

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



**UNIVERSITE IBN KHALDOUN-TIARET-  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE VIE**



**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION  
DU DIPLOME MASTER ACADEMIQUE**

**Présenté par :**

**MOKRANE SOUMIA  
REBBAH ALIA**

**SPECIALITE: Microbiologie Appliqué à l'Environnement**

**Thème : Caractérisation physicochimiques et microbiologiques des  
boues primaires de la STEP de Tiaret et essai de leur valorisation  
en biogaz.**

**Soutenu le : 02/07/2017**

**Devant le jury composé de :**

**Président : Melle Medjber N.**

**Encadreur : Mr Hadj Said A.**

**Co-Encadreur: Mr Sassi M.**

**Année universitaire : 2016 -2017**

# REMERCEMENT



*Langage tout d'abord à dieu qui nous a donné La force  
Pour terminer ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier avec gratitude : Mr  
Hadj Said A Maître de conférence qui a accepté de nous encadrer, de  
diriger ce travail, et pour tout ses conseils.*

*Nous remercions infiniment Mr Sassi M Maître de Conférences à la  
faculté des sciences de la vie et de la terre et l'univers, pour sa présence,  
son aide, ses corrections sérieuses et sa patience.*

*Nous remercions aussi : Mm Madjber N qui nous ont fait L'honneur  
d'accepter le jugement de notre travail.*

*Notre sincère reconnaissance à nos enseignants du Département: de la  
science de la nature et de la vie et tous Les travailleurs de la station  
d'épuration des eaux usées Ain Bouchekif ville de Tiaret.*

*Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribués de près ou De loin  
à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de notre  
profondes gratitude et respects.*

*Soumia & Alia*



# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

- *A ceux que j'aime beaucoup, qui ont sacrifié leurs vies !  
pour je réussie ceux qu'sont toujours de mon coté ce que j'ai  
de plus chère dans ma vie a vous mes parents que Dieu nous  
gardez pour moi*
- *A mes chers frères : Mohamed, youcef, Morsli et Seif  
Eddine et ma chère sœur Ikram*
- *A tous mes amis surtout : Messabih Soumia, Aissat  
Aicha et Messabih Fatima, Laaredj Mimouna, Rebbah  
Alia, Boujemaa Ahlm, Adaa Hakima et Dhobian Fatma*
- *A toute la famille MOKRANE, KHALOUT*
- *A Mon cher ami : Lemtouche Houcine et sa famille sans  
exception Ainsi que tous mes proches*

**MOKRANE SOUMIA**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

- *A mes très chères parents qui m'ont aidés et M'encouragé durant toutes mes études.*
- *A mon fiancé Lemtouche Mohamed et sa famille*
- *A mes très chers frères : Belkacem, Abd el baki, Abd el kader, Ahmed et mes tres chers sœurs : Rachida, Dalila, Fatima, Naima, Khadidja, Khaiera*
- *A tout mes petites sœurs : Kholoude, Ahlem, Romaisa, Halima, Nadia et Sojoude et mes petits freres : Mohamed, jalil et Abd el ghari*
- *A mon très cher amie Adda Hakima et Rouene Nawel*
- *A touts mes amis surtout : Mokrane Soumia, Laaredj Mouna et Khiati Khadidja*
- *A toute la famille REBBAH et MOKHTARI*

**REBBAH ALIA**

# Sommaire

Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Liste des photos.....	
Liste des abréviations.....	
I . INTRODUCTION GENERALE.....	1
II . Partie expérimental :	
CHAPITRE I : La zone d'étude	
I . Présentation du site d'étude .....	3
II . Caractéristiques générale de la STEP de Tiaret .....	4
III. Procédé de traitement des eaux polluées .....	4
III. I . Prétraitement.....	4
III. II. Dégrillage .....	4
III. III. Dégrilleur grossier.....	5
III.IV.Dégrilleur fin.....	5
III.V. Dessablage et déshuilage.....	5
III.VI. Déshuilage.....	6
III.VII. Traitement .....	6
IV. Traitement secondaire.....	7
IV.I. Traitement biologique (boues activées).....	7
IV.II. Clarification (décantation).....	7
V.Traitement des boues.....	8

V.I. Boue flottante.....	8
V.II. Boue primaire.....	8
V.III. Boue secondaire.....	8
V.IV. Digestions (stabilisation).....	8

## CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

I. But de travail .....	11
II. Date et lieu de ce travail.....	11
III. Prélèvement des boues primaires.....	11
IV. Décantation et récupération des boues primaires .....	11
V. Protocole expérimental.....	12
VI.matériels et méthodes .....	13
VI.matériels utilisées .....	13
VII. Analyses physicochimiques des eaux usées .....	14
VII .I. la température.....	14
VII .II. La matière en suspension (MES).....	14
VII .III. Turbidité.....	14
VII .IV. Potentiel Hydrogène (pH).....	15
VII .V. Conductivité.....	15
VII .VI. Oxygène Dissous .....	15
VII .VII. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	15
VII .VIII. Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	15
VIII. Méthodes d'analyse microbiologique de la boue... ..	17
VIII .I. Préparation des suspensions dilutions.....	17
VIII .II. Recherche des germes totaux.....	18

VIII .III. Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	18
VIII .IV. recherche des germes anaérobies sulfito-réducteurs.....	18
VIII .V. Recherche des champignons.....	19
VIII .VI. Recherche des entérobactéries.....	19
VIII .VII. Recherche des pseudomonas.....	19
VIII .VIII. Recherche des algues.....	19
IX. Méthanisation.....	20
IX.I. Hydrolyse.....	20
IX.II. Acidogénèse.....	20
IX.III. Acétogénèse .....	20
IX.IV. Méthanogénèse .....	20
X. Biogaz.....	21

### Chapitre III : Résultats et discussions

I. Analyses physicochimiques des eaux usées .....	22
II. Analyses microbiologiques .....	24
III. Dénombrement des germes .....	25
IV. Essai de biogaz.....	25
III. CONCLUSION GENERALE .....	26

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

# Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Matériels utilisé lors du travail .....	13
<b>Tableau II :</b> Composition du biogaz .....	21
<b>Tableau III :</b> Caractéristiques physicochimiques des eaux usées de la STEP.....	22
<b>Tableau IV :</b> Résultats des analyses microbiologiques.....	24
<b>Tableau V:</b> Nombre des colonies des bactéries présentes .....	25
<b>Tableau VI:</b> Constituants de biogaz .....	25



# Liste des figures

- Figure I :** Situation géographique de la STEP de Ain Bouchekif ville de Tiaret .....03
- Figure II:** Cinq principaux collecteurs de la ville de Tiaret vers la station d'épuration (STEP, 2007) .....03
- Figure III:** Protocole préliminaire des analyses physicochimiques et microbiologiques des eaux usées de la STEP de Tiaret et l'essai de la méthanisation des boues .....12
- Figure IV:** Préparation des suspensions dilutions des boues liquides .....17

# Liste des photos

<b>Photo I</b> : STEP de Tiaret .....	04
<b>Photo II</b> : Dégrilleur grossier .....	05
<b>Photo III</b> : Dégrilleur fin.....	05
<b>Photo IV</b> : Bassin de dessablage et déshuilage .....	06
<b>Photo V</b> : Bassin de décantation primaire .....	07
<b>Photo VI</b> : Bassin combinaison .....	07
<b>Photo VII</b> : Epaisseur I et II .....	08
<b>Photo VIII</b> : Digesteur aérobie .....	09
<b>Photo IX</b> : Lits de séchage .....	10

# Liste d'abréviation

**%** : pourcentage.

**C°** : degré Celsius.

**CO<sub>2</sub>** : gaz carbonique.

**CE** : conductivité électrique.

**CF** : coliformes fécaux.

**CT** : coliformes totaux.

**CH<sub>4</sub>** : méthane.

**DBO** : demande biologique d'oxygène.

**DCO** : demande chimique d'oxygène.

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

**L** : litre.

**MO** : matière organique.

**MES** : matière en suspension.

**mS/cm** : milli siemens par centimètre.

**O<sub>2</sub>** : oxygène.

**pH** : potentiel d'hydrogène.

**PPM** : partie par million.

**STEP** : station de traitement des eaux usées.

**T°** : température.

**V** : volume.

**VF** : Gélose viande foie.

**VRBG** : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

**FOA** : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** : Dichromate de potassium

**Hg** : Mercure

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounds a central white oval. The frame features symmetrical designs at the top and bottom, with smaller scrollwork on the left and right sides.

# **I: Introduction**

### 1 -Introduction Générale :

Les accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale (pollution atmosphérique, pollution des eaux de surfaces et profondes, pollution du sol...etc), et ce, en particulier dans les pays en développement moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires concomitants. Parmi ces sources de pollution la production des eaux usées souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable, génère de nombreuses maladies hydriques et une propagation des épidémies.

La quantité de boues issue de station d'épuration augmente d'années en années, posant le problème de leur devenir. D'autant que leurs débouchés habituels sont remis en question (valorisation agricole, incinération ou stockage en décharge) souvent du fait d'une législation plus contraignante sur leurs impacts environnementaux et de pressions publiques plus fortes.

La méthanisation des boues (ou digestion anaérobie), procédé naturel de dégradation de la matière organique, permet non seulement aux boues de respecter les critères de stockage en décharge mais aussi d'améliorer leur stabilité pour l'épandage. De plus, la digestion produit du biogaz, qui peut être récupéré et valorisé sous différentes formes énergétiques (production de chaleur, d'électricité). Il permet ainsi des économies énergétiques et de répondre aux objectifs de réduction d'émission de gaz à effet de serre.

Pour gérer et valoriser ces boues une connaissance approfondie des caractéristiques physico-chimique et microbiologique est nécessaires.

L'objectif principal de cette étude de contribuer à l'essai de la valorisation en biogaz des boues primaires de la station de Tiaret Ain Bouchekif.

La partie expérimentale se divise en trois chapitres le première chapitre de cette étude est consacré à la présentation des différentes filières de la station d'épuration de la STEP de Tiaret.

Le deuxième chapitre a pour objet de présenter les matériels et méthodes utilisé lors de travail.

Résultats et discussions font l'objet du troisième chapitre. Et on termine ce travail par une conclusion générale.

L'objectif finale est d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des boues de STEP de Ain bouchekif de Tiaret pour valoriser les déchets de l'épuration des eaux polluées afin d'avoir un effet bénéfique sur l'environnement.

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounds a central white circle. The frame features symmetrical designs at the top and bottom, with smaller scrollwork on the sides.

**II: Partie  
expérimental**



A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounding a central white oval. The frame features symmetrical designs with leaves and scrolls at the top and bottom, and smaller scrollwork on the sides.

**Chapitre I :**

Zone d'étude

**I. Présentation du site d'étude**

Ce travail a été réalisé dans la STEP de Ain Bouchekif ; Elle est située à 6 km au sud de la ville de Tiaret comme indique la (Fig I).

La STEP s'étale sur une superficie de 9.47 hectares et elle est destinée au traitement des eaux usées provenant des communes de Tiaret, Sougueur, Dahmouni et Ain Bouchekif.



**Figure I.** Situation géographique de la station d'épuration

Les eaux brutes arrivent à la station d'épuration par gravité grâce à un réseau de 5 collecteurs principaux comme le montre la (Fig II).



**Figure II.** Cinq principaux collecteurs de la ville de Tiaret vers la station d'épuration (STEP, 2007)

## II. Caractéristiques générale de la STEP de Tiaret

La STEP de la ville de Tiaret est implantée sur le territoire de la commune de Bouchekif (**photo I**), le traitement des eaux usées a été effectué en Mai 2008 dans ce poste.



**Photo I.** STEP de Tiaret

## III. Procédé de traitement des eaux polluées

Le refoulement des eaux usées vers la STEP est réalisé à l'aide de 3 pompes fonctionnant alternativement.

Le traitement des eaux s'effectue en 2 étapes :

- Prétraitement
- Traitement principale.

### III.I. Prétraitement

Le prétraitement comporte un dessablage et déshuilage ils ont pour effet d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et ou d'endommager les équipements. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des huiles (dégraissage et déshuilage).

### III.II. Dégrillage

Il est composé par deux digrilleurs gros et fins.

### III. III. Dégrilleur grossier

Il consiste à faire passer l'eau à travers les grilles dont les barreaux vont retenir les déchets volumineux supérieurs à 30 mm (les chiffons, les plastiques, les branches etc....).

Comme indique la (photo II).



**Photo II.** dégrilleur grossier.

### III. IV. Dégrilleur fin

Il est associé à une presse laveuse. Il se caractérise par des grilles dont l'écartement des barreaux est de 8 mm pour éliminer les déchets les plus petits. Comme le montre

La (photo III)



**Photo III.** dégrilleur fin

### III. V. Dessablage et déshuilage

Le dessablage permet de débarrasser par sédimentation les eaux usées du sable. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points telle que le (bassin d'aération). Dans le dessableur l'écoulement de l'eau se fait à une vitesse réduite afin que les particules solides se déposent

au fond. Un pont mobile doté de deux pompes sert à aspirer le mélange eau - sable déposé au fond du dessableur vers la chambre à sable.

### III. VI. Déshuilage

Au même moment, l'insufflation d'air fait monter les graisses plus légères que l'eau à la surface où elles seront ensuite retirées par raclage vers une chambre à graisse (déshuilage) Elle sont ensuite pompées vers un digesteur fonctionnant en aérobie. Comme indique la (photo IV )



**Photo IV.** Bassin de dessablage et déshuilage.

### III. VII. Traitement

Le traitement est composé par traitement primaire et traitement secondaire et traitement des boues. Les eaux prétraitées arrivent directement à la décantation primaire formée de deux bassines I et II.

Cette étape consiste à une séparation des éléments liquides et solides sous l'effet de la pesanteur les matières solides se déposent au fond du bassin pour former les boues primaires ; ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage (pont racler) situé au fond du bassin Ces dépôts mélangés à l'eau sont pompés vers l'épaississeur I à l'aide de pompes qui se trouvent au niveau de la station de pompage des boues primaires.

Ce traitement primaire élimine environ 60 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % de la DBO 5 et la DCO. L'eau est plus ou moins claire mais n'est pas encore épurée, d'autres Traitements sont encore nécessaires (la photo V)



**Photo V.** Bassin de décantation primaire.

#### **IV. Traitement secondaire**

Ce traitement comporte deux phases :

- traitement biologique (boues activées).
- traitement de clarification (décantation secondaire).

##### **IV.I. Traitement biologique (boues activées)**

Cette technique utilise les réacteurs naturels de l'autoépuration par lesquelles des micro-organismes dont essentiellement les bactéries agissent en présence d'oxygène sur la pollution présente dans l'eau usée.

##### **IV.II. Clarification (décantation)**

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues secondaires issues du traitement biologique. Cette décantation se fait dans un bassin de clarification combiné avec le bassin d'activation.



**Photo VI.** Bassin combinaison.

## V. Traitement des boues

Les Boues de station d'épuration désignent l'ensemble des résidus de l'activité biologique des micro-organismes vivant dans les stations d'épuration, qui transforment les matières transportées par les eaux usées pour qu'elles puissent en être extraites. Elles sont constituées essentiellement d'eau, de sels minéraux et de matière organique

### V.I. Boue flottante

La boue flottante raclée et collectée dans des cuves d'écumes de la décantation primaire et Secondaire, est transférée vers le digesteur aérobie.

### V.II. Boue primaire

Cette dernière est issue de la décantation primaire raclée et collectée au fond du bassin puis aspirée grâce à des pompes (station de pompage des boues primaires) et transférée vers l'épaississeur I en vue de les débarrasser de leur eau (**photo VII**).



**Photo VII.** Epaississeur I et II.

### V.III. Boue secondaire

Cette boue issue de la décantation secondaire, raclée et collectée au fond du bassin de clarification, est transférée vers le bâtiment de distribution (compartiment 3) puis évacuée soit directement vers le 1<sup>er</sup> compartiment (boue de retour) ou vers l'épaississeur I (boue en excès).

Dans l'épaississeur I, la boue est débarrassée par une grande partie de son eau.

### V.IV. Digestions (stabilisation)

Se fait dans un bassin combiné aéré, a pour but la stabilisation biologique de la boue en diminuant leur pouvoir de fermentation.

La digestion est un procédé microbiologique transformant la boue organique chimiquement complexe en méthane, dioxyde de carbone et en un matériau non toxique semblable à de l'humus. Les réactions se déroulent dans un réservoir clos dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. La transformation s'effectue au cours d'une série de réactions :

Tout d'abord la matière solide est rendue soluble par des enzymes ensuite le produit est fermenté par un groupe de bactéries acidifiantes, procédé qui la réduit à des acides organiques simples, tels que l'acide acétique. Les acides organiques sont alors transformés par les bactéries en méthane et en dioxyde de carbone. La boue épaisse est chauffée et versée le plus régulièrement possible dans le digesteur où elle séjourne entre 10 et 30 jours pour y être décomposée. Par la digestion, on atteint une réduction de la matière organique de 45% à 60%.



**Photo VIII.** Le digesteur aérobie

Les boues primaires et secondaires évacuées tout au cours du processus de dépollution seront soumis à une déshydratation dans des lits de séchage se trouvant à proximité de la station.


Le principe repose sur une filtration et évaporation naturelle de la boue sur une aire de séchage dans le but de réduire au maximum la teneur en eau des boues.

Le séchage est un stade de traitement pendant lequel la boue digérée est placée sur des lits de sable pour séchage à l'air libre. La boue séchée est utilisée comme améliorant pour les sols, parfois comme engrais en raison de ses fortes teneurs en azote et en phosphore.





**Photo IX.** Lits de séchage

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounds the text. The frame is symmetrical and features a central oval shape that frames the text.

Chapitre II :  
Matériels et  
Méthodes

**I. But de travail**

Les objectifs à atteindre dans ce travail sont :

- Caractérisations physicochimiques et microbiologiques des boues primaires de la STEP de Ain Bouchakif ville de Tiaret.
- Essai de valorisation par méthanisation des boues en biogaz.

**II. Date et lieu de ce travail**

Les échantillons analysés proviennent de la STEP de Ain Bouchakif ville de Tiaret située dans la zone d'étude.

Les analyses effectuées sur les eaux usées et le montage de méthanisation sont réalisées au niveau de laboratoire de STEP Ain Bouchakif ville de Tiaret et les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université ibn khaldoun – Tiaret (Département SNV).

La durée de travail est : de 03 Mai jusqu'à le 06 Juin.

**III. Prélèvement des eaux usées**

Les échantillons prélevés sont des eaux usées prétraitées qui sont issues à partir des bassins de dessablages et déshuilage

**IV. décantation et récupération des boues primaires :**

Les boues liquides issues d'une simple décantation des eaux prétraitées pendant une 1 h 30 min.

V. Protocole expérimental :

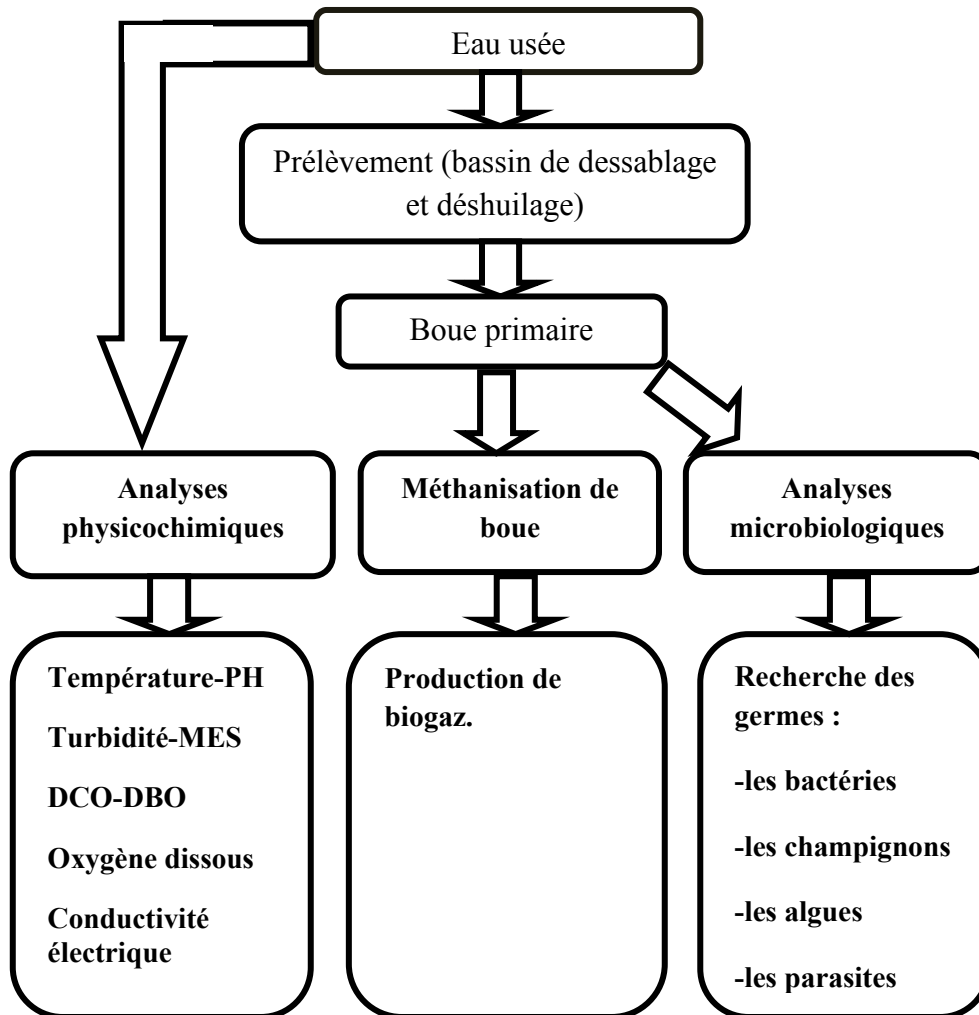


Figure III. Protocole expérimental suivi lors de ce travail

VI. Matériels et méthodes

VI.I. Matériels utilisées

Tableau I. Matériels utilisée dans ce travail sont donnée dans le tableau suivant

Matériels	Dénomination
appareillages	Autoclave. agitateur vortex. multi paramètre thermo réacteur centrifugeuse Etuve microscope optique bec Bunsen bain marie
Verrières	béchers ; éprouvettes graduées ; pipette pasteur ; tubes à essai ; Erlenmyer ; pipette graduée ; flacons ; portoir ; boites de Pétri
Réactifs	sulfite de sodium ; Alen de fer
Milieus de culture	milieu viande fois ; milieu gélose nutritif ; milieu Mac conkey ; milieu king A ; milieu sabourand ; milieu VRBG

## VII-Analyses physicochimiques des eaux usées

Pour caractériser les boues primaires provient de la décantation des eaux usées, nous prenons le résultat des analyses physico-chimique effectuée au niveau de laboratoire de la STEP sur les eaux usées eux-mêmes.

Le pH, la température, la conductivité électrique ; TDS et salinité ont été déterminés à l'aide d'un analyseur multi-paramètres type HORIBA, modèle U22.

La DBO5 a été déterminée par la méthode instrumentale à l'aide d'une enceinte de DBO mètre adapté aux conditions de l'incubation et muni d'un agitateur (température maintenue à 25°C pendant 5 jours).

La DCO a été déterminée par l'oxydation en milieu acide par l'excès de dichromate de potassium en présence du sulfate de fer et d'ammonium à 120°C, les matières en suspension ont été déterminées par filtration d'un volume d'eau usée sur filtre cellulose (vide de maille 0,45 µm).

### VII.I. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ... etc. (RODIER et AL, 2005).

### VII.II. Matière en suspension (MES)

La présence des MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour le dosage des MES, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de 0.45µm. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement (Norme EN 872, 1996). Le taux des MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (M_0 - M_1)1000/V \quad (\text{Rodier, 2005}).$$

Où V : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;

M0: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

M1 : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

### VII.III. Turbidité

La réduction de la transparence d'un liquide est due généralement à la présence des MES et se fait par comparaison entre la lumière diffusée et la lumière transmise par un

échantillon d'eau. La turbidité a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre HACH DR/2000. Le turbidimètre doit être étalonné avant chaque utilisation.

#### VII.IV. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode en verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution.

#### VII.V. Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électrique, le taux de sels (TDS) et la salinité, nous donne une idée détaillée sur la minéralisation totale des eaux. On a utilisé un appareil multi-paramètres pour mesurer les trois paramètres.

#### VII. VI. Oxygène Dissous

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

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg /l (REJSEK, 2002).

#### VII. VII. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

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

#### VII. VIII. Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (RODIER, 2005).

-La détermination de la DBO5 consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs (Rodier, 2005).

-et d'autres paramètres sont déterminés au niveau du laboratoire de la STEP comme : l'azote ; les nitrates ; l'azote ammoniacale ; le sulfate et le phosphore.



### VII I-Méthodes d'analyse microbiologique des boues

L'analyse microbiologique a pour but la recherche des germes existant dans les échantillons de boue à analyser. Une analyse complète de la boue liquide a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des microorganismes suivants :

- Germes totaux ;
- Coliformes totaux et fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs.
- Les champignons.
- Les algues.
- Les pseudomonas.
- Les entérobactéries.

#### VIII.I. Préparation des dilutions

La préparation des dilutions consiste à déposer sur un portoir une série de 4 tubes stérilisés, numérotés de 1 à 4, et contenant chacun 9 ml d'eau distillée stérilisée, peser 1 ml du boue liquide préalablement homogénéisée, le verser dans le tube 1, agiter vigoureusement, c'est la suspension dilution  $10^{-1}$ , le transférer dans le tube 2 contenant déjà de l'eau distillée (9 ml), il s'agit de la suspension dilution  $10^{-2}$  agiter vigoureusement et recommencer l'opération pour le restant des tubes en transférant 1 ml de solution d'un tube à l'autre, afin de préparer les suspensions dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , et un 5<sup>ème</sup> type pour la boue primaire ( liquide ). Les dilutions décimales doivent être utilisées aussitôt après leur préparation exemple (fig. IV).

La valeur analysée dépend en grande partie, du soin apporté et à la condition de stérilisation.

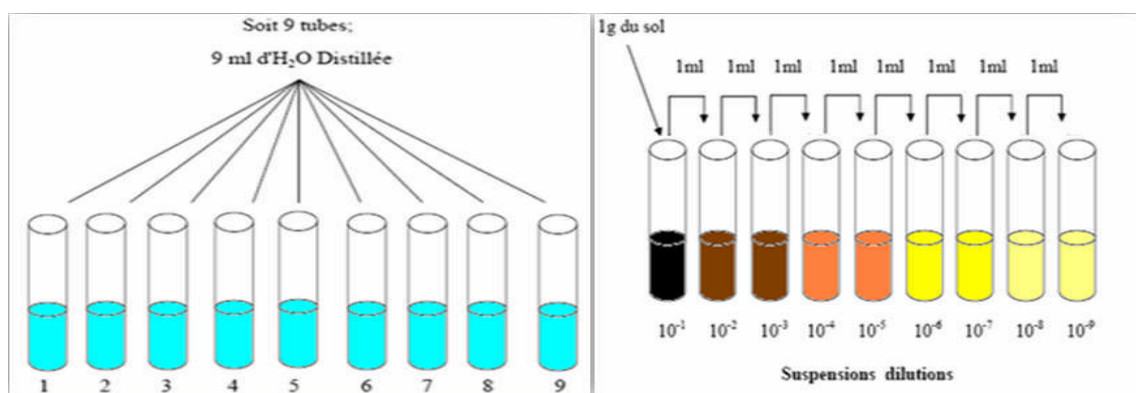


Figure IV. Exemple de Préparation des dilutions décimales.

### VIII.II. Recherche des germes totaux

#### Mode opératoire

A partir des suspensions dilutions de boues préparées ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ), déposer 1 ml de chaque suspension; séparément, dans cinq boîtes de Petri vides préparées à cet usage et numérotées. Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15 ml de gélose nutritive et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier. retourner les boîtes et incuber à une température de 37 °C pendant 72 H.

### VIII.III. Recherche des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont des batonnets ; à Gram négatif aero-anaerobi facultatifs, non sporulés (GUIRAUD et GALZ, 1980) leur température de prolifération est de 37 °C. Les coliformes fécaux se distinguent des coliformes totaux par leur température de prolifération qui est de 44 °C (LAPIED et PETRANSXIENE, 1981).

#### Principe

Le milieu est la gélose glucosé billiée au cristal violet et ou rouge neutre, c'est un milieu sélectif qui permet de dénombrer les coliformes par ensemencement en masse (LARPENT, 1977).

#### Mode Opératoire

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans les boîtes Petri stérile.
- couler ensuite 15 ml de milieu VRBG.
- L'ensemencement se fait en profondeur, incuber une série à 37 °C pendant 24 H , et l'autre série à 44 °C pendant 24 H.

### VIII.IV.Recherche des germes anaerobies sulfito-réducteurs

Le milieu de culture viande foie est principalement utilisé en tube profond pour la détermination du type respiratoire des micro-organismes, mais aussi pour la culture des germes anaerobies stricts tels que les clostridium.

#### Principe

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

**Mode opératoire**

- Préparer le milieu de culture (en ajoutant 0.5 ml de sulfite de sodum et quelques gouttes d'Alen de fer).
- On ajoutant ensuite 5 ml du produit primaire ( boue liquide).
- Mettre le milieu de culture dans un bain marie a 80°C pendant 10 min.
- Ensuite on applique sur le milieu un choc thermique par la rientroduction dans l'eau froid.
- Incuber pendant 24 à 48 H à 37°C ; les colonies noires sont identifiées.

**VIII.V. Recherche des champignons**

- Ensemencer en surface sur milieu de Sabourand 0.1 ml de la solution mère et dilutions décimales dans des boîtes Petrie préparée.
- incuber les boîtes à 37° C pendant 72 H .

**VIII.VI. Recherche des entérobactéries**

- a partir de la solution mère et les dilutions décimales porter aseptiquement 1 ml dans les boîtes Petri.
- coulé environ 15 ml de milieu Mc conkey.
- incuber les boîtes à 37° C pendant 24 H.

**VIII.VII. Recherche des Pseudomonas**

- préparer une série de boîtes coulées par le milieu King A.
- ajouter 0.1 ml de la solution mère et les dilutions décimales; incuber à 37° C pendant 24 H.

**VIII.VIII. Recherche des algues**

La recherche des algues est effectuée par microscopie à partir d'une suspension de la boue diluée dans de l'eau distillée et incubée à température ambiante pendant plusieurs jours dans un flacon fermé (SASSI, 2011)

## IX. Méthanisation

La méthanisation ou encore biométhanisation est une décomposition de matériel organique par des microorganismes en l'absence d'oxygène, c'est-à-dire en anaérobie. C'est là un processus qui met en jeu plusieurs espèces bactériennes qui transforment simultanément les déchets organiques en biogaz. La fermentation en anaérobie peut se faire dans trois gammes de température : Psychrophiles : 15 à 25°C, Mésophiles : 25 à 45°C, Thermophiles : 55 à 65 °C (B.LAGRANGE, 1979)

La méthanisation s'effectue en trois phases nécessaires à la production du méthane.

- La phase d'hydrolyse
- La phase d'acidogénèse
- Les phases méthanogènes.

### IX.I. Hydrolyse

Cette étape d'hydrolyse correspond à la dégradation des macromolécules organiques (protéines, lipides, polysaccharides...) en monomères (acide aminé, acide gras, oses...). Ce sont les bactéries dites hydrolytiques qui vont permettre de casser des structures organiques complexes en libérant des enzymes (protéases, lipases, cellulases...). Cette étape est déterminante pour la suite de la fermentation, car seules les molécules simples seront biodisponibles pour la suite du traitement. D'un point de vue cinétique l'hydrolyse est considérée comme une étape limitant.

### IX.II. Acidogénèse

Les monomères sont fermentés principalement en acide gras volatil (AGV), en alcools, en H<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>. Les bactéries responsables de cette étape sont nombreuses, on les appelle les bactéries fermentaires. La cinétique de l'acidogénèse peut être élevée relativement aux autres étapes de la méthanisation.

### IX.III. Acétogénèse

Dans cette étape une grande partie des acides gras volatils (AGV) et des alcools est assimilée par les bactéries acétogènes autotrophes pour former de l'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH). Une autre partie est convertie en hydrogène et dioxyde de carbone.

### IX.IV. Méthanogénèse

Il y a deux voies de production du méthane :

- À ~ 70% par les bactéries méthanogènes acétoclastes, le méthane est produit à partir de l'acétate

- A ~ 30% par les bactéries méthanogènes hydrogénophiles, le méthane est produit à partir du dioxyde de carbone et de l'hydrogène.

## X. Biogaz

Le biogaz est une énergie très utilisée dans les pays en voie de développement, mais non encore exploité en Algérie. La méthode consiste à transformer la matière organique, en méthane par fermentation en anaérobie. Le gaz produit est stocké dans un gazomètre et utilisé selon la demande. Ce gaz est utilisé directement pour la cuisson ou transformé en énergie mécanique ou en électricité par le biais d'un moteur thermique conventionnel. Les déchets provenant de cette transformation constituent un très bon engrais. Les digesteurs sont une technologie active qui a été appliquée dans les fermes agricoles, les décharges publiques, les stations d'épuration des eaux usées, etc.


En effet, les eaux usées sont une source considérable pour la production d'énergie mais aucunes évaluations de cette capacité n'ont été faites à ce jour, les données sont parfois contradictoires ou non actualisées.

**Tableau II.** Composition du biogaz.

Nature de gaz	Proportion
-méthane	45 à 65 %
-gaz carbonique	25 à %45
-eau(H <sub>2</sub> O)	6 %
-oxygène	/
-hydrogène sulfurée	Traces

Technique a suivi :

- 1- L'essai que nous avons réalisée sert a utilise une autoclave de 9 L pour la méthanisation d'environ 6 L de la boue liquide issue d'une simple décontation pendant 1H 30 min des eaux usees prelvé a partir du bassin de dessablage et déshuillage .
- 2- L'autoclave est fermé et lissée incubé pendant une période de 21 jours a la temperature ambiante.
- 3- Après un periode de 21 jours d'incubation on anaerobioses , nous avons detecté a l'aide d'un detecteur de gaz que la fermentation a permet la production de biogaz.

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounds a central white oval. The frame features symmetrical designs at the top and bottom, with smaller scrollwork on the left and right sides.

Chapitre III:  
Résultats et  
discussions

### I. Analyses physicochimiques des eaux usées

le tableau III. Représente les résultats des analyses physicochimiques des eaux usées dont sont issues les boues primaires.

**Tableau III.** les paramètres physicochimiques de l'eau usée prétraitée

Paramètres	Eau usée
pH	8.14
Température	18.3 °C
Conductivité électrique	1.25 mS/cm
MES	448 mg /l
oxygène dissous	0.03 mg/l
oxydo-reduction	-45.8 mV
DCO /DBO <sub>5</sub>	1,63
DCO	514 mg/l
DBO <sub>5</sub>	314 mg/l
TDS	1.24 mg/l

#### pH

le pH est de 8.14 considéré comme neutre et relativement favorable à toutes espèces (LECLECH,2000).

#### Température

La Température des eaux usées est de 18.3°C sur la quelle nous avons travaillé.

#### Conductivité électrique

La conductivité est de 1.25 mS/cm ; ceci à une relation avec la faible minéralisation des eaux usées donc La salinité est dépendant de la TDS (Poids total des sels dissous).

- la valeur de CE entre : 0.7 et 3 mS/cm (FAO), indique que les eaux sont faiblement salées.

**MES**

Les MES sont de 448 mg/l que veut dire ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales.

**Oxygène dissous**

l'oxygène dissous des eaux usées brutes est de valeur faible 0.03 mg/l ; La diminution des teneurs en oxygène dissous indique la présence d'une activité bactérienne consommatrice de l'oxygène dissous et la diminution de la capacité d'autoépuration de ces eaux (**P.GIRGENTI**).

**DCO/DBO<sub>5</sub>**

La valeur du DCO/DBO<sub>5</sub> est de 1.63, selon (**J.SUSCHKA et E.FERREIRA , 1986**) ceci montre que les eaux usées a une caractère urbaine.

- DCO =1.5 à 2 fois DBO<sub>5</sub> pour les eaux usées urbaines



## II. Analyses microbiologiques

D'après les résultats obtenus de la recherche des germes dans les échantillons de boues primaires de la STEP de Ain Bouchakif (Tiaret), on remarque une forte charge microbienne (tab IV).

**Tableau IV.** Microorganismes identifiés dans les boues primaires de la STEP de Ain Bouchakif

Micro-organismes	Présence
Germes totaux	+
Coliformes fécaux	+
Coliformes totaux	+
Champignons	+
Algues	+
Pseudomonas	+
Entérobacteries	+
Clostridium	-

- ❖ Les boues primaires et les eaux usées ayant généralement les mêmes caractéristiques microbiologiques.
- ❖ Nous avons remarqué la présence de la plupart des germes .
- ❖ Pour la recherche des clostridiums l'absence des germes est pour être due à un problème de milieu de culture.
- ❖ Ces germes sont à des différents origines : fécales et telluriques.....etc

### III- Dénombrement des germes

**Tableau V .** Nombre des colonies des bactéries présentes

Bactéries	Nombre ( ppm)
Coliformes totaux	$2 \times 10^7$
Coliformes fécaux	$4 \times 10^6$
Germes totaux	$2 \times 10^{10}$

### IV. Essai de biogaz

Après une période de 21 jours d'incubation des boues primaires en anaérobiose dans un Autoclave fermée a la T °C ambient (environ 20°C) nous avons détecté à l'aide d'un détecteur de gaz que la fermentation a permet la production de biogaz, les résultats mentionnée dans le (tab.VI)

**Tableau VI.**les constituants de biogaz

Nature du gaz	Proportion en %
combustible (méthane CH <sub>4</sub> )	8 à 10%
Gaz carbonique (CO <sub>2</sub> )	25 à 35%
Hydrogène sulfurée (H <sub>2</sub> S)	40 à 44 %
Eau(H <sub>2</sub> O)	

-la faible quantité de méthane (CH<sub>4</sub>) est probablement liée à :

- L'utilisation des boues liquides.
- Les facteurs climatiques (la T°C été basse).
- Le temps de fermentation est réduit.
- La quantité élevée en H<sub>2</sub>S à un effet inhibiteur sur l'acétogénèse et l'acidogénèse sert une accumulation des produits de l'hydrolyse et une diminution de la quantité de biogaz produit.

-Ce travail est un essai convient suivre pour bien maitrisée.

-après l'ouverture de l'autoclave on rapproche les détecteurs ; l'appareille va signaler au rouge et donnée le pourcentage de chaque gaz existe.

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounds a central white oval. The frame features symmetrical designs at the top and bottom, with smaller scrollwork on the sides.

III: Conclusion

Générale

### III .Conclusion générale :

Le traitement anaérobie ou bien la valorisation en biogaz des boues primaires de la STEP s'avère être une technique efficace pour réduire les charges en polluants et les concentrations en germes pathogènes. Et contrairement au traitement aérobie, il permet à la fois de digérer et de stabiliser rapidement les boues tout en réduisant leur volume et de fournir d'importantes quantités d'énergie.

Les résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la STEP présentent une pollution organique, et microbiologique assez élevée ; se qui permet d'assurer une bonne digestion anaérobie ou une meilleure valorisation énergétique des boues en biogaz (production de chaleur, d'électricité.....etc).

D'après l'essai que nous avons réalisé pour la méthanisation des boues primaires ont obtenu un biogaz formé de (  $\text{CH}_4$  ,  $\text{H}_2\text{S}$  ,  $\text{CO}_2$  ,  $\text{H}_2\text{O}$  ) , donc nous concluons que ce type de valorisation représente une nouvelle source d'énergie renouvelable.

La méthanisation des boues (ou digestion anaérobie), procédé naturel de dégradation de la matière organique, permet non seulement aux boues de respecter les critères de stockage en décharge mais aussi d'améliorer leur stabilité pour l'épandage. Aussi, elle facilite les débouchés aux boues. De plus, la digestion produit du biogaz, qui peut être récupéré et valorisé sous différentes formes énergétiques (production de chaleur, d'électricité). Il permet ainsi des économies énergétiques et de répondre aux objectifs de réduction d'émission de gaz à effet de serre.

En fin notre travail sur la méthanisation des boues primaires issues de la STEP est un essai qui convient d'être suivi pour bien maîtriser.

# Liste des Références

- 1- **Maugendre.J-P; et Dauthuille.P** ;Février 2008 « Etat de la valorisation du biogaz sur site de station d'épuration en France et en Europe ».AgroParisTech - Engref à Montpellier ;B. P. 7355 – 34086 MONTPELLI ER Cedex ;France
- 2- **Bennouna.M, et S.Kehal** ;Centre de Développement des Energies Renouvelables, B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger .
- 3- **Wauthelet.M**, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, asbl Epuvaleau, 2, avenue de la Faculté, B-5030 Gembloux, Belgique .
- 4- **REJSEK.F** ;(2002) : analyse des aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP ; Aquitaine .France.
- 5- **RODIER.J, BAZIN.C, BROUTIN.J,P(2005) : CHAMBON.P, CHAMPSAUR.H, RODI. L. (2005)** :l'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaires, eau de mer. Ed Dunod, paris.**ROKBANE, A. (2010)** : étude de faisabilité.
- 6- **SASSIM, 2011** : la mise en œuvre de la boue de laiterie dans l'élimination des micropolluants.theses da docotrat.université de mostaganem.P
- 7- **GUIRAUD.J, et GALZ. P,1980** :les analyses microbiologiques dans les industries alimentaires.ED.usine nouvelle,paris.
- 8- **LAPIED et PETRANSIENE. 1981** :la qualité bactériologique du lait et des produits laitiers.ED.Tec et DOC.Lavoisier,Paris
- 9- **LARPENT, 1997** : microbiologie alimentaire,technique de laboratoire. ED.
- 10- **LAGRANGE ,B . 1979** : biométhane, Edisud/énergies alternatives, collection ( technologies douces).
- 11- **Angélique.F, et Stéphanie .F, 2007**. Gestion des boues d'eau Potable chargées en CAP. Étude financée par l'Agence de l'Eau Seine Normandie.
- 12- **HEDUIT.M** , 'La Filière Biogaz dans les Pays en développement', I.E.P.F., Canada, 1993.

A decorative black frame with intricate floral and scrollwork patterns surrounding a central white circle. The frame features symmetrical designs at the top and bottom, with smaller scrollwork on the left and right sides.

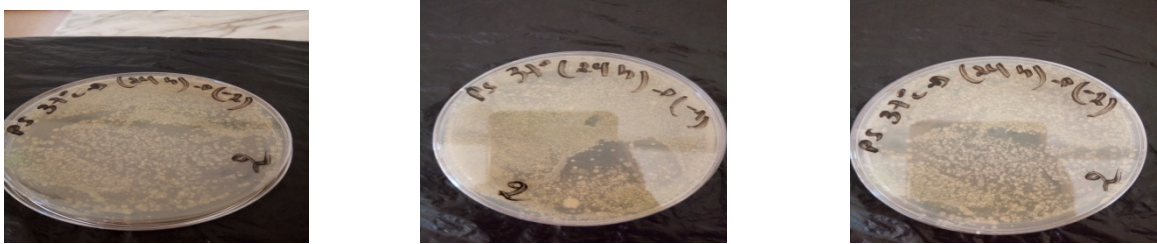
# Annexes

## Annexes

---



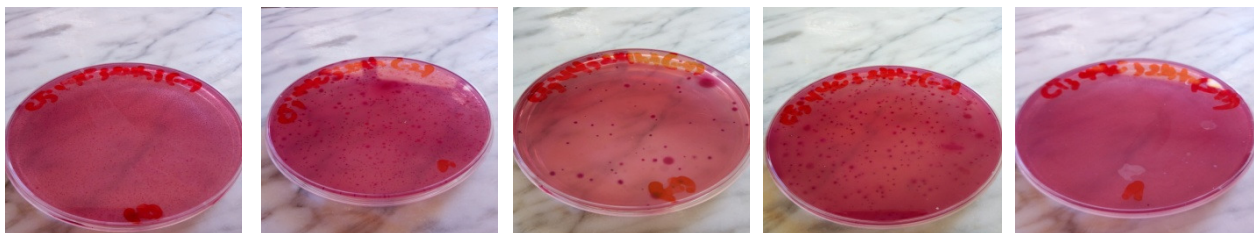
### Recherche des entérobactéries



### Recherche des pseudomonas



### Recherche des coliformes fécaux



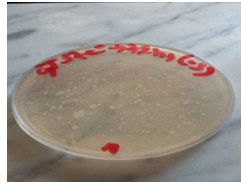
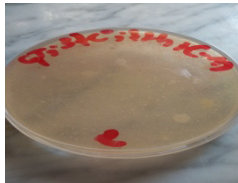
### Recherche des coliformes totaux

# Annexes

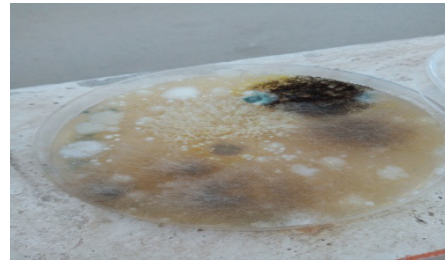
---



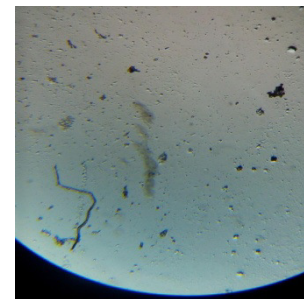
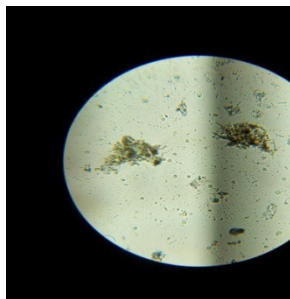
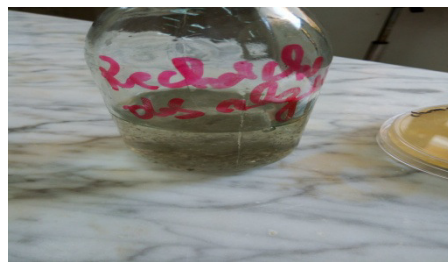
## Recherche des clostridiums



## Recherche des germes totaux



## Recherche des champignons



## Recherche des algues



## Annexes

---



**Plongeur**



**canne à prélèvement**



**Autoclave**

## Résumé :

Le travail effectué dans le cadre de notre mémoire concerne l'étude sur la caractérisation physicochimique et microbiologique des boues primaires issues de la station d'épuration des eaux usées (STEP) d'Ain Bouchakif de la ville de Tiaret, et leur valorisation en biogaz.

Les résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la STEP présentent une pollution organique, et microbiologique assez élevée ; se qui permet d'assure une bonne digestion anaérobie ou une millieur valorisation énergétique des boues en biogaz (production de chaleur, d'électricité.....etc).

**Mots clés :** STEP, Boues, Valorisation, Biogaz, Eaux usées.

## ملخص:

العمل المنجز في مذكرة الدراسة يتعلق بوصف الخصائص الفيزيائية والميكروبيولوجية للحمأة الأولية من مياه الصرف الصحي محطة معالجة المياه المستعملة في عين بوشقيف ولاية تيارت، واستعادة الغاز الحيوي.

أظهرت النتائج الفيزيائية والميكروبيولوجية أن مياه الصرف الصحي التي تدخل محطات معالجة هذه المياه بأنها ملوثة عضوية وميكروبيولوجيا بنسبة عالية جدا ؛ ويسمح بضمنان حسن تخمر الحمأة لاهوائيا واسترداد الطاقة من الغاز الحيوي للحمأة (الحرارة والكهرباء ... الخ).

**كلمات البحث :** محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، الحمأة ، التقييم ،

الغاز الحيوي، مياه الصرف الصحي.