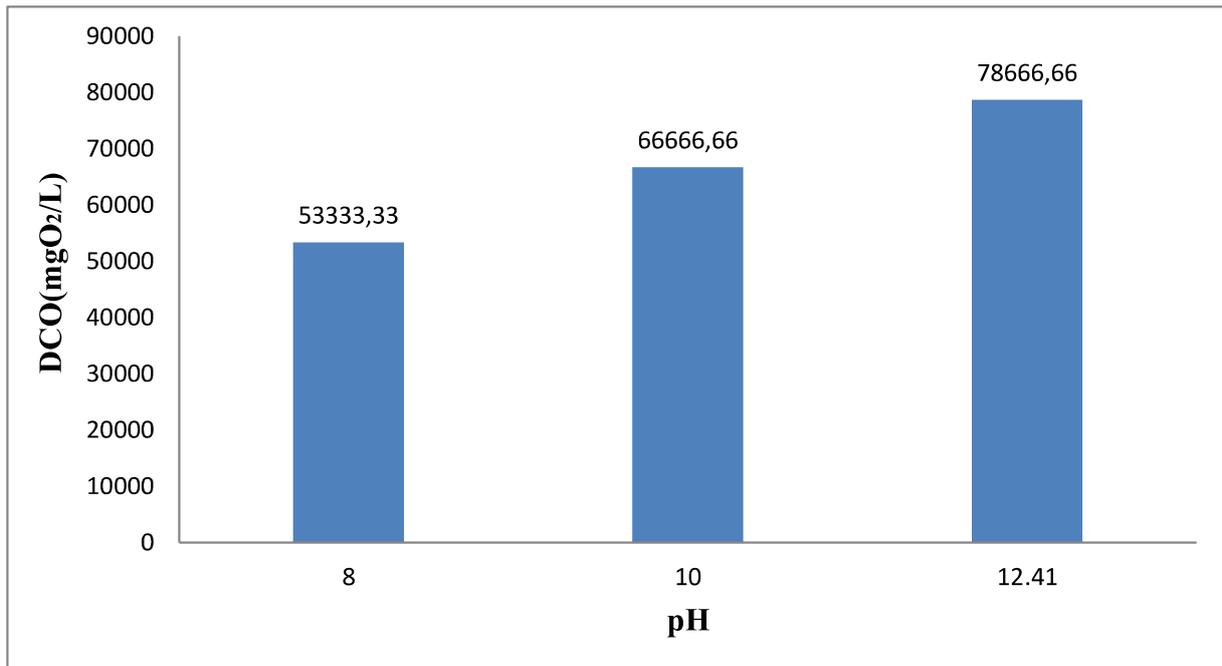


Figure n°III.3: Variation de la DCO en fonction des différentes valeurs de pH de saponification pour le rejet 1

Les résultats obtenus (**Figure n°III.3**) indiquent que la DCO augmente de manière continue et proportionnelle sous l'effet du pH. Les valeurs de DCO obtenues sont plus élevées par rapport à la DCO initiale (48177,78 mg d'O₂/L). Cela est dû au fait que cette étape a abouti à la formation de molécules oxydables (sel d'acide gras) et solubles dans l'eau.

III.3.1.2. Influence de la saponification sur le taux des graisses :

Sachant que la saponification est une hydrolyse en milieu alcalin, les acides gras apparaissent alors sous forme de sels d'acides et non d'acides. Il nous a paru utile d'étudier l'influence de la saponification sur le taux des graisses. Pour cela, les déchets graisseux sont saponifiés à différents pH qui sont successivement pH=8, pH=10, pH = 12.41.

Les mesures de taux de matière grasse qui sont illustrées sur la figure suivante, nous montre que cette dernière diminue en augmentant le pH.

Les résultats obtenus confirment que les acides gras se retrouvent alors sous la forme de sel d'acides après la saponification.

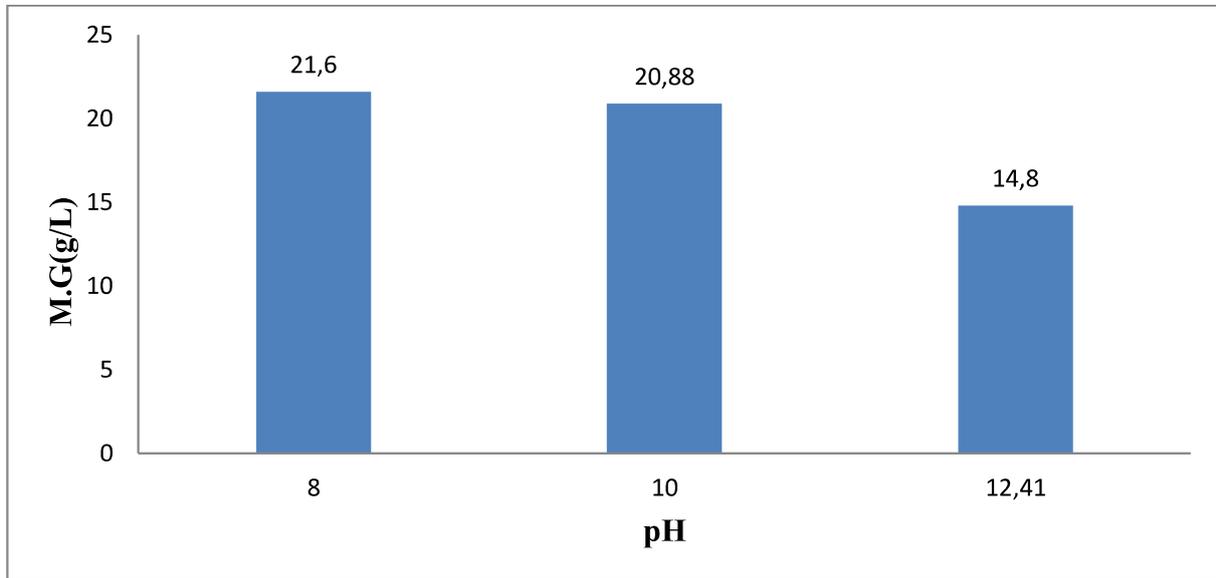


Figure n°III.4: Variation de taux de matière grasse en fonction de pH de saponification pour le rejet 1

III.3.2. La phase du mélange et d'adsorption :

La présence importante de graisses dans les stations d'épuration a des répercussions néfastes sur leur fonctionnement. Parmi eux, dans les bassins d'aération les graisses s'adsorbent sur la boue, ce qui limite les échanges entre l'air et la flore bactérienne. (cf II.5)

III.3.2.1. Variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des différents pH :

D'après la figure n°III.5, nous pouvons observer que les taux d'abattement de la DCO juste après la mise au contact des boues et des déchets saponifiés dépassent les 93% et ce pour les différents pH.

Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène. La première est le fait que les graisses s'adsorbent sur les floes ce qui permet de diminuer la quantité des lipides dans le surnageant par ailleurs la DCO de ce dernier. La deuxième raison, c'est la dilution de nos effluents par le volume de boue ajouté ce qui permet aussi un abattement important de la DCO

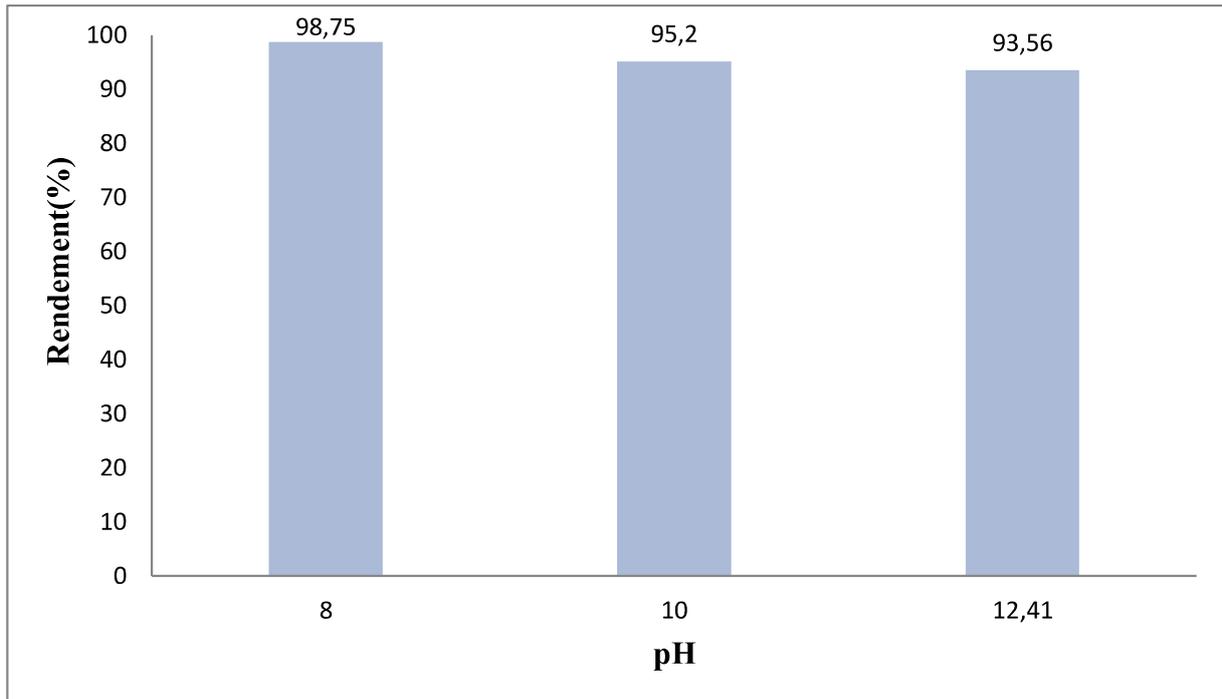


Figure n°III.5: variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des différents pH de saponification pour le rejet 1

III.3.2.2. Influence des taux de MVS sur l'abattement de la DCO :

Les résultats qui sont reportés sur la figure n°III.6, nous indiquent que le taux d'abattement augmente d'une manière proportionnelle avec le taux des MVS. Ceci s'explique probablement par le fait que l'augmentation des taux de MVS signifie l'accroissement de la masse épuratrice d'où une adsorption plus importante des graisses qui se traduit par un taux d'abattement élevé.

Enfin, nous pouvons conclure que les résultats obtenus (**Figure n°III.6 et n°III.5**) confirment les données bibliographiques concernant l'adsorption des graisses sur les floes dans les bassins d'aération.

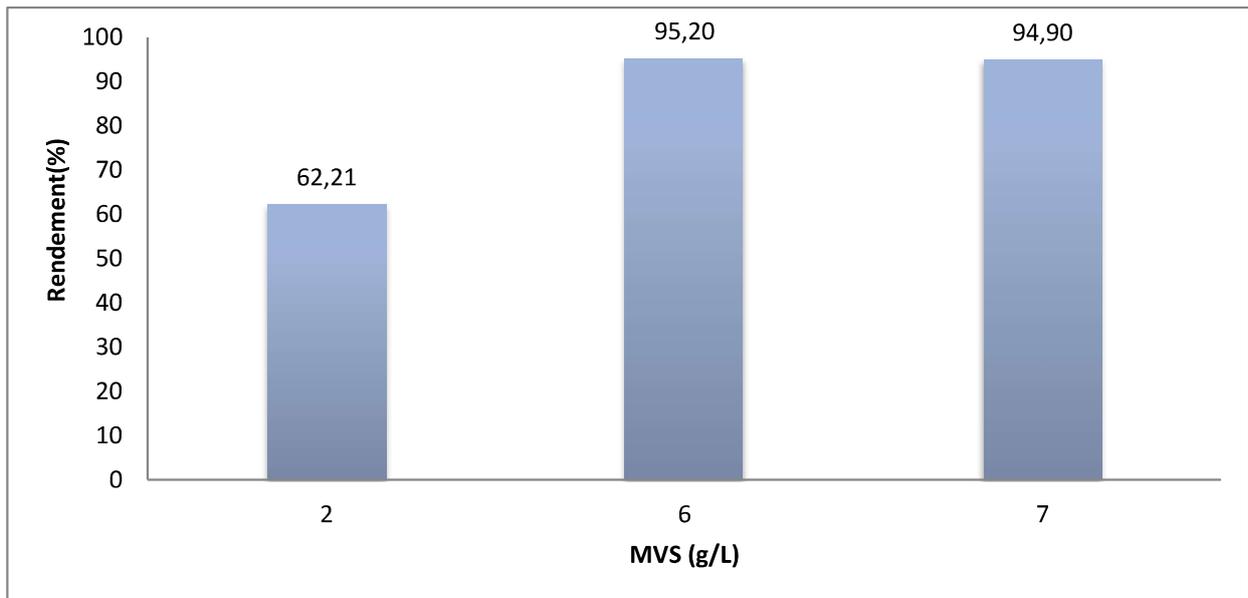


Figure n°III.6: variation du taux d'abattement de la DCO en fonction des taux de MVS pour le rejet 1

III.3. La phase du traitement biologique aérobie :

Le traitement biologique aérobie des graisses est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Une multitude d'organismes est associée à ce processus de dégradation, tels que les bactéries, les algues, les champignons et les protozoaires. Cependant, les bactéries restent les micro-organismes les plus impliqués dans ce processus (environ 95 % des micro-organismes présents dans une boue activée).

Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats) nécessaires à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes.

L'efficacité de la dégradation biologique est estimée d'une part, par le taux d'abattement de la DCO, et d'autre part, par le nombre de micro-organismes exprimé en matière volatile sèche (MVS).

Ces grandeurs caractéristiques déterminées pour chaque essai vont permettre d'interpréter les résultats et de mettre en évidence l'influence éventuelle des conditions opératoires sur l'efficacité de la dégradation biologique.

III.3.1. Rejet 1 :

III.3.1.1. Influence de pH sur le traitement biologique :

Afin d'étudier l'influence de pH sur le traitement biologique, les déchets gras sont saponifiés à différents pH qui sont successivement pH=8, pH=10, pH = 12.41. Les autres paramètres restent invariables.

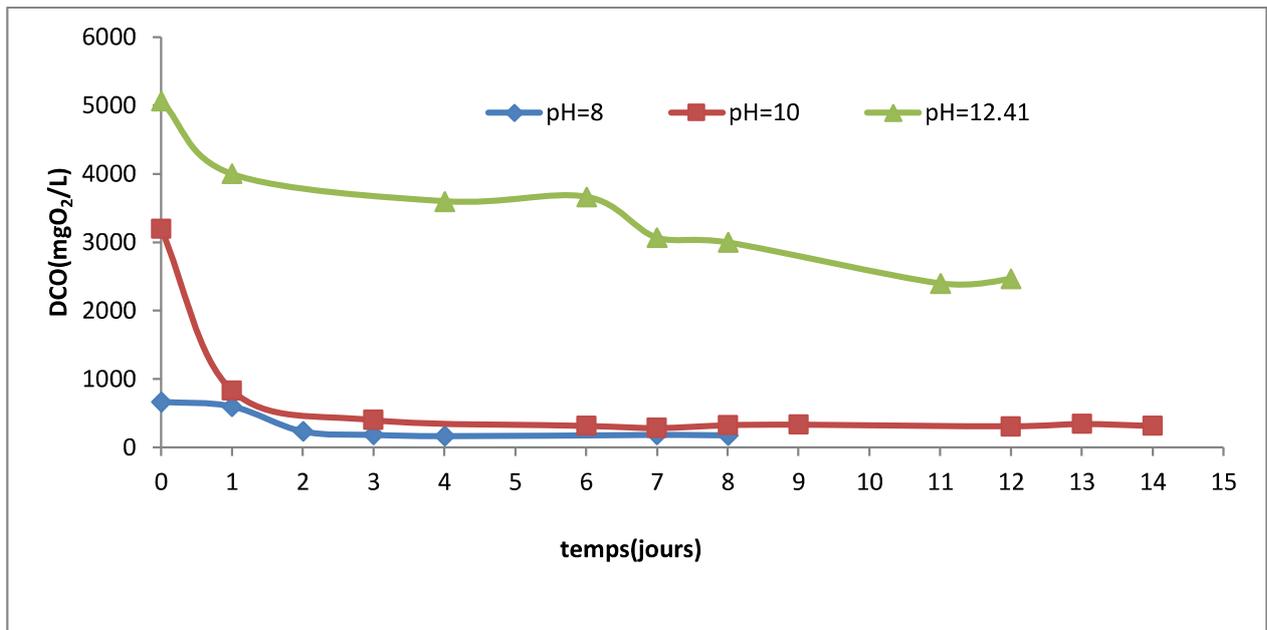


Figure n°III.7: Evolution de la DCO à différentes valeurs de pH de saponification pour le rejet 1

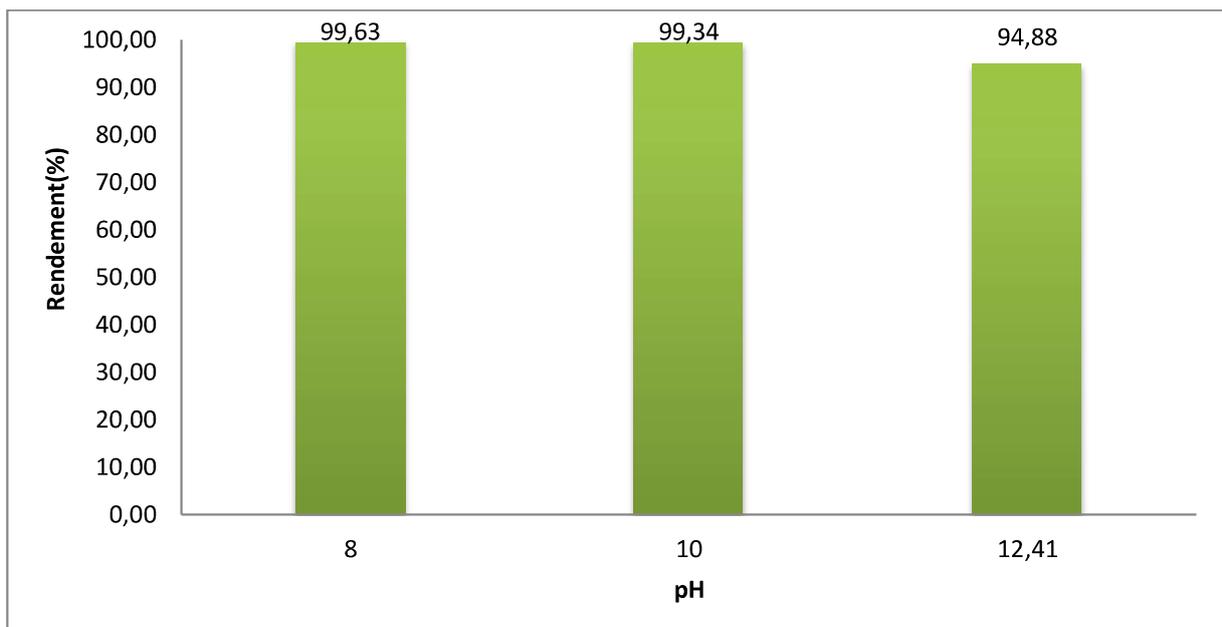


Figure n°III.8: Variation du taux d'abattement de la DCO finale en fonction de pH de saponification pour le rejet 1

Les résultats obtenus lors de l'étude de l'influence de pH sur le traitement biologique (**Figure n°III.7 et n°III.8**), nous ont permis de constater que les meilleurs rendements de dégradation sont obtenus pour les valeurs de pH 8 et 10 avec 99.63% et 99.34% respectivement. D'un autre côté, le temps de séjour augmente d'une façon proportionnelle avec le pH.

Ceci peut être expliqué par le fait que les bactéries se développent le plus souvent dans des milieux neutres ou légèrement alcalins (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9).

Le pH a donc une grande influence sur le traitement biologique. Il est nécessaire de le maintenir à des valeurs optimales afin de favoriser l'activité bactérienne car plus le pH s'éloigne de la valeur optimale de l'espèce bactérienne, plus le métabolisme bactérien ralentit d'où une mauvaise dégradation de l'effluent.

III.3.1.2. Influence de traitement biologique sur le taux des graisses :

De même, nous avons déterminé le taux d'abattement de la matière grasse en fonction des différents pH (**Figure n°III.9**). Les résultats sont plus que prometteurs puisque les rendements d'élimination est de 100 % pour les valeurs pH 8 et 10. Cependant, il est de 91.91 % pour pH =12.41. Ces résultats concordent avec ceux de la partie précédente concernant l'activité des bactéries.

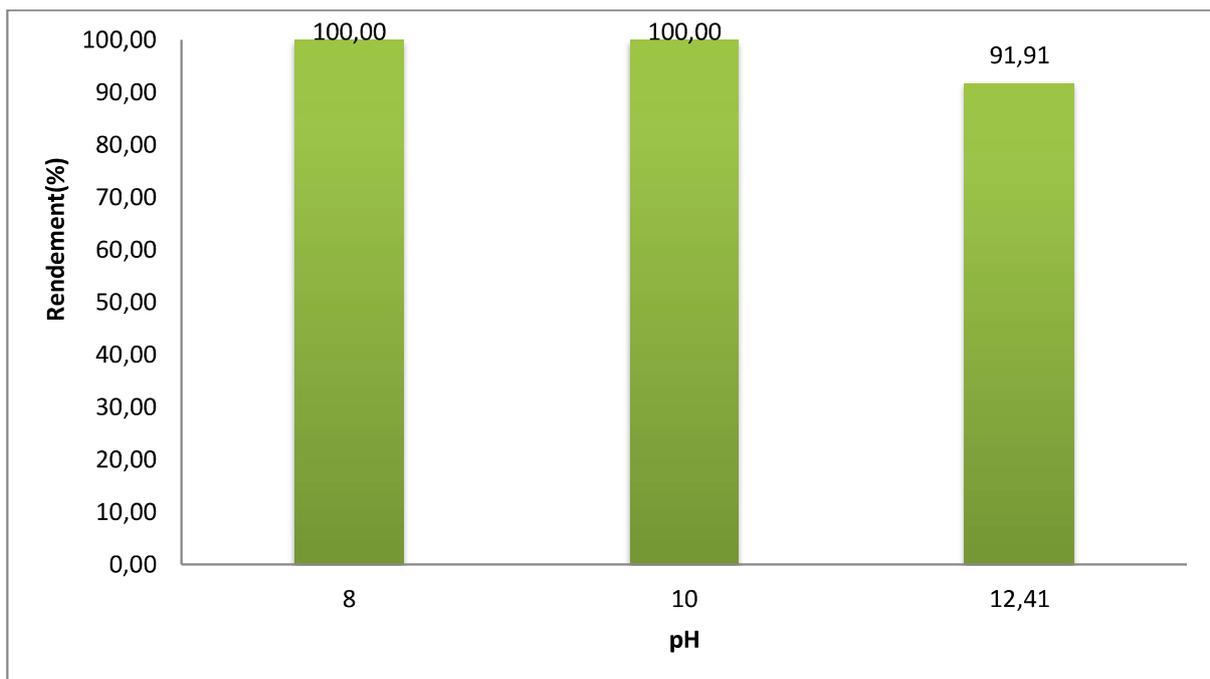


Figure n°III.9: variation du taux d'abattement de la matière grasse final en fonction de pH de saponification pour le rejet 1

III.3.1.3. Influence des taux de MVS sur le traitement biologique :

Afin d'étudier l'influence des taux de MVS sur le traitement biologique, une série d'expériences a été effectuée en fixant le pH à 10 et en variant les taux de MVS. Le suivi de la DCO en fonction du temps et ce pour les différentes valeurs de MVS est représentée sur la figure suivante :

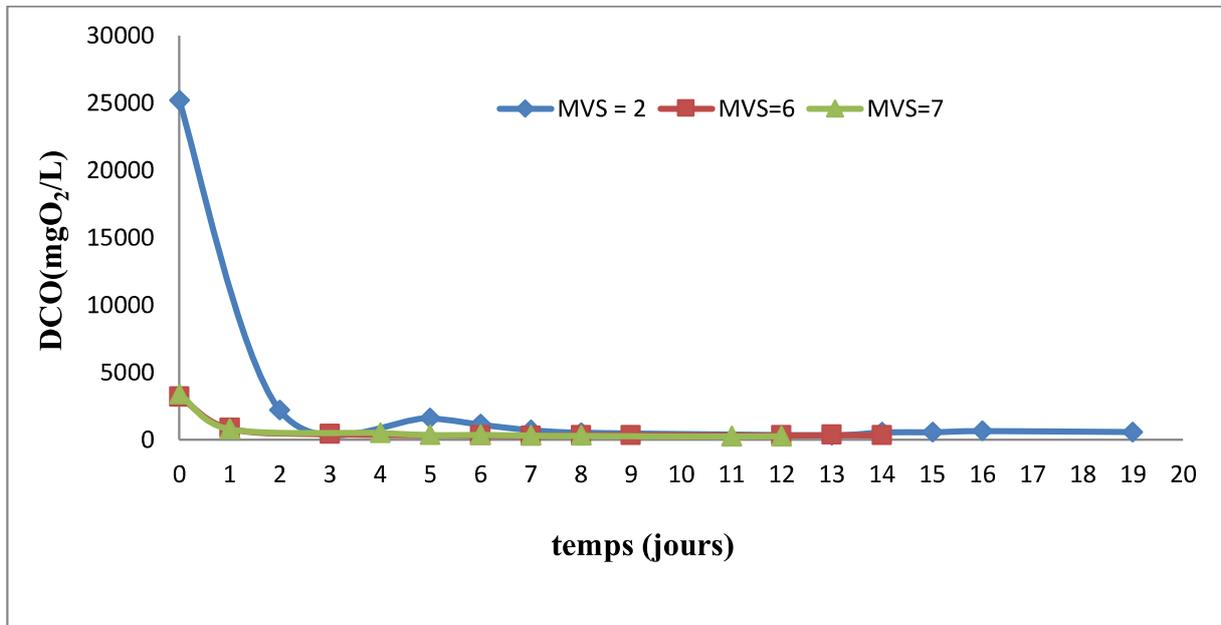


Figure n°III.10: Evolution de la DCO à différentes valeurs de MVS pour le rejet 1

Au cours de cette étape, nous pouvons constater que l'augmentation des taux des MVS a un effet positif sur le traitement biologique car d'un côté le taux d'abattement de la DCO s'améliore et d'un autre côté le temps de séjour diminue. Ceci s'explique probablement par le fait que l'augmentation des taux de MVS signifie l'accroissement de la masse épuratrice donc automatiquement une assimilation plus importante de déchets par la communauté bactérienne. Par conséquent, l'épuration de nos déchets est plus rapide.

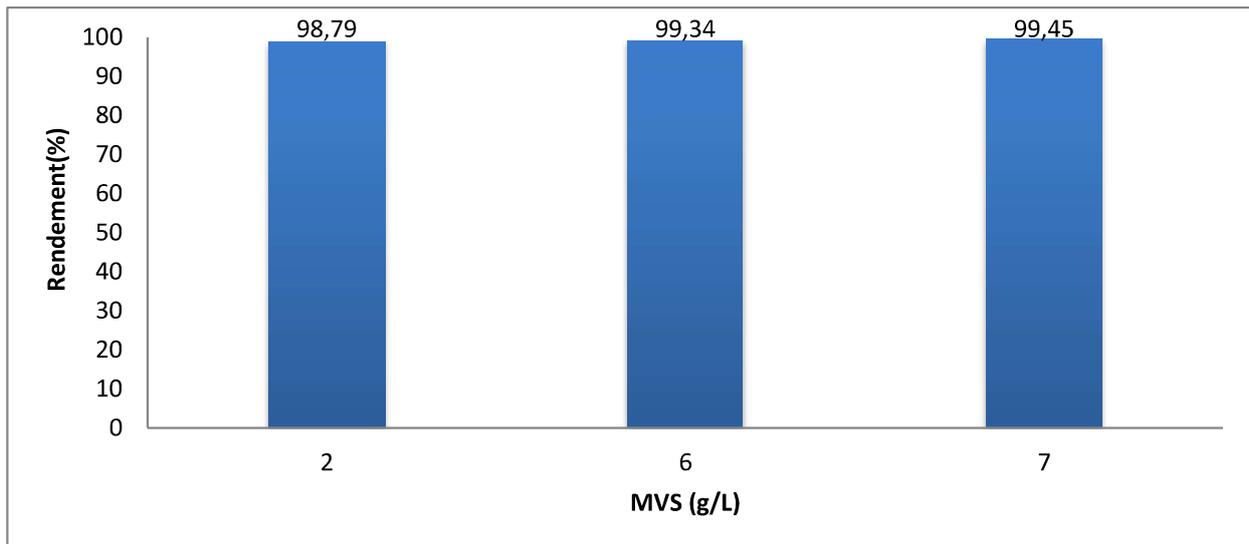


Figure n°III.11: variation du taux d'abattement de la DCO final en fonction de MVS pour le rejet 1

Les résultats obtenus au cours de cette étude ont montré que le traitement biologique aérobie est efficace pour des pH légèrement alcalins (les meilleurs taux d'abattement de DCO et les plus courts temps de séjour sont obtenus pour un pH=8) et aussi que notre traitement est plus rapide pour des valeurs de MVS élevées.

Cependant, malgré les taux élevés d'abattelements de la DCO, nous ne pouvons pas rejeter notre surnageant dans le milieu récepteur car la valeur de la DCO obtenue qui est de 176.66 mg d'O₂/L et 316.66 mg d'O₂/L pour les pH 8 et 10 ne respectent pas la limite de rejet dans un milieu récepteur qui est de 120 mg d'O₂/L d'où la nécessité d'un traitement complémentaire avant rejet.

III.3.2.Rejet 2 :

De même que pour le rejet 1, nous nous sommes intéressés au traitement d'un rejet graisseux prélevés à la surface du dégraisseur ayant une DCO inférieure à celle du rejet 1 (17666.66 mg d'O₂/L) et une concentration en lipides de l'ordre de 25 100 mg/L.

Lors de cette partie, nous allons suivre les mêmes étapes que le rejet 1. Seulement, cette fois nous procédons à l'application des conditions optimales du rejet 1.

III.3.2.1 Influence des conditions optimales du premier rejet sur le deuxième :

Afin d'étudier l'influence des conditions optimales du premier rejet sur le traitement biologique appliqué sur le deuxième, les déchets gras sont saponifiés à différents pH qui sont pH=8 et pH=10.

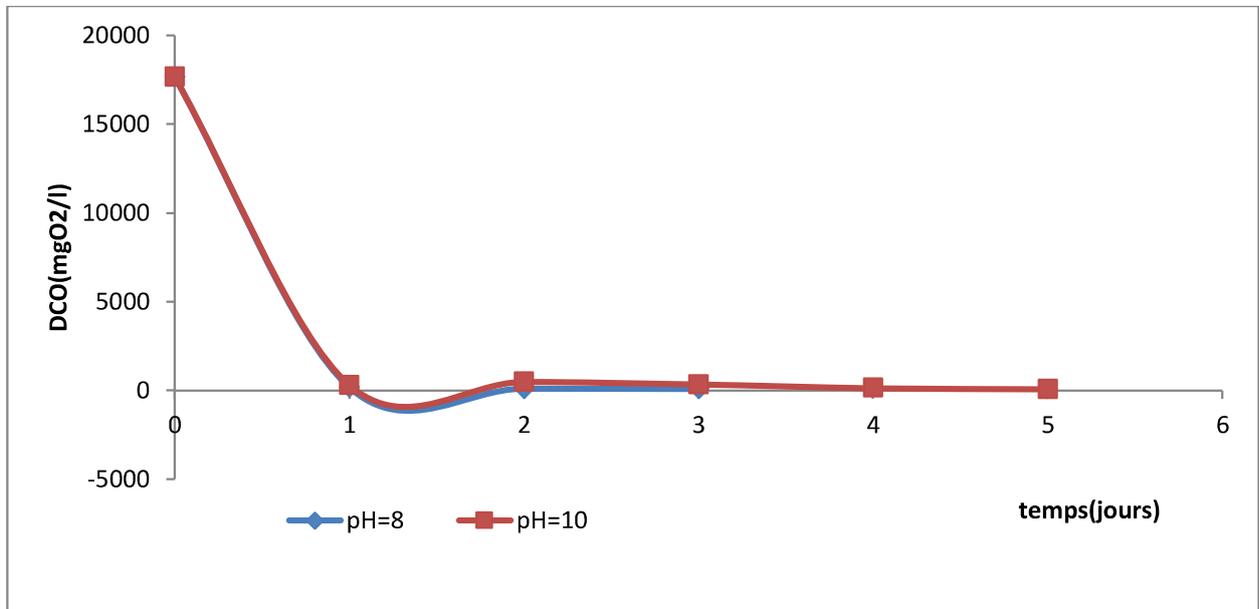


Figure n°III.12: Evolution de la DCO à différentes valeurs de pH de saponification sur le rejet 2

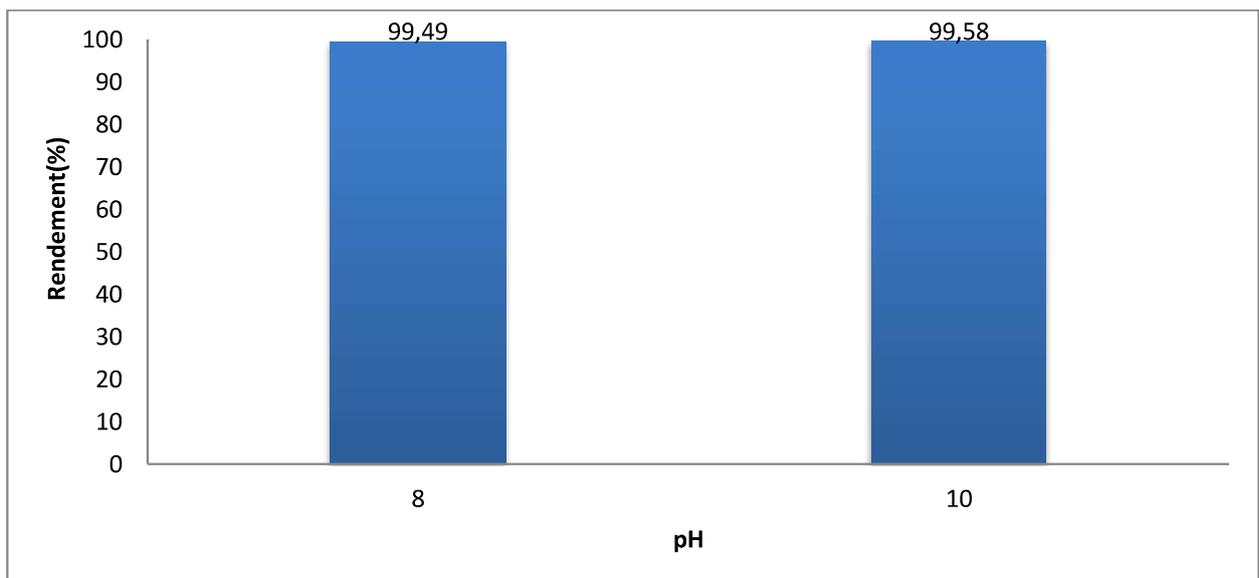


Figure n°III.13: variation du taux d'abattement de la DCO finale en fonction de pH de saponification sur le rejet 2

A partir d'une simple observation dans **les figures n°III.12, n°III.13**, il a été constaté que des meilleurs rendements de dégradation dépassant les 99% sont obtenus pour les deux valeurs de pH. Cependant, on constate aussi que plus le pH diminue plus les temps de séjour sont courts (3 jours pour pH=8 et 5 jours pour pH=10).

En résumé, les résultats obtenus dans la **Figure n°III.14** ont une nouvelle fois confirmé l'efficacité de notre traitement biologique vis-à-vis l'élimination des graisses car les taux d'abattement de matière grasse sont de 100% pour les deux valeurs de pH. Donc, ces résultats concordent avec ceux obtenus pour le rejet 1, qui ont montré qu'un milieu légèrement alcalin favoriserait l'activité bactérienne.

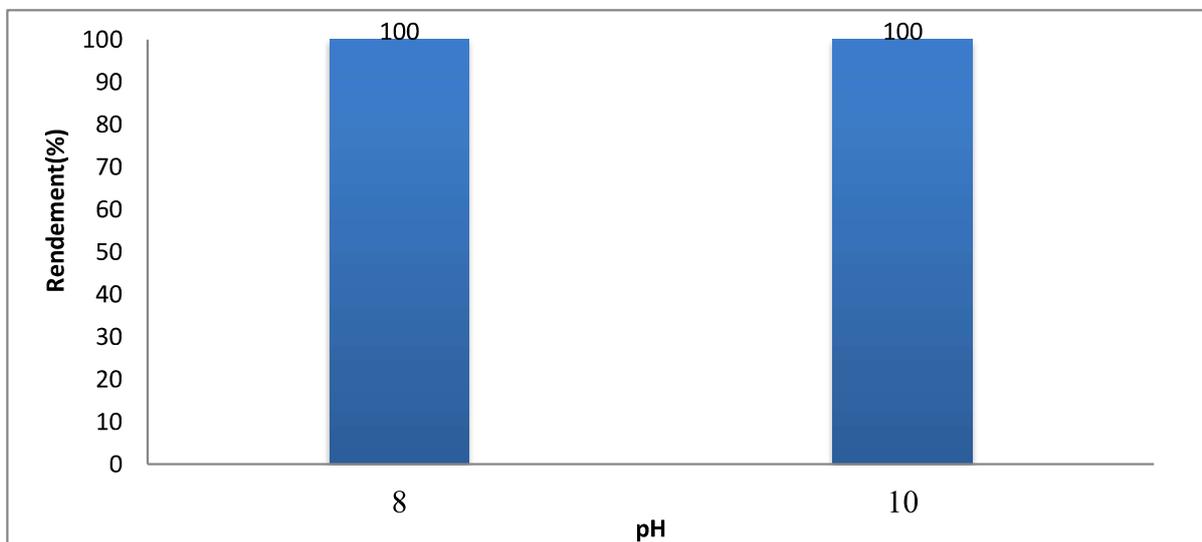


Figure n°III.14: variation du taux d'abattement de la matière grasse en fonction de pH de saponification sur le rejet 2

Enfin, nous remarquons que le traitement biologique effectué sur le deuxième rejet a provoqué la diminution de la DCO de sa valeur initiale (17666.66 mg d'O₂/L) à une valeur minimale de 73,33 mg d'O₂/L et de 90 mg d'O₂/L pour des pH= 8 et pH=10 respectivement. Ces deux valeurs sont inférieures à la norme de rejet contrairement au premier rejet dans lequel on a eue des valeurs légèrement supérieures à cette norme. Cela est dû au fait que le rejet 1 est presque trois fois plus chargé en matière lipidique et organique par rapport au deuxième rejet.

III.4. Traitement complémentaire :

Lors des traitements aérobies du Rejet 1, nous avons obtenus des résultats avec un des taux d'abattement de la DCO qui dépassent les 95%, cependant même avec ce taux élevé, nous n'avons pas pu atteindre les normes des rejets. Un traitement complémentaire est nécessaire. Pour cette étape, les abréviations suivantes correspondent aux surnageants concernés par le traitement complémentaire.

Tableau n°III.2: Abréviations correspondant aux surnageants concernés par le traitement complémentaire

| Surnageant | pH du traitement | MVS (g/L) | DCO final (mg d'O ₂ /L) |
|------------|------------------|-----------|------------------------------------|
| A | 8 | 6 | 176.66 |
| B | 10 | 2 | 583.33 |
| C | 10 | 6 | 316.66 |
| D | 10 | 7 | 266.66 |

III.4.1 Rejet 1 :

Après avoir suivi le traitement biologique, nous avons pu atteindre pour le premier rejet des taux d'abattement qui dépassent les 98% pour tous les réacteurs à pH 8 et 10. Cela qui correspond à des valeurs de DCO proche des normes de rejet (120 mg d'O₂/L).

Pour résoudre ce problème et augmenter le rendement abattement de la DCO, nous avons couplé le traitement biologique à des traitements complémentaires.

Parmi ces traitements complémentaires, on cite : Filtre à sable, l'adsorption sur charbon actif, par dilution, traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées.

III.4.1.1. Traitement par charbon actif et par filtre à sable :

Au surnageant B ayant un taux d'abattement de 98.79% qui correspond à 583.33 mg d'O₂/L on a appliqué deux traitement qui sont : l'adsorption par charbon actif en grain et un autre par filtre à sable.

Nous avons suivi la variation de la DCO au cours du temps pendant 1heure, les résultats sont présentés sur la **Figure n°III.15**.

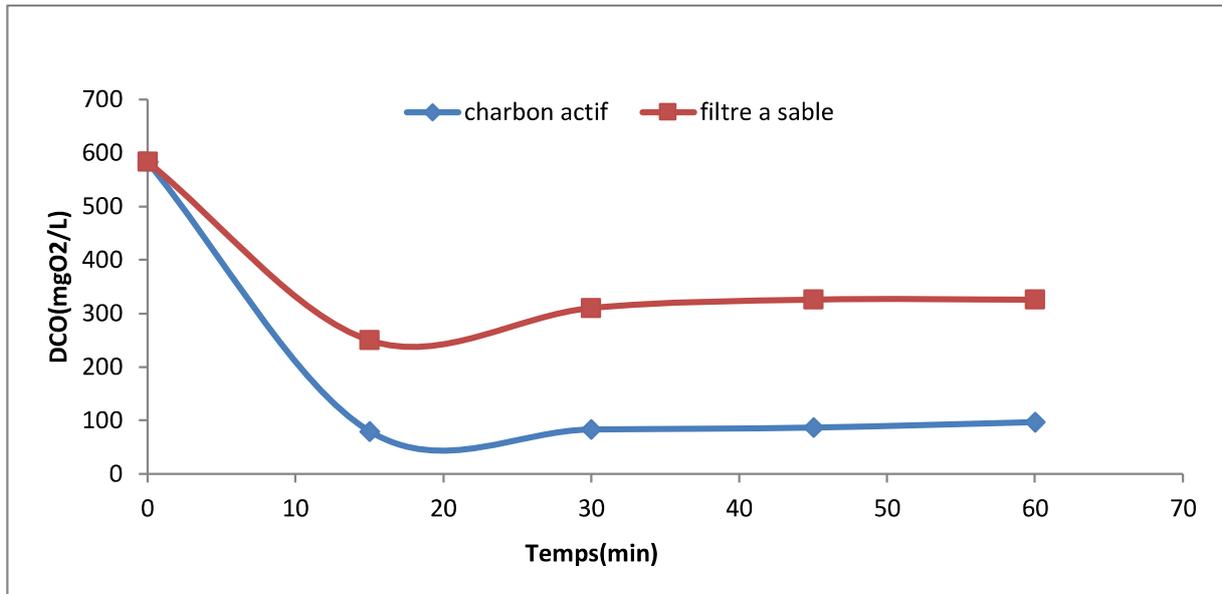


Figure n°III.15: Evolution de la DCO pour les deux traitements pour le rejet 1

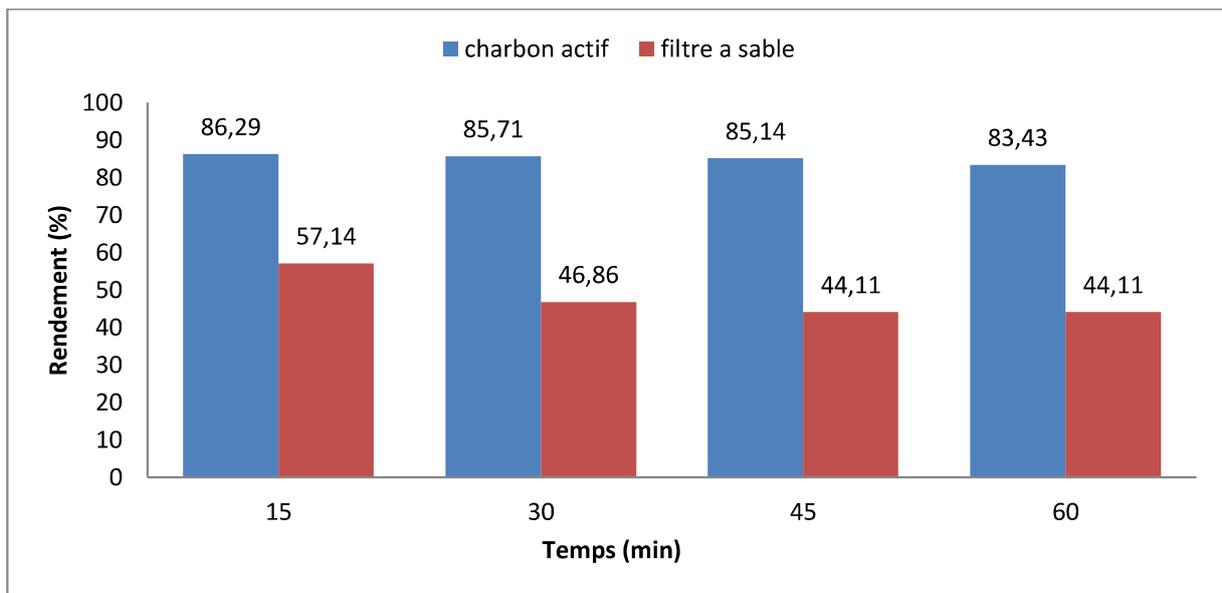


Figure n°III.16: Variation du taux d'abattement de la DCO pour les deux traitements pour le rejet 1

La figure n°III.15 montre la diminution de la DCO jusqu'à atteindre des valeurs qui respectent les normes de rejet seulement après 15 minutes de traitement par charbon actif avec un taux d'abattement de 86.29 %. Cela est expliqué par le fait que le charbon actif fait partie d'une gamme de substance présentant une très grande porosité et une surface spécifique importante de l'ordre de 500 à 1500 m² par gramme de charbon. Ces qualités confèrent au charbon actif un grand pouvoir d'adsorption.

Cependant, le traitement par filtre à sable ne permet pas d'attendre les normes de rejet, mais il permet de réduire la DCO avec un taux de 57.14 % seulement après 15 minutes de traitement

En outre, on remarque que au delà de 15 minutes de traitement la DCO augmente pour les deux traitements ce qui signifie que la dégradation de la qualité de surnageant filtrée suite au faite que la charge maximale de nos deux filtres est atteinte.

III.4.1.2. Traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées :

Le surnageant C a un taux d'abattement de 99.34% qui correspond à 316.66 mg d'O₂/L. On lui a appliqué un traitement biologique aérobie différent puisque on ajoute à notre surnageant des eaux usées provenant de la station d'épuration de Boumerdes (les proportions des trois composantes dans le réacteur sont 50% de boue activée et 37.5% d'eau usée et 12.5% du surnageant).

Des prélèvements ont été effectués après 19h du traitement (le temps de séjour des eaux usées dans le bassin d'aération de la station d'épuration de Boumerdes est d'environ 16h). Ces derniers indiquent une DCO qui correspond à 73.33 mg d'O₂/L, valeur inférieure à la norme de rejet.

En outre, nous nous sommes intéressés au traitement du surnageant D, ayant une DCO 266.66 mg d'O₂/L et un taux d'abattement de 99.45%. Dans cette partie, nous allons suivre les mêmes étapes que le surnageant C sauf que cette fois avec 50% de boue activée et 25% d'eau usée et 25% du surnageant dans le réacteur biologique.

Les prélèvements effectués après 17h du traitement indiquent une DCO qui correspond à 80 mg d'O₂/L valeur inférieure à la norme de rejet.

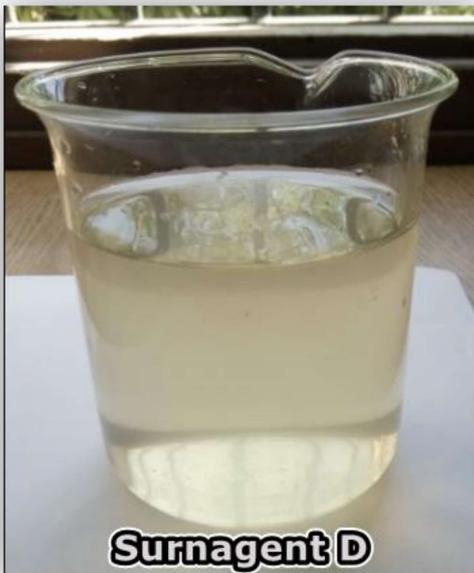
En somme, un surnageant issu d'un traitement biologique aérobie des déchets graisseux peut être réinjecté dans le circuit normal des eaux usées.



Avant traitement



Après traitement



Avant traitement



Après traitement

Figure n°III.17: Les deux surnageant issu de traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées

III.4.1.3. Traitement par dilution

Le surnageant A ayant un taux d'abattement de 99.63% qui correspond à 176.66 mg d'O₂/L valeur légèrement supérieure à la norme.

On lui a appliqué une dilution par l'ajout du surnageant D issu du traitement biologique aérobie précédé d'ajout d'eaux usées ayant une DCO de 80 mg d'O₂/L.

Le prélèvement effectué après la dilution indique une DCO qui correspond à 90 mg d'O₂.L⁻¹, valeur inférieure à la norme de rejet.

Il en ressort, qu'un surnageant ayant une valeur de DCO légèrement supérieure à la norme peut être réinjecté à la sortie de la station avec l'eau dépolluée. Enfin ce résultat confirme qu'une dilution cause une diminution de la DCO (cf. III.2.1)

III.4.2 Rejet 2 :

Les résultats du traitement aérobie du Rejet 2 sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau n°III.3: Les résultats finaux obtenus pour le traitement biologique aérobie du rejet 2

| Paramètres | Valeur après traitement | | Limites |
|----------------------------|-------------------------|--------------|-----------|
| | pH=8 | pH=10 | |
| Réacteur | pH=8 | pH=10 | |
| Couleur | transparente | transparente | - |
| Odeur | Sans | Sans | - |
| pH | 7.30 | 7.40 | 6,5 – 8,5 |
| DCO (mg O ₂ /L) | 90 | 73.33 | 120 |
| lipides totaux (mg/L) | 0 | 0 | 30 |

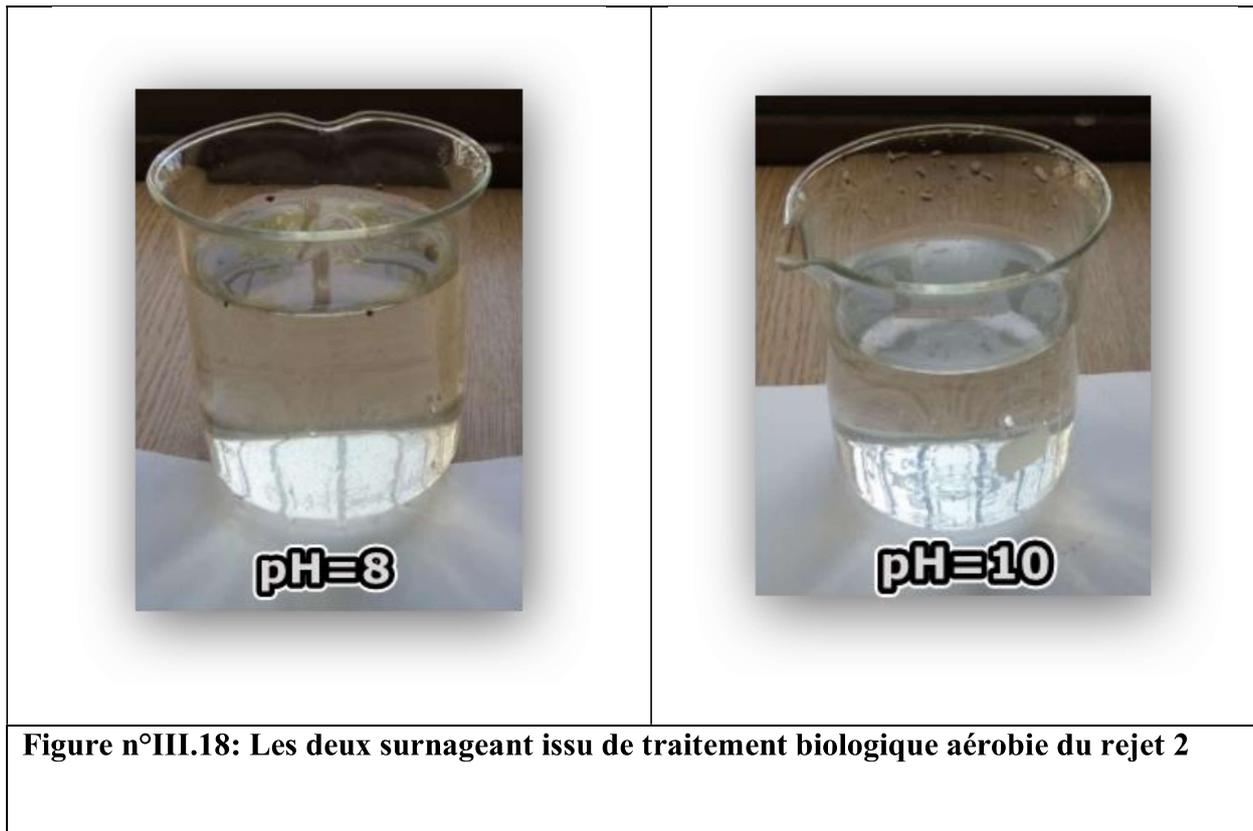


Figure n°III.18: Les deux surnageant issu de traitement biologique aérobie du rejet 2

À partir des résultats présentés dans le tableau n°III.3 et la figure n°III.18, nous pouvons constater que les normes de rejet sont respectées pour les deux surnageants du deuxième rejet. Il en ressort qu'aucun traitement complémentaire ne soit nécessaire.

III.5. Valorisation des déchets gras :

III.5.1. Valorisation par saponification :

Le principal objectif de cette étude consistait à valoriser un rejet gras fortement chargé. Afin d'atteindre l'objectif, nous proposons de synthétiser un savon à partir de nos déchets gras. Ce choix est motivé par le fait que notre déchets est trop riche en matières grasses.

Rappelons que, la synthèse d'un savon résulte d'une réaction appelée réaction de saponification. Initialement cette réaction est définie comme la réaction entre un alcali (Le terme alcali décrit une substance qui est chimiquement une base qui réagit et neutralise les acides). Les alcalis les plus courants sont l'hydroxyde de sodium et l'hydroxyde de potassium et un corps gras (huile ou graisse).

Les composés formés sont le savon et la glycérine ou le glycérol. Elle a été expliquée en 1823 par un grand chimiste français : Eugène Chevreul. Qui a démontré que les corps gras (dont il décrit le concept en 1813) sont formés d'une combinaison entre le glycérol et des acides gras et il l'a expliqué dans son livre : Recherche chimique sur les corps gras d'origines animales.

III.5.1.1. Application de la réaction de saponification sur le rejet 1 :

Au cours de cette réaction, les déchets graisseux sont hydrolysés en milieu basique par une base, en présence de l'éthanol qui rend le mélange réactionnel plus homogène.

Le mélange réactionnel est maintenu sous chauffage à reflux à une température de 90 °C pendant 30 minutes, la température sert à accélérer la réaction de saponification qui est une réaction lente à température ambiante

On utilise le chauffage à reflux, car il permet de maintenir le volume du milieu réactionnel constant. Le réfrigérant à boules évite une perte des réactifs ou des produits une fois à l'état gazeux, en raison de la chaleur. Ils sont condensés, sous l'effet de l'eau froide, passent à l'état liquide et restent ainsi dans le milieu réactionnel.

III.5.1.2. Test des propriétés du savon :

À la fin de la réaction de saponification, des tests des propriétés du savon sont indispensables.

A l'échelle de notre laboratoire deux tests ont été effectués, le premier consiste à tester les propriétés moussantes du savon et le deuxième consiste à vérifier l'existence du savon dans notre mélange

III.5.1.2.1. Test des propriétés moussantes du savon :

Un savon qui mousse beaucoup sur les mains ou le corps a une meilleure image commerciale que celui qui ne le fait pas, bien que leur pouvoir lavant ne soit pas lié à leur apparence.



Figure n°III.19: Propriétés moussantes du savon

La figure n°III.19 montre la formation d'une mousse, Ceci peut être expliqué par le fait que en agitant le savon, de l'air s'y dissout. Les bulles d'air, en s'échappant du savon, entraînent avec elles un film de liquide et forment la mousse.

III.5.1.2.2. Teste de présence des traces du savon

Le changement de couleur observée après le teste effectué (**Figure n°III.20**) traduit la présence des traces de savon. Enfin avec une certitude absolue on peut conclure que les résultats obtenus pour les deux teste des propriétés du savon démontre que nous avons réussi à synthétiser un savon à partir de nos déchets graisseux

Remarque : pour éviter tout risque d'effets nuisibles, il est déconseillé d'utiliser le savon obtenu pour se laver les mains ; en effet, il contient encore beaucoup de soude et est donc caustique.



Figure n°III.20: Teste de présence des traces du savon

III.5.2. Valorisation par traitement biologique anaérobie (La méthanisation) :

Le traitement anaérobie permet de traiter les déchets organiques en les transformant en compost mais aussi en méthane, dioxyde de carbone, composés azotés et soufrés. Des populations microbiennes anaérobies vont se développer sur le substrat organique en l'absence d'oxygène.

III.5.2.1. Application de La méthanisation sur le rejet 2 :

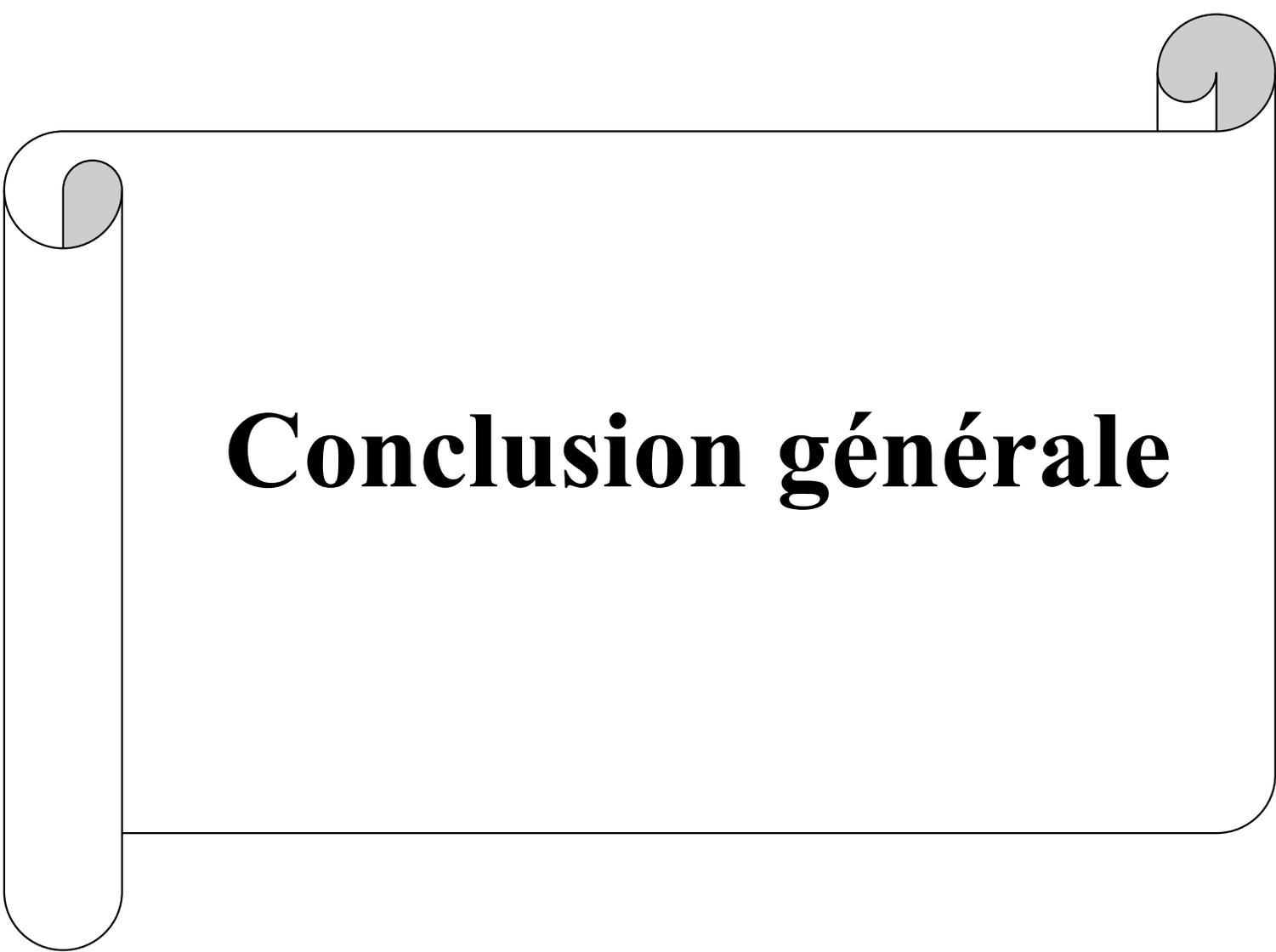
Le but de notre travail est la production de biogaz par digestion anaérobie. On a utilisé comme matière première les déchets gras de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Tizi-Ouzou. L'échantillon est mis à fermenter dans un digesteur dans des conditions d'anaérobie pendant 30 jours.

À la fin de la réaction, l'analyse du gaz récupéré est indispensable, cette dernière a été effectuée à l'aide d'un multi-analyseur de gaz. Après injection du gaz un pourcentage très satisfaisant et encourageant de 7.9% en méthane a été indiqué sur l'appareil (Figure n°III.21).

Enfin cette étude, a permis de démontrer clairement la possibilité de produire une énergie à partir d'un déchet indésirable qui est la graisse des stations d'épuration des eaux usées.



Figure n°III.21: Multi-analyseur de gaz

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Conclusion générale

Conclusion

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pris conscience de l'importance de la station d'épuration qui a pour objectif d'épurer les eaux usées pour qu'elles ne soient pas directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Cependant cette station génère des sous-produits, dont les déchets graisseux.

Ces derniers, sont issus des ouvrages de pré-traitement des stations d'épuration traitant principalement des effluents domestiques présentent une pollution assez concentrée en matière organique et graisse dont la seule issue est l'évacuation vers une benne transférant ainsi le rejet vers le milieu naturel (les terres).

Cette problématique, va induire un effet néfaste sur l'environnement, c'est pourquoi une sensibilisation générale de l'homme est plus que nécessaire afin de préserver la vie. Cette sensibilisation est suivie de recherche pour remédier aux problèmes.

Notre recherche a porté sur la caractérisation et le traitement des deux rejets graisseux issus de l'Office National de l'Assainissement (ONA) des wilayas de Boumerdes et de Tizi-Ouzou. Après analyse, la quasi-totalité des paramètres de pollution dépassent les normes de rejet dans un milieu récepteur, d'où la nécessité de traiter et de diminuer au maximum tous les polluants, ce qui ne pourrait être obtenu que par une combinaison de procédés de traitement.

L'étude expérimentale que nous avons menée a été consacrée à traiter ces déchets par un procédé physico-chimique (coagulation floculation) et aussi par un traitement biologique et enfin de les valoriser par un procédé chimique (Saponification) et par production d'un biogaz.

A partir des résultats et discussions présentés, nous avons pu conclure que :

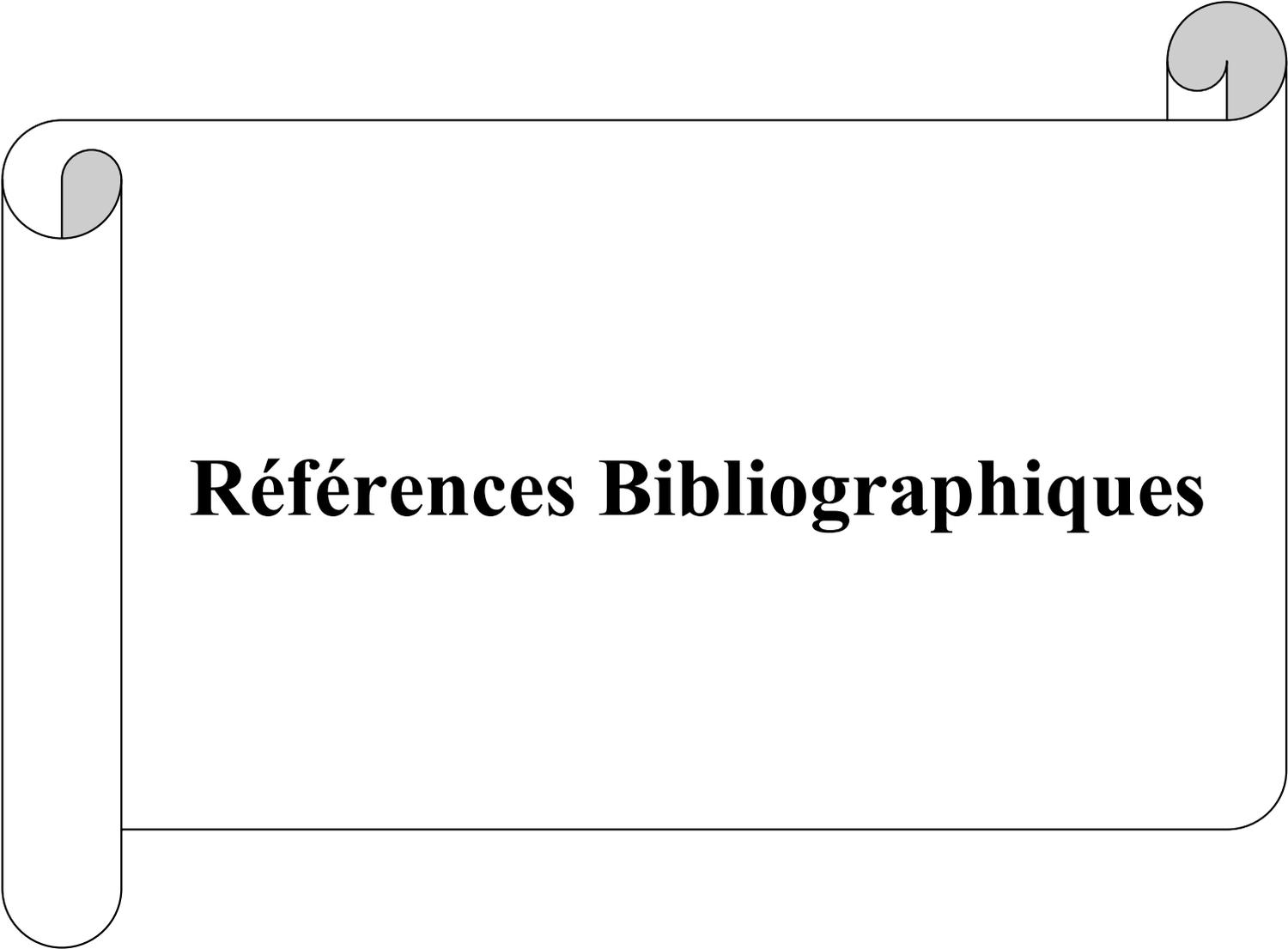
- 1) L'élimination des déchets graisseux à très forte charge par coagulation-floculation n'est pas envisageable (absence de phase aqueuse)
- 2) Le traitement biologique aérobie est efficace vis-à-vis l'élimination de la matière lipidique (les taux d'abattement de matière grasse sont de 100%), ainsi que sur l'abattement de la demande chimique en oxygène (des taux dépassant les 99%), dans des conditions opératoires optimales (pH légèrement alcalins, taux de MVS élevé)

- 3) Les graisses issues des ouvrages de pré-traitement des stations d'épuration ne sont plus considérées comme des déchets mais des produits valorisables (la possibilité de produire une énergie à partir d'un déchet indésirable).

Les résultats obtenus sont très satisfaisants et encourageants. En perspectives, les travaux futurs peuvent être orientés vers :

- ❖ Un traitement biologique en système continu
- ❖ Une purification du savon obtenu
- ❖ Une purification du biogaz ainsi une voie de valorisation

Enfin, il est à espérer que ce travail apporter une contribution, aussi modeste soit-elle, à la résolution de la problématique des graisses et qu'il soit utile à tous ceux qui se préoccupent d'une façon générale de l'environnement ainsi qu'à tous ceux qui s'intéressent au développement scientifique et rationnel dans ce domaine.

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Références Bibliographiques

ABIBSI N. Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoépuration) pour l'irrigation des espaces verts application à un quartier de la ville de Biskra. Mémoire de Magister en Hydraulique Urbaine et Ouvrages Hydrotechniques Option : Hydraulique urbaine Université MOHAMED KHIDER , wilaya de BISKRA,2011

CANLER J-P. Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FNDAE n° 24 Document technique, 2001. pp 10-11.

C. Desjardins, Le traitement des eaux, Tec et Doc - Lavoisier, 1997, 2^e édition.

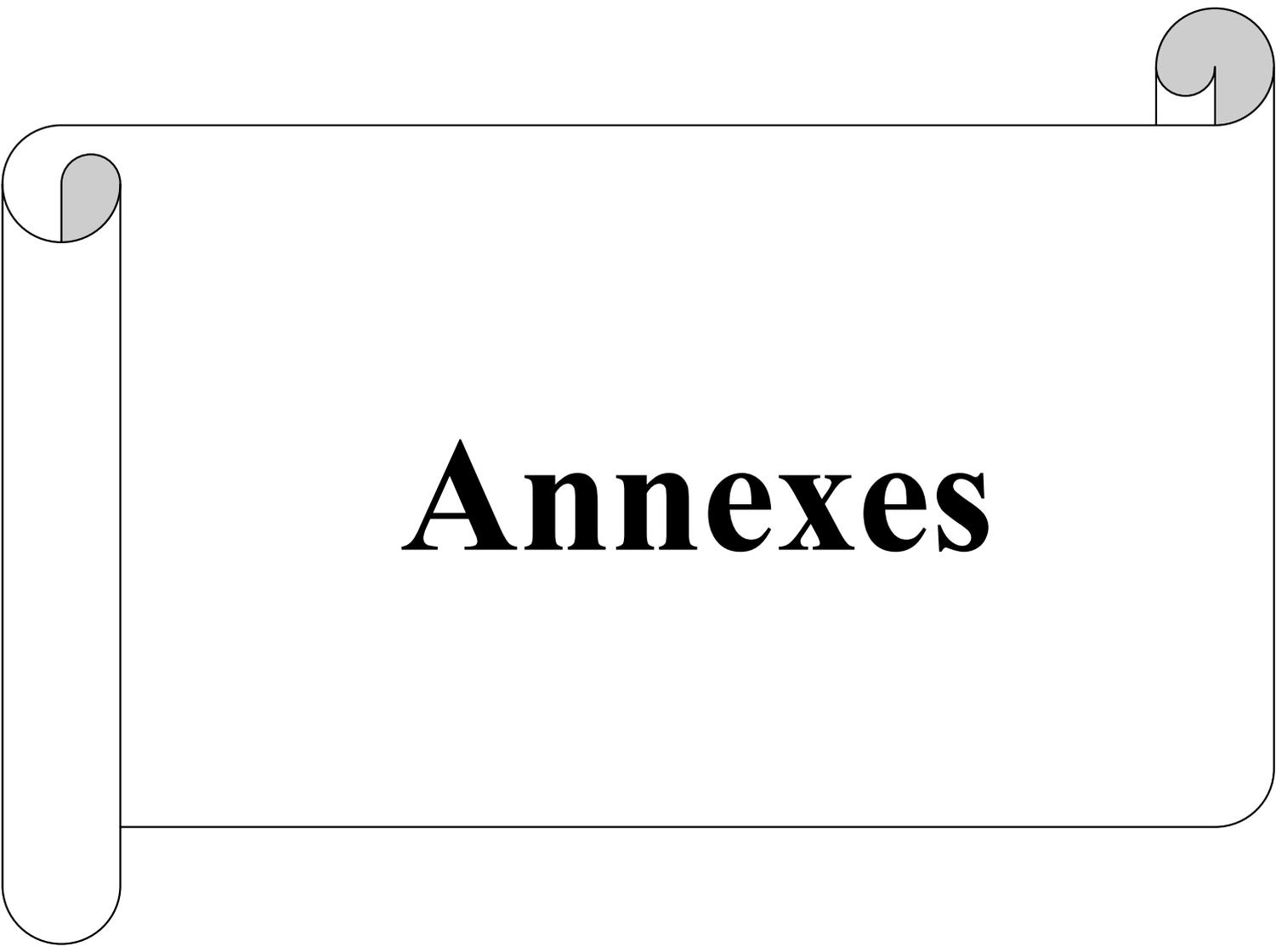
Djeddi H .Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de Magister en Ecologie et Environnement Option : Ecologie végétale, Université Mentouri , wilaya de Constantine, 2006.

Edeline, F. L'épuration biologique des eaux, théorie & technologie des réacteurs, Tec et Doc - Lavoisier, 1979.

Jin Bai ZHANG. Procède de traitement anaérobie des boues et de valorisation du biogaz, Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine Spécialité : Génie des Procédés et des Produits, École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, 2011

Office National d'Assainissement. L'office, présentation [en ligne]. [Consulté le 12/08/2016]. < <http://www.ona-dz.org> >.

Telli Sidi Mohamed. Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen . Mémoire du Master Génie énergétique et environnement Option : Génie thermique et énergies renouvelables, Université Abou Bekr Belkaid , wilaya de Tlemcen, 2013.

A decorative border resembling a scroll, with a grey shaded area on the left side and a grey shaded area at the top right corner.

Annexes

I. Dosage de la demande chimique en oxygène DCO

I.1. Réactifs

1. Réactif d'acide sulfurique

- ✓ Ajouter Ag_2SO_4 (sulfate d'argent) dans H_2SO_4 (acide sulfurique) concentré à raison de 5.5g d' Ag_2SO_4 par kg H_2SO_4 .
- ✓ Laisser reposer 1 à 2 jours afin qu' Ag_2SO_4 soit complètement dissous.
- ✓ La solution doit être conservée dans un endroit obscur.

2. Réactif de digestion

- ✓ Dissoudre 10,2 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (dichromate de potassium), préalablement chauffé à 105°C pendant 2 heures, dans 500 ml d'eau distillée.
- ✓ Ajouter lentement 167 ml de H_2SO_4 concentré et 33.3 g de HgSO_4 (sulfate mercurique).
- ✓ Agiter jusqu'à dissolution complète, laisser refroidir et compléter à 1 000 ml avec de l'eau distillée.

I.2. Mode opératoire

1. Mélanger 1.5 ml de réactif de digestion et 3.5 ml d'acide sulfurique dans des tubes spécifiques, puis les fermer immédiatement afin d'éviter toute évaporation due, suite à un fort échauffement dû à une réaction exothermique.
2. Bien mélanger les tubes au vortex, et les laisser refroidir.
3. Mettre le bloc chauffant en marche à 148°C .
4. Ajouter 2,5 ml de à analyser dans chaque tube, fermer et agiter.
5. Poser le tube dans le bloc chauffant préalablement chauffé, régler le minuteur sur 120 min.
6. Après minéralisation de l'échantillon dans chaque tube, le bloc s'arrête automatiquement de chauffer.
7. Sortir les tubes et les laisser refroidir ;
8. Effectuer la lecture sur le photomètre à $\lambda = 600\text{nm}$.
9. La DCO de l'échantillon est déduite de la courbe d'étalonnage.

II. Dosage des graisses : Extraction liquide – liquide

II.1.Réactifs

Hexane (solvant organique): un hydrocarbure saturé de la famille des alcanes de formule brute C_6H_{14} .

II.2. Appareillage

- ❖ Ampoule à décompter,
- ❖ Rota vapeur,
- ❖ Ballons en verre,
- ❖ Etuve portée à 105°C.

II.3. Mode opératoire

1. 250 ml d'effluent graisseux sont introduits dans une ampoule à décompter de 500 ml,
2. Ajouter 30 ml d'hexane, boucher l'ampoule et agiter pour bien mélanger le contenu (3 à 5 mn), en retournant l'ampoule et temps à autre et en ouvrant son robinet orienté vers le haut, pour dégazer.
3. Placer l'ampoule sur une potence jusqu'à séparation des deux phases puis recueillir l'eau dans un bécher et mettre en réserve l'hexane chargé de matière grasse.
4. Sur cette eau recueillie, refaire l'extraction avec 2 x 15 ml d'hexane pour épuiser la matière grasse.
5. Regrouper les (30 + 15 + 15) ml d'hexane et faire évaporer le solvant dans un rota vapeur jusqu'à ce que l'odeur d'hexane se dissipe.
6. Le ballon utilisé doit être taré pour pouvoir calculer le pourcentage de matières grasses. Le mettre avec son contenu pendant une heure dans une étuve pour finaliser l'évaporation, puis peser et calculer le taux de MG.

II.4.Expression des résultats

La concentration en lipides totaux de l'effluent analysé, exprimé en mg/l est donnée par la relation :

$$MG = \frac{m_1 - m_0}{250} \times 100 \text{ (g / 100 ml)}$$

Avec : m_1 : masse du ballon contenant la matière grasse

m_0 : masse du ballon vide.

III. Traces de savon :

III.1. Réactifs :

- Acétone
- Acide chlorhydrique 0.01 N dans l'acétone
- Bleu de bromophénol , solution à 0.2% dans l'acétone
- Eau distillée

III.2. Matériel et appareillage :

1. Fiole conique de 100 et de 250 ml
2. Cylindre gradué de 100ml
3. Pipette de 5ml
4. Ampoules à décanter de 100ml
5. Balance technique
6. Micro burette de 2ml

III.3. Mode opératoire :

- ✓ Préparer dans une fiole de 100ml d'acétone aqueuse (97ml d'acétone et 3ml d'eau)
- ✓ Neutraliser cette solution par HCL 0.01N dans l'acétone
- ✓ ajoute le bleu de bromophénol jusqu'à la coloration verte.
- ✓ Ajouter 40ml environ de savon dans une fiole de 250ml
- ✓ Ajouter 50ml d'acétone aqueuse neutralisée
- ✓ Agiter bien ce mélange et le transvaser dans l'ampoule à décanter
- ✓ La coloration bleu ou verte doit réapparaître immédiatement pendant l'agitation, ce que indique la présence de savon.

Résumé

Parmi les mesures prises à l'heure actuelle pour la protection de l'environnement on cite l'épuration des eaux usées. Cette action est réalisée par la station d'épuration nommée L'ONA, sauf que lors de ces traitements, il a été constaté la génération d'effluents gras qui sont très nocif pour l'environnement.

C'est pourquoi, notre étude a été focalisée sur le traitement et la valorisation des déchets gras. A cet effet plusieurs procédés ont été utilisés parmi eux on retrouve le traitement physico-chimique (coagulation floculation) et aussi le traitement biologique aérobie et enfin la valorisation par saponification et la méthanisation

Les différents procédés ont permis de réduire considérablement la charge polluants jusqu'à l'obtention des normes de rejet

Mots clés : Pollution, eau usée, effluents gras, Coagulation-floculation, traitement biologique, saponification, méthanisation

Abstract:

Among the measures taken at present to the environmental protection is quoted sewage waters. This action is performed by the treatment plant named ONA except that during these treatments, it was found that the generation of oily effluents that are very harmful to the environment.

Therefore, our study will focus on the treatment and recovery of greasy waste. For this purpose several methods have been used among them include the physico-chemical treatment (coagulation-flocculation) and also the aerobic biological treatment and finally recovery by saponification and methanation

Different methods have greatly reduced the pollution load up to obtaining the discharge.

Keywords: Pollution, waste water, oily wastewater, coagulation-flocculation, biological treatment, saponification, biogas