

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention d'un

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences Biologiques
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement

Présenté par :

Djihad HABBAZ
Khira SIBOUKEUR

Thème

**Essai de caractérisation des boues de la
station d'épuration de Saïd-Otba
(Ouargla)**

Soutenu publiquement le :
06/07/2019

Devant le jury :

DADDI BOUHOUN .M	Professeur	Président	U.K.M.Ouargla
IDDER .M. T	Professeur	Encadreur	U.K.M.Ouargla
SIBOUKEUR. H	MCB	CO- encadreur	U.K.M.Ouargla
MENSOUS .M	MCB	Examineur	U.K.M.Ouargla
SAGGAI .M .M	MAA	Examineur	U.K.M.Ouargla

Année universitaire : 2018/2019

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

À la plus belle créature que dieu a créée sur terre.

*Ma mère, ** Djaoui Messouda** qui a œuvré pour réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-elle, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mon père, ** HABBAZ Mohamed**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse dieu en sort que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et soutien permanent venu de toi.*

*Mes frères * Nor Eddine *, *Abd Elkahar*, *Souhaib* et ma sœur *Amira* qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.*

À mon fiancée Djamel, mes oncles et mes tantes

À toute ma famille

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

DJIHAD

Dédicace

A la mémoire de mon Père...

Je dédie cet événement marquant de ma vie à la mémoire de mon père disparu trop tôt. J'espère que, du monde qui est le sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

Je dédie ce modeste travail à ma mère Farida qui à été le trésor de ma vie et à mon cher Père.

A mes chers frères : Yacine, Tarek, Hicham, Abd alghani, Djelloul, Med Toufik.

A mes chère fils et filles de mes frères.

A mon cher oncle abd alhafidh et son épouse shahra zade.

A mon binôme djihad qui fait son travail par excellence.

Tous mes enseignants, mes collègues de la promotion..

A toute ma famille (Siboukeur).

Khira

Remerciements

*Nous remercions tout d'abord le Dieu qui nous avons donné le courage et la patience dans toute ma vie et pour terminer ce modeste travail. Nous exprime mes profondes gratitude et reconnaissances à notre encadreur **Mr. IDDER M.T.** d'avoir accepté de diriger ce travail, pour ses aides précieuses et ses conseils, pour nous avoir fait confiance. Qu'il m'a accordé, ses qualités pédagogiques et scientifiques, sa franchise et sa sympathie.*

*Nous adressons de chaleureux remerciements à notre Co-encadreur **Mr. SIBOUKEUR.H** pour son attention sur notre travail, pour ses conseils avisés.*

Nous venions traduit également mes vifs remerciements aux monsieur les membres de jury :

*Monsieur **DADI BOUHOUN .M**, Professeur à l'université d'Ouargla, pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Monsieur **MENSOUS .M**, Maître de conférences de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Monsieur **SAGGAI .M**. Maître de conférences à l'université d'Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous adressons un très grand merci à monsieur **DJOUHRI .A** (laboratoire SEMEP), **Mme HAMEDI. Z** de laboratoire de l'ANRH, **Mlle HOURIYA** laboratoire de géochimique et les agents de la STEP Ouargla hamide et Zino.*

Mes sincères remerciements à tous ceux et celles qui ont bien voulu nous aider de près ou de loin pour réaliser ce travail

Liste de figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Localisation géographique de la cuvette ville de Ouargla	15
Figure 2	Diagramme pluviothermique de la région d'Ouargla pour la période (2009-2018).	18
Figure 3	Étage bioclimatique d'Ouargla selon le Climagramme d'Emberger	19
Figure 4	Relief géologique de la région d'Ouargla	20
Figure 5	Les réserves hydriques souterraines du Sahara Algérien	22
Figure 6	Étapes du traitement des eaux usées au niveau de la STEP de Ouargla	24
Figure 7	Site d'échantillonnage (bassin A4)	26
Figure 8	Variation du pH des eaux usées et des boues	32
Figure 9	Variation de la conductivité électrique des eaux usées et des boues.	33
Figure 10	Répartition de la teneur en nitrates dans les eaux usées et dans les boues.	34
Figure 11	Répartition de la DBO ₅ dans les eaux usées et dans les boues	35
Figure 12	Répartition de la DCO des dans les eaux usées et dans les boues	36
Figure 13	Répartition de la matière organique des dans les eaux usées et dans les boues	36
Figure 14	Répartition de la matière sèche dans les eaux usées et dans les boues.	36

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Données météorologiques de la ville d'Ouargla (2008-2018)	16
Tableau 02	Données de la base de la STEP de Ouargla	25
Tableau 03	Résultat des analyses bactériologiques	37

Liste des photos

Photo	Titre	Page
Photo 1	Dégazage	24
Photo 2	Dégrilleur	24
Photo 3	Désableur	24
Photo 4	Répartiteur	24
Photo 5	Bassin d'aération	24
Photo 6	Bassin de finition	24
Photo 7	Prélèvement des échantillons dans le bassin 4	27
Photo 8	Mesure de ph	28
Photo 9	DBO mètre.	29
Photo 10	Bloc chauffant.	29
Photo11	Avant virage	29
Photo 12	Après virage	29
Photo 13	Spectrophotomètre DR2000.	30
Photo 14	Présence des coliformes Streptocoques dans les eaux usées et dans les boues	38
Photo 15	Présence des streptocoques dans les eaux et des boues	38
Photo 16	Absence de clostridium dans les eaux usées et dans les boues	38

Liste des abréviations

ETM : Éléments traces métalliques

CTO : Composés traces organiques

µg : micro gramme

Ms : matière sèche

pH : potentielle hydrogène

NFU : National Farmers Union

°C : degré Celsius

OVH : Oxydation par voie humide

DBO₅ : demande biologique d'oxygène.

DCO : demande chimique d'oxygène

ONM : Office National de Météorologie

S.E.M.E.P : Service Epidémiologique de la Médecine Préventive

Table de matière

Dédicace	
Remerciements	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Table de matière	
Introduction	1
<i>Synthèse bibliographique</i>	
<i>Chapitre I : généralité sur les boues résiduaires</i>	
I-1-Définition	3
I-2-Origine et formation	3
I-3- Composition et propriété des boues	3
I-3-1-Composition	3
I-3-1-1-Eléments utiles	3
I-3-1-2-Eléments indésérables	4
I-3-1-3-Micro-organisme pathogène	4
I-3-2-Propriété	5
I-3-2-1-Propriétés physiques des boues	5
I-3-2-2-propriété chimiques	6
I-3-2-3- propriétés bactériologiques	7
I-4-Procéder de traitement	8
I-4-1-Epaississement	8
I-4-2-Stabilisation biologique des boues épussies	9
I-4-3-Conditionnement	9
I-4-4-Déshydratation	9
I-4-5-Stabilisation chimique	9

I-4-6-Séchage des boues	10
I-4-7- Oxydation thermique des boues	10
I-6-Valorisation des boues	10
I-6-1- Amendement des sols	11
I-6-2-Récupération des produits	11
I-6-3-Valorisation énergétique par combustion	12
I-6-4- Utilisation agricole des boues	12
I-6-5-Valorisation organique	12
I-6-5-1- L'épandage	12
I-6-5-2-Compostage	13
<i>Chapitre II : Présentation de la région d'étude</i>	
II-1-Situation géographique	14
II-2-Climat	15
II-2-1- Données météorologique	17
II-2-2-Synthèse climatique	18
II-2-2-1-Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausсен	18
II-3 Géomorphologie	19
II-4-Ressources hydriques	21
Ii-4-1-Hydrologie	21
Ii-4-2-Hydrogéologie	21
II-4-2-1-Nappe phréatique	22
II-4-2-2-Complex terminal	22
II-4-2-3-Continental intercalaire	23
<i>Partie Expérimentale</i>	
<i>Chapitre III : Matériels et méthodes</i>	
III-1-Matériels utilisées	22
III-2- Méthode d'étude	25
III-3-Paramètres analysées	27
III-3-1- Paramètre physico-chimique	27

III-3-1-1-pH	27
III-3-1-2-Conductivité électrique	28
III-3-1-3-Matière sèche	28
III-3-1-4-Matière organique	28
III-3-1-5-Demande biologique en oxygène (DBO)	28
III-3-1-6-Demande chimique en oxygène (DCO)	29
III-3-1-7-Nitrate	30
III-3-2-Analyses bactériologiques	30
III-3-2-1- Recherche des coliformes totaux et fécaux	31
III-3-2-2- Recherche des streptocoques totaux et fécaux	31
III-3-2-3-Recherche des clostridium sulfito-réducteurs	31
<i>Chapitre IV : Résultats et discussion</i>	
IV -1-Résultats des analyses physico-chimique	32
IV-1-1-pH	32
IV-1-2-Conductivité Electrique (CE)	32
IV-1-3-Nitrate NO ₃ -	33
IV-1-4-Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	34
IV-1-5-Demande chimique en oxygène (DCO)	35
IV-1-6-Matière organique (MO)	36
IV-1-7-Matière sèche (MS)	37
IV-2-Résultats des analyses bactériologiques	37
Conclusion	39
Références bibliographiques	41



Introduction

Introduction

Les problèmes relatifs à la protection de l'environnement n'ont pas de frontières et sont une préoccupation internationale. La gestion écologique des déchets, basée sur le développement durable, revêt une importance croissante et compte aujourd'hui parmi les plus grands défis scientifiques et politiques. En effet, les accroissements démographique, économique et urbain sont à l'origine de différentes sources de pollution notamment des eaux, qui usées et sans traitement préalable peuvent jouer le rôle de vecteur d'agents potentiellement dangereux pouvant nuire à la santé de l'homme et à son environnement. C'est pourquoi l'assainissement des eaux usées est devenu un impératif des sociétés modernes par la mise en place d'unités de traitement, en l'occurrence des stations d'épuration (STEP), dont l'objectif est d'améliorer la qualité de ces eaux avant leur réintroduction dans le milieu naturel.

Toutefois un fonctionnement efficace des systèmes d'épuration des eaux se traduit inéluctablement par la production de résidus secondaires nommés « boues » (**BENOUDJIT, 2012**). Ces boues sont définies comme étant un mélange d'eau et de matières solides, séparés par des procédés naturels ou artificiels des eaux qui les contenaient (**GUERFI, 2012**).

La caractérisation d'une boue est fondamentale afin d'identifier la meilleure filière qui permet sa gestion rationnelle loin de tout risque pour l'homme et son environnement. Il existe plusieurs filières qui sont utilisées pour évacuer les boues résiduelles, selon que l'on privilégie un mode de digestion basé sur l'élimination ou sur le recyclage. Il s'agit notamment de la mise en décharge contrôlée, de l'incinération, du retour au sol par épandage ou de la valorisation énergétique (**AMORCE, 2012**).

Par conséquent, compte tenu de l'importance du choix stratégique que l'on doit opérer afin d'aboutir à la meilleure filière d'évacuation possible des boues résiduelles, l'objectif de notre travail consiste en la caractérisation physico-chimique et bactériologique d'une boue produite dans un milieu urbain saharien, en l'occurrence, dans la station d'épuration de la ville de Ouargla. Cette station, qui utilise la technique de lagunage aéré, commence à peine à produire « ses premières boues ». Cela souligne donc bien le caractère original du travail dans lequel nous nous sommes investies.

. De plus, les périodes de séchage des boues ne doivent généralement pas dépasser quelques semaines en fonction de la durée du cycle d'alimentation-repos des lits de séchage, des conditions climatiques, tout en respectant une hauteur optimale de 20 à 30 cm de boues appliquée sur ces lits (**ARLABOSSE, 2001 ; KOUAWA, 2016**). Ces conditions

fondamentales qui régissent le séchage des boues dans les lits de séchage n'ont pas donc été respectées dans la station d'épuration de Ouargla.

Compte tenu de cette situation particulière, et faute de mieux, nous avons dû exploiter des boues fraîches que nous avons recueillies directement dans un bassin de lagunage, situé, donc, en amont des lits de séchage.

Le travail réalisé dans le cadre de ce mémoire est constitué de deux parties. La première présente d'abord un aperçu bibliographique sur les concepts généraux liés à la gestion des boues résiduelles et décrit ensuite la région d'étude. La seconde partie présente le matériel et les méthodes utilisés pour répondre à notre objectif de travail, ainsi que les résultats obtenus. L'ensemble se termine avec une conclusion, assortie de quelques recommandations que nous avons recueillies à travers les constats et les difficultés que nous avons rencontrées lors de la réalisation de notre travail.



Partie I
Synthèse bibliographique



Chapitre I
Généralités sur les boues
résiduaire

I-1 – Définition

Les boues sont définies comme un mélange d'eau et de matières solides, séparées par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui le contiennent. Elles sont issues du traitement des eaux usées domestiques et/ou industrielles. En effet, l'eau consommée ou utilisée par l'homme à l'échelle domestique ou industrielle génère inévitablement des déchets. Les eaux usées sont recueillies par les égouts et dirigées vers les stations d'épuration afin d'être purifiées avant leur réintroduction dans le milieu naturel. (BELGHAOUTI, 2013)

I-2-Origine et formation

Les boues résiduaires peuvent être considérées comme des substances extraites à partir des eaux usées afin de pouvoir récupérer dans le milieu naturel une eau épurée. Le traitement primaire de décantation des eaux prétraitées sous l'influence de la pesanteur forme les **boues primaires**, au cours du traitement biologique, les particules dissoutes sont fixées et métabolisées par les micro-organismes (bactéries) en présence d'oxygène. Cette biomasse bactérienne est séparée par une décantation pour donner les **boues secondaires**. Les deux types de boues issues de ce procédé sont mélangés pour donner **les boues mixtes**. Les boues issues d'une épuration physico-chimique sont dites **boues de coagulation**. Celles-ci sont riches en résidus formés de réactifs chimiques (ATI, 2010)

I-3- Composition et propriété des boues

I-3-1-Composition

Composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période, de l'année et du type de traitement et du conditionnement pratiqué dans la station d'épuration.

En général, Trois sortes d'éléments sont présents dans les boues. (BELGHAOUTI, 2013) :

- Des éléments utiles.
- Des éléments indésirables (Contaminants chimiques inorganiques et organiques).
- Des micro-organismes pathogènes.

I-3-1-1- Eléments utiles

a- matière organique

Les boues contiennent généralement autant de matière organique qu'un fumier. Leur concentration en matière organique peut varier de 30 à 80%. Celle-ci est constituée de matières particulières éliminées par gravité dans les boues primaires, des lipides (6 à 19% de

la matière organique), des polysaccharides, des protéines et des acides des corps microbiens résultant des traitements biologiques (digestion, stabilisation).

b- éléments minéraux

D'une manière générale, les boues contiennent des quantités appréciables en éléments nutritifs. Selon la dose appliquée, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en éléments nutritifs (azote, phosphore, magnésium, calcium et soufre). Elles peuvent aussi corriger les carences à l'exception de celles en potassium.

I-3-1-2 Eléments indésirables**a-Éléments traces métalliques (ETM)**

Selon **BAIZE et al (2006)**, les ETM sont des constituants indésirables des boues résiduaires. Leur présence génère une inquiétude lorsqu'il est question d'épandre ces boues sur des sols destinés à produire des aliments pour l'homme et / ou les animaux.

Selon **Terce (2001)**, les boues concentrent entre 70 et 90% des quantités d'ETM des eaux usées entrantes dans la station d'épuration. L'essentiel de ces éléments vient des rejets industriels et dans une moindre mesure des rejets domestiques (utilisation de solvants, détergents, peinture, etc.). Les épandages des boues industrielles apportent des quantités non négligeables d'ETM aux sols. Bien que certains soient des oligo-éléments (zinc, cuivre, fer), indispensables à faibles doses aux plantes, ils peuvent devenir toxiques s'ils dépassent un certain seuil. D'autres, comme le cadmium, le plomb, et le mercure sont toxiques même à faibles doses.

b-Composés traces organiques (CTO)

Dans les boues, une multitude de polluants organiques (hydrocarbures polycycliques aromatiques, polychlorobiphényles, phthalates, etc.) peut se trouver en faible concentration (de l'ordre du $\mu\text{g} / \text{kg}$ de MS). Ces CTO se dégradent dans le sol à des vitesses variables et n'ont pas donc un effet cumulatif. Néanmoins, au même titre que les ETM, les CTO peuvent à forte dose devenir toxiques pour les micro-organismes responsables de la fertilité des sols.

I-3-1-3- Micro-organismes pathogènes

Les boues résiduaires contiennent des milliards de micro-organismes vivants qui jouent un rôle essentiel dans le processus d'épuration. Seule une infime partie est pathogène (virus, bactéries, protozoaires, champignons, helminthes) et elle provient en majorité des

excréments humains ou animaux. Pour la majorité des pathogènes, la durée de vie est limitée dans le sol. En revanche, les éléments parasitaires présentent une résistance plus élevée dans ces milieux. Pour cela, les boues doivent subir un prétraitement avant leur utilisation en agriculture. (BOULAHBAL, 2011)

I-3-2-Propriété

I-3-2-1- Propriétés physiques des boues

Les boues d'origines primaire ou secondaire se présentent sous forme d'un liquide contenant des particules homogènes en suspension, leur volume représente de 0.05 à 0.5% du volume d'eau traité pour les boues fraîches alors qu'il est légèrement inférieur pour les boues activées et autres procédés biologiques. La floculation permet d'augmenter le volume des boues particulièrement, leur poids de 10% environ.

La couleur de boues varie entre le brun et le gris, leur odeur est souvent très désagréable car ce sont des produits facilement fermentescibles et il y a un début de décomposition pour leurs traitements ultérieurs.

a- teneur en matière sèche

Il s'agit de mesurer le poids des résidus sec après chauffage à 105°C jusqu'au poids constant, on l'exprime généralement en pourcentage, celui-ci varie de 3 à 8 % de matière sèche.

La concentration en matière sèche permet de connaître la quantité de boue à traiter, quel que soit son niveau de concentration dans la filière de traitement.

b-Teneur en matière volatiles

Ce paramètre livre une précieuse indication sur le degré de stabilisation de la boue et son aptitude à divers traitements (déshydratation, incinération...), plus le taux de matière volatile est faible, plus la boue est facile à épaissir ou à déshydrater, mais plus son exothermicité en incinération est faible. On mesure cette teneur par la différence entre le poids de boues sèches (105°C) et celui de cette même boue après chauffage jusqu' au poids constant à 550°C. Cette teneur varie de 60 à 85% des matières sèches.

c-Teneur en eau

L'eau contenue dans les boues se présente sous quatre grandes classes :

- L'eau libre qui s'élimine facilement par filtration ou décantation.

- L'eau interstitielle : C'est l'eau prisonnière des enchevêtrements des polymères ou enfermée dans les pores des floccs suite à l'agglomération des particules. Cette fraction est liée à la surface des particules solides par des liaisons hydrogènes fortes.
- L'eau vicinale représente une épaisseur équivalente à une dizaine de molécules d'eau autour des particules. Elle est éliminée par séchage thermique.
- L'eau d'hydratation : C'est la fraction d'eau chimiquement liée aux particules. Elle ne peut être éliminée que par des dépenses très importantes d'énergie thermique

d-Viscosité

Les boues ne sont pas des fluides newtoniens, on mesure leur viscosité expérimentalement par des viscosimètres en fonction de la contrainte de cisaillement, cette viscosité permet de définir leurs caractères thixotropiques (aptitude à se prendre en masse au repos et devenir fluide après brassage) qui est important pour leur transport.

e-Charge spécifique

Ce paramètre permet de mesurer l'aptitude à la décantation des boues, il est exprimé en (Kg/m²/j). C'est la quantité de la matière sèche décantée sur l'unité de surface, cette charge dépend de la teneur en matière volatile.

f-Compressibilité

Lors qu'on fait croître la pression au-dessus d'un filtre, on obtient un écrasement du gâteau et une augmentation de la résistance à la filtration, la représentation logarithmique de la résistance spécifique en fonction de la pression augmente et atteint des valeurs de l'ordre de 10 bars, la filtration de l'eau contenue dans les boues est pratiquement bloquée, on atteint alors la siccité limite.

g-Pouvoirs calorifiques

Les teneurs en matières organiques, leurs donnent une aptitude à la combustion non négligeable qui permet de les incinérer. (BELGHAOUTI, 2013)

I-3-2-2- Propriétés chimiques

Les boues contiennent certains éléments utiles à la croissance des plantes (N, P₂O₅, K₂O, Mg). Ce sont des substances qui favorisent la croissance des plantes et donc elles sont d'une très grande importance pour l'utilisation agricole. Par ailleurs, les boues contiennent en faible quantité, de nombreux produits qui peuvent être toxiques pour les plantes (le bore, par exemple), et présentent des inconvénients ou même des dangers pour l'homme.

On peut faire appel à d'autres propriétés tels que :

- demande chimique en Oxygène (DCO), demande biologique en Oxygène (DBO), phosphore total (PT), azote total (NTK).

-Température, potentiel d'oxydoréduction (pH), conductivité électrique (CE),

-C.H.O.N.S (Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote, Soufre).

-AGV, alcalinité en CaCO₃ (**BELGHAOUTI, 2013**).

I-3-2-3- propriétés bactériologiques

Les analyses biologiques sont importantes pour les boues qui proviennent des eaux usées urbaines et qui seront valorisées dans la filière agricole : les excréta humains peuvent en effet contenir des germes pathogènes, et les traitements d'épuration ne sont pas capable de les éliminer complètement.

Les eaux usées contiennent une flore et une faune variée qu'on retrouve en partie dans les boues. Le traitement biologique des eaux usées en modifie la composition biologique par la multiplication de certaines espèces aux dépends des autres.

a-Bactéries

On dénombre de très nombreux types de bactéries dans les boues ; une partie de celles-ci d'origine fécale et certaines proviennent de porteurs de germes, elles peuvent donc être pathogènes. On peut classer les bactéries en quatre groupes :

- Aérobie strictes qui ne se développent qu'en présence d'air, elles sont nombreuses dans les boues activées.

- Aérobie facultatives qui peuvent se développer en anaérobiose par consommation de l'oxygène contenu dans la matière organique (*ex : aëromonas*).

- Anaérobies facultatives qui peuvent supporter la présence de l'air mais ne se développent que grâce à des processus anaérobies (*ex : lactobacillus*),

- Anaérobies strictes dont le développement ne s'effectue qu'en anaérobioses (*ex : clostridium*).

Le traitement biologique des boues favorise le développement de certaines bactéries au détriment d'autres, et leur mise en dépôt permet aux organismes anaérobies de se développer.

Les microorganismes pathogènes se retrouvent généralement dans les boues et dans les effluents, il faut donc veiller à les éliminer.

b-Parasites

On trouve de très nombreux parasites dans les boues, d'origine fécale ou tellurique, ce sont des œufs d'ascaris, de trichocéphales, d'helminthes, de ténia, de douves ou des formes enkystées de Ghardaïa ou trichomonas. Leur élimination est d'autant plus difficile que ces

parasites prennent une forme végétative dans des conditions qui leurs sont hostiles alors qu'ils se développent lorsqu'ils se retrouvent dans les animaux à sang chaud ou chez l'homme.

c-Champignons

Ce sont essentiellement les levures et les saprophytes normalement présents dans l'air, ils ne sont généralement pas pathogènes pour les animaux et les hommes sauf pour certains qui peuvent le devenir lorsque les conditions sont défavorables en particulier *opportunistic fungi*, par contre, certaines moisissures sont phytopathogènes et doivent être éliminées avant l'utilisation des boues en agriculture comme par exemple le *fusarium* ou les démâtés.

d-Algues

On en trouve peu dans les boues primaires et secondaires par contre dans le lagunage naturel, une grande partie des boues est constituée de détritit d'algues.

f-Macrofaune

Certains parasites sont des œufs, nuisibles à la santé mais on trouve dans les boues activées ou les lits bactériens de vers, des larves d'insectes, des crustacés et même parfois de petites araignées. (BELGHAOUTI, 2013).

I-4-Procédés de traitement

Quel que soit le mode d'épuration des eaux, les boues sont initialement constituées d'eau (99%), de matière organique fraîche très fermentescible et des matières minérales dissoutes ou insolubles. La matière organique qui représente 35 à 85 % de la matière sèche est constituée essentiellement de cadavres de bactéries et leurs substances toxiques. Selon le but de leur utilisation, des traitements complémentaires leur sont appliqués pour:

- ✓ Réduire leur teneur en eau est ceci dans le but de réduire leur volume et d'éviter la putréfaction de la matière organique facilement décomposable.
- ✓ Stabiliser la matière organique en diminuant sa fermentescibilité pour réduire au moins ou supprimer les mauvaises odeurs ;
- ✓ Pour les hygiéniser si nécessaire en détruisent les micros organismes pathogènes.

(ATI, 2010)

Les différentes étapes de traitement sont :

I-4-1-L'épaississement

Il vise l'augmentation de la μ siccité (teneur en matière sèche) des boues sans pour autant modifier le caractère liquide de la boue, ce procédé peut se faire par voie gravitaire

dans un concentrateur ou par des moyens mécaniques (égouttage – flottation – Centrifugation). La siccité des boues ne dépasse pas 7% (ATI, 2010).

I-4-2-Stabilisation biologique des boues épaissies

Stabilisation biologique par voie :

Aérobic (compostage) : Le compostage des boues nécessite l'apport d'un substrat carboné ayant un double rôle de structurant et de texturant (augmentation de la porosité pour permettre la circulation d'air et la rétention de l'humidité). Le compost, particulièrement apprécié en valorisation agricole, peut être commercialisé comme amendement organique.

– Le compost contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux (MIATE) en respectant la norme NFU 44-095. (PHILIPPE, 2013).

Anaérobic (méthanisation) : Dans les digesteurs avec production d'un biogaz riche en méthane, on obtient des boues « digérées », encore appelées « Anaérobies » ou « stabilisées anaérobies ». Le taux de réduction de la matière organique est de 30 à 50%.

La stabilisation biologique présente l'avantage de limiter l'évolution ultérieure de composition des boues (BELGHAOUTI, 2013).

I-4-3-Conditionnement

Le conditionnement a pour objectif de préparer les boues à la déshydratation. En conséquence, il en est indissociable. Cette opération permet la floculation des boues en cassant la stabilité colloïdale et facilite ainsi l'évacuation de l'eau libre ainsi que la diminution de la résistance spécifique et l'augmentation du coefficient de compressibilité. (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014)

I-4-4- Déshydratation

Elle correspond à une forte augmentation de la siccité et modifier l'état physique des boues, celles-ci passent de l'état liquide à l'état pâteux ou solide. Les filtres à bandes et les centrifugeuses donnent des boues plutôt pâteuses en raison de la performance de déshydratation qui plafonnent de 18 à 20 % de siccité pour la première famille de matériels, et de 20 à 25 % pour la seconde. Les filtres presses produisent par contre des boues de structures solides 30- 35 % de siccité, en conjuguant un conditionnement au lait de chaux et des pressions élevées. (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014)

I-4-5-Stabilisation chimique

La stabilisation chimique des boues, après déshydratation par l'adjonction de chaux vive, est recherchée si l'on souhaite un amendement calcique pour la valorisation agricole

des boues ou pour assurer une certaine hygiénisation des boues par un stockage prolongé à un pH des boues supérieure à 11,5. **(PHILIPPE, 2013).**

I-4-6- séchage des boues

Le séchage des boues après déshydratation sera recherché si l'on souhaite l'obtention d'une plus grande siccité (supérieure à 60 %), réduire considérablement les risques de nuisances olfactives, les coûts de transport ou éventuellement pour permettre une phase ultime de valorisation par oxydation thermique (incinération) ou gazéification (la matière organique contenue par dans les boues sèche portée de 800 à 900 °C en l'absence d'air se décompose en gaz combustible valorisable).

Nous distinguerons le séchage, avec ou sans apport de source de chaleur externe :

- ✓ Les lits de séchage à l'air libre sur des boues liquides, combinant évaporation naturelle et drainage de l'eau libre à travers une couche filtrante de sables (siccité de 30 % à 40 %).
- ✓ Les lits de séchage plantés de roseaux à l'air libre sur des boues liquides, combinant drainage et évapotranspiration par les plantes et minéralisation des boues (siccité de 13 à 20%).
- ✓ Le séchage par rayonnement solaire sur des boues déshydratées, sous serre et faisant appel au phénomène d'évaporation par convection thermique (siccité de 60 à 80 %, en fonction de l'ensoleillement) ;
- ✓ Le séchage par voie thermique (apport d'une source de chaleur externe) :
- ✓ Il permet l'élimination quasi-totale de l'eau.
- ✓ La siccité obtenue de l'ordre de 90 %.
- ✓ Les boues obtenues sont pulvérulentes ou en granules. **(PHILIPPE, 2013)**

I-4-7-L'oxydation thermique des boues :

L'oxydation thermique des boues consiste à décomposer à haute température la matière organique en dioxyde de carbone, sels minéraux et eau. Les différentes techniques d'oxydation thermique des boues sont l'incinération des boues dans un four dédié spécifique la Co-incinération des boues avec les ordures ménagères et l'oxydation par voie humide (OVH). **(PHILIPPE, 2013).**

I-6-valorisation des boues

La valorisation des boues est souvent aléatoire et leur évacuation constitue presque toujours une charge d'exploitation importante. Sur le plan économique, le but à atteindre est en réalité de limiter les frais de leur traitement et de leur transport. Cette optimisation dépend des conditions d'écoulement du produit, des besoins en énergie et du coût de celle-ci, du prix de la main d'œuvre, des réactifs de conditionnement, etc. Parallèlement, l'hygiène du travail et

la protection de l'environnement imposent le développement de solutions provoquant le minimum de nuisances tout en restant économiquement supportables (DEGREMONT, 1978). Les principales destinations des boues et sous-produits issus de leur traitement sont les suivantes :

I-6-1-Amendement des sols

Les boues sont généralement plus intéressantes par les matières humiques qu'elles apportent et par l'amélioration du pouvoir de rétention d'eau du sol que par le seul apport de matières nutritives. La forme sous laquelle se présentent ces matières nutritives est également importante car la vitesse d'assimilation en dépend : l'azote, par exemple, n'est assimilable qu'en partie la première année environ 30 à 50% pour les boues liquides et 20 à 40% pour les boues déshydratées. Les taux d'assimilation annuelle vont ensuite en décroissant. L'intérêt de l'utilisation des boues dépend de la culture des sols, (en particulier pH, teneur en Ca), des cultures, et des types d'exploitation, ainsi que du mode d'épandage. Du fait des besoins cycliques des cultures, une politique d'utilisation agricole des boues n'est viable que si une solution a été trouvée à la variabilité des besoins en agents nutritifs tout au long de l'année rotation de cultures, stockage, existence d'une autre voie d'évacuation des boues. En dehors de la présence excessive dans certains cas de graisses ou fibres le risque potentiel le plus important de l'utilisation des boues en culture est celui lié à la présence de métaux lourds dont l'origine est essentiellement industrielle (en particulier traitement des surfaces métalliques). Les cations dangereux les plus fréquemment rencontrés sont Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Hg (DEGREMONT, 1978)

I.6-2 Récupération de produits

La récupération n'est envisageable que sur certains éléments contenus dans les boues
En particulier :

- Récupération de fibres dans les industries du papier-carton et du bois, de protéines (en particulier dans les industries de la viande) à des fins de production d'aliments du bétail, ou pour la pisciculture, de produits coagulants dans les boues provenant de la clarification d'eaux de rivière (par exemple acidification de boues d'hydroxydes d'Al), et de Zn, Cu, Cr, dans les boues provenant d'une épuration d'eaux de traitement de surfaces métalliques,
- Réutilisation du carbonate de calcium et de la chaux des boues provenant d'un traitement massif à la chaux. Tel qu'est le cas, par exemple des boues de décarbonatation d'eau potable utilisées pour le conditionnement avant déshydratation

de boues à prédominance organique provenant du traitement biologique d'ERU et des boues minérales après séchage thermique ou des cendres d'incinération dans la construction des revêtements routiers, des produits stabilisateurs de sol ou de béton (mais, une telle réutilisation n'a jusqu'à ce jour reçu que des applications limitées) (**DEGREMONT, 1978.**).

I-6-3-Valorisation énergétique par combustion

Les boues de stations ne sont pas auto-combustibles, elles nécessitent un mélange avec d'autres déchets tels que les déchets ménagers pour qu'elles puissent être incinérées dans des fours spécifiques, et traitées dans des installations de traitement thermique de déchets non dangereux. L'incinération consiste à la matière organique des déchets par combustion à haute température (+ de 500 °C) produisant de la chaleur qui est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui-même, pour le chauffage urbain ou industriel. Les résidus de l'incinération (Mâchefer) sont utilisables pour les travaux. (**AMORCE, 2012.**)

I-6-4-Utilisation agricole des boues

La valorisation agricole des boues résiduaires peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P...), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges. Les boues résiduaires peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais coûteux (**AMIR, 2005.**)

I-6-5-Valorisation organique

I-6-5-1-L'épandage

L'épandage des boues d'épuration consiste leur utilisation comme des éléments nutritifs, sur les sols inertes, érodés ou faiblement végétalisés à l'aide de matériels appropriés. L'épandage des boues d'épuration reste une pratique courante. Cette technique est recommandée pour permettre la réhabilitation des sites stériles tels que les décharges, les carrières. L'aménagement des espaces verts urbains est aussi envisageable. L'épandage des boues présente des avantages agronomique vue sa composition en éléments fertilisants (N et P), ainsi elles sont disponibles selon les besoins (besoin de stockage), faciles à utiliser, et rentable par comparaison à l'utilisation d'engrais minéraux de commerce. Malgré les intérêts qu'elle présente, cette valorisation a des limites. Elle est assez mal acceptée quand la présence des ETM, des CTO et les germes pathogènes dans les boues dépassent certaines valeurs. (**AMORCE, 2012.**)

I-6-5-2- compostage

Le compostage est un procédé prometteur de valorisation de déchets puisqu'il permet d'obtenir, à partir de déchets organiques, un produit stable, hygiénisé et pouvant être utilisé comme amendement agricole

Le compostage des boues consiste à aérer un mélange de boues fraîches et de coproduits de type cellulosique (déchets verts, copeaux de bois broyés ...) puis à laisser évoluer l'ensemble pendant quelques semaines. Il se déroule en deux étapes :

-la fermentation

C'est une phase d'aération dynamique avec dégradation de la matière volatile, stabilisation et hygiénisation des boues (**REM ,2007**).

-la maturation

C'est une phase de stockage qui complète la dégradation pour conférer au compost sa qualité agronomique. Le compostage permet une stabilisation, une hygiénisation et un séchage partiel de la boue. Il transforme la boue en un amendement organique proche d'un terreau (**SEBASTIEN, 2006**).



Chapitre II
Présentation de la région d'étude

II-1- situation géographique :

À une distance de 800km de la capitale Alger, Ouargla se situe au sud-est de l'Algérie (Figure 1). Elle est plongée au fond d'une large cuvette de la basse vallée d'oued MYa. La ville de Ouargla, chef-lieu de la wilaya, est située à une altitude moyenne de 131m (NEGAI, 2014) et ses coordonnées géographiques sont : 31°58' latitude nord, et 5°20' longitude EST.

La wilaya de l'Ouargla, s'étend sur une superficie de 163233km². Elle est délimitée comme suite :

- ✓ Au nord par les wilayas de Djelfa et El oued ;
- ✓ Au sud par les wilayas d'Illizi et de Tamanrasset ;
- ✓ A l'est par les frontières tunisiennes et la wilaya d'El oued ;
- ✓ A l'ouest par la wilaya de Ghardaïa

Administrativement, la wilaya d'Ouargla est composée de 21 communes regroupées en 10 daïras. La région d'Ouargla, objet de notre étude, est constituée de 6 communes rassemblées en 3 daïras et chaque commune compte plusieurs localités.

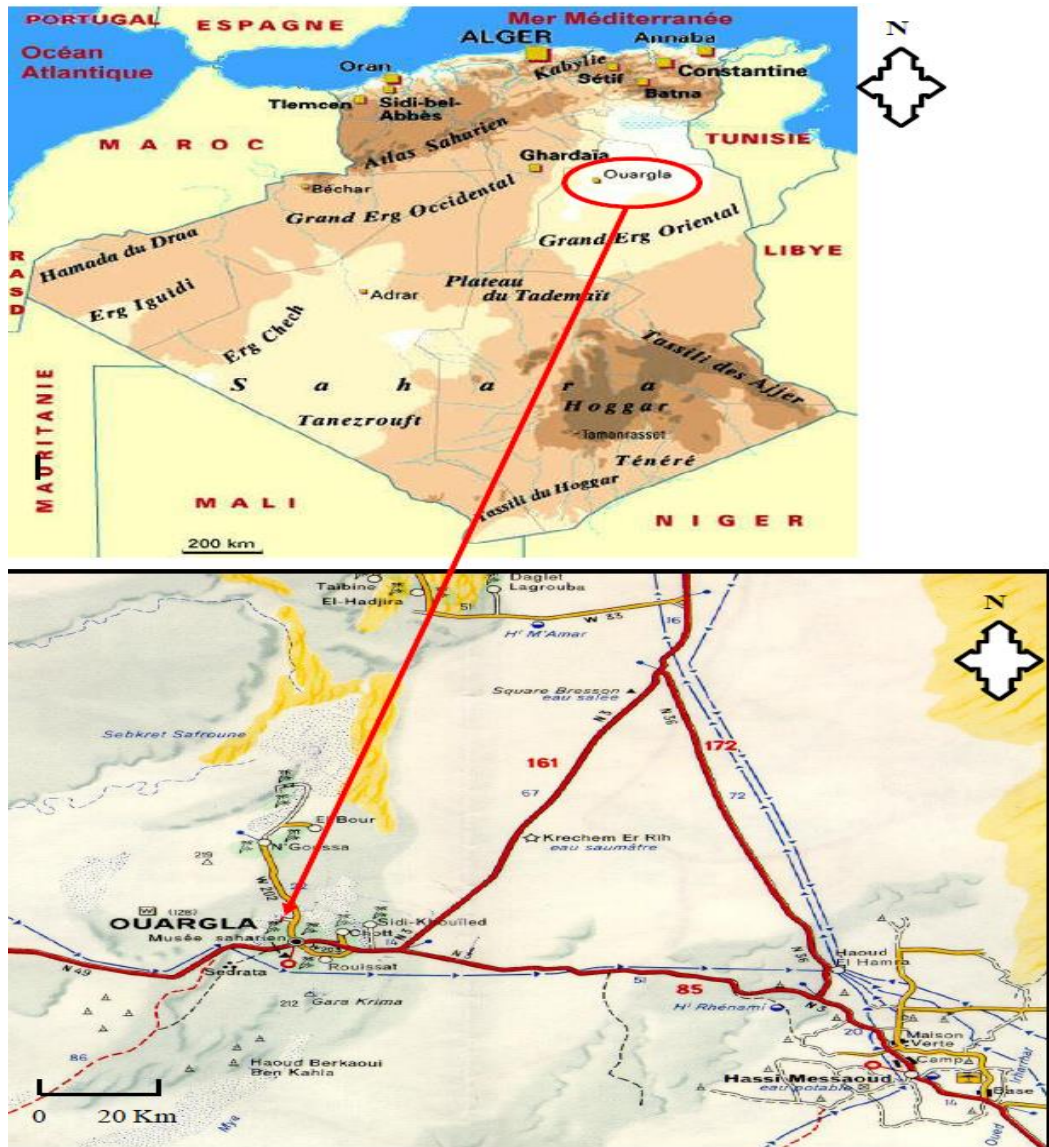


Figure 1 : Localisation géographique de la ville de Ouargla (BONNARD et GARDAL., 2003)

II-2- Climat :

Pour caractériser le climat de la ville d'Ouargla, les données climatiques (2009-2018) de l'Office National de Météorologie (O.N.M, 2019) d'Ouargla ont été utilisées (Tableau 1)

Tableau 01 : Données météorologiques de la ville d'Ouargla (2008-2018) (O.N.M, 2019).

Mois	T min	T max	T Moy	H min %	RR (mm)	INS(h)	EVA (mm)	V MAX (km/h)
Janvier	4,7	19,2	13,3	31,5	3,83	253,76	117,75	9,5
Février	6,8	20,9	13,9	26,4	3,8	241,47	146,21	11
Mars	10,9	25,6	18,3	21,6	3,75	272,73	216,21	11,7
Avril	15,9	30,9	23,4	19,3	1,2	291,25	294,93	13,1
Mai	19,7	35,3	27,5	17,2	2,4	322,73	376,98	13,1
Juin	24,9	40,3	32,6	14,3	0,58	331,73	341,3	12,2
Juillet	28	43,7	35,8	12,9	0,09	362,17	506,23	10,6
Aout	27	42,1	34,6	14,6	0,25	347,65	461,02	11,5
Septembre	23,8	38,2	31,0	19,3	4,66	281,58	340,33	11,5
Octobre	17,6	31,6	24,6	24,9	4,48	281,23	247,83	10
Novembre	10,7	24,4	17,5	29,9	4,1	241,16	175,56	9,6
Décembre	6,7	19,5	13,1	36,4	7,2	218,53	103	8,9
Moyennes *Cumul	16,4	30,97	23,8	22,35	36,34 *	295,49	3327,3 *	11,05

T min : Température minimale

T Max : Température Maximale

TMoy : Température moyenne

H min : Humidité minimale

V Max : Vent maximale

RR : Précipitations

EVA : évapotranspiration

INS : Insolation

II-2-1- Données météorologiques

Températures

A Ouargla, pour les 10 ans susmentionnés, la température minimale moyenne annuelle est de 4,7°C pour le mois le plus froid (janvier), et la température maximale moyenne annuelle est de 43,7 °C pour le mois le plus chaud (juillet). (**Tableau 1**)

Précipitation

D'après le (tableau 1) Les précipitations sont rares et irrégulières à travers les mois, les saisons et les années. Les pluies tombent essentiellement en hiver et en automne avec un maximum, notamment en mois de Décembre 7,2 mm

Insolation

Nous constatons que la durée moyenne annuelle d'insolation durant la période d'étude est de 295,49 heures avec un maximum de 362,17 heures enregistré pour le mois de juillet et un minimum de 218,53 heures pour le mois de décembre

Le vent

D'après le **tableau 1**, on constate que le vent pour la période (2009-2018) avec une vitesse moyenne annuelle de 11,05 km/h avec un maximum dans les deux mois de mai et d'Avril 13,1km /h, et un minimum de 8,9 le mois de décembre.

L'évaporation

D'après le (**tableau 01**), dans la région de Ouargla comme partout en milieu aride, l'évaporation est toujours plus importante sur une surface nue que sous le couvert végétal surtout en été. Cela s'explique par les fortes températures et le fort pouvoir évaporant de l'air et des vents asséchants. L'évaporation maximale est enregistrée pour le mois juillet avec une valeur 506,23 mm et une valeur minimale de 103 mm au mois de décembre.

L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est faible avec une moyenne annuelle de 22,35%. Elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 12,9% au mois de juillet, sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds. Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 31,5% au mois de Janvier.

II.2.2 Synthèse climatique

II.2.2.1 Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson

Le diagramme Ombrothermique de Bagnols et Gausson permet de déterminer la période de sécheresse suivant un principe d'échelle $P = 2T$, où P représente les précipitations moyennes mensuelles, et T les températures moyennes mensuelles. Il met en évidence la période de sécheresse au cours de l'année. D'après la figure, la période sèche couvre la quasi-totalité de l'année à Ouargla.

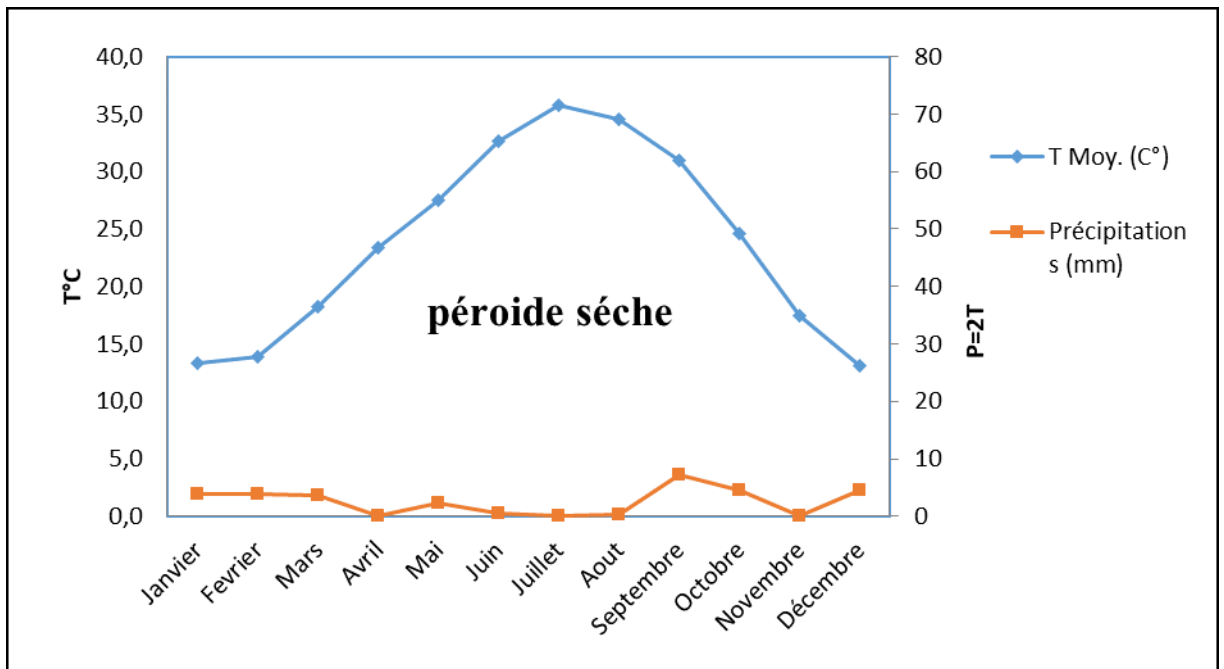


Figure 2 : Diagramme pluviothermique de la région d’Ouargla pour la période (2009-2018).

Climagramme d’Emberger

Le Climagramme d’Emberger permet de connaître l’étage bioclimatique de la région d’étude. Il est représenté en axe des abscisses par la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et en axe des ordonnées par le quotient pluviothermique (Q3) d’EMBERGER (1933) (LE HOUEROU, 1995).

Nous avons utilisé la formule de (STEWART, 1969) (LE HOUEROU, 1995) adaptée pour l’Algérie, qui se présente comme suit :

Q3 = 3,43 P/M-m

Où : **Q3** : quotient pluviothermique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°C).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°C).

La lecture du Climagramme d'Emberger (**figure 1**), situe Ouargla dans l'étage bioclimatique Saharien, à hiver doux et son quotient pluviothermique (Q3) est de 3,31.

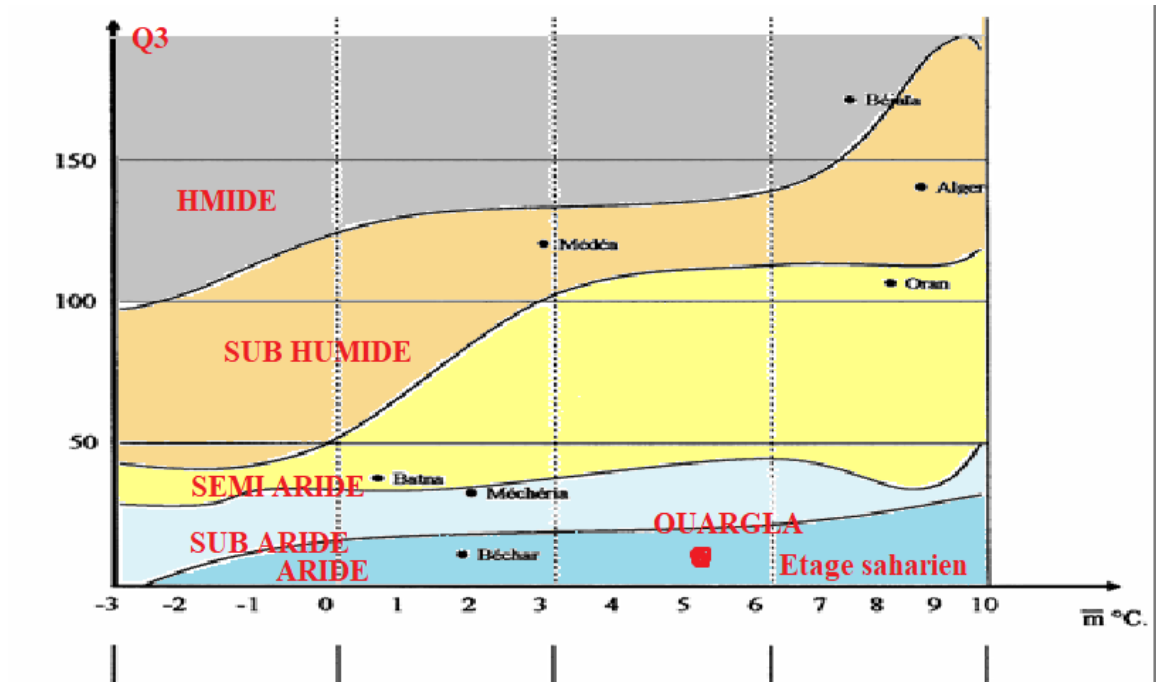


Figure 3 : Étage bioclimatique d'Ouargla selon le Climagramme d'Emberger

II-3-Géomorphologie

Relief

Selon **PASSAGER (1957)**, dans la région d'Ouargla, trois zones sont distinguées d'après l'origine et la structure des terrains :

*A l'Ouest et au Sud, des terrains calcaires et gréseux ;

*Au Nord-est, la zone EST caractérisée par le synclinal de l'Oued M'ya ;

*A l'Est, le Grand Erg Oriental occupe près des trois quarts de la surface totale de la cuvette. (**NEGAIS, 2013**).

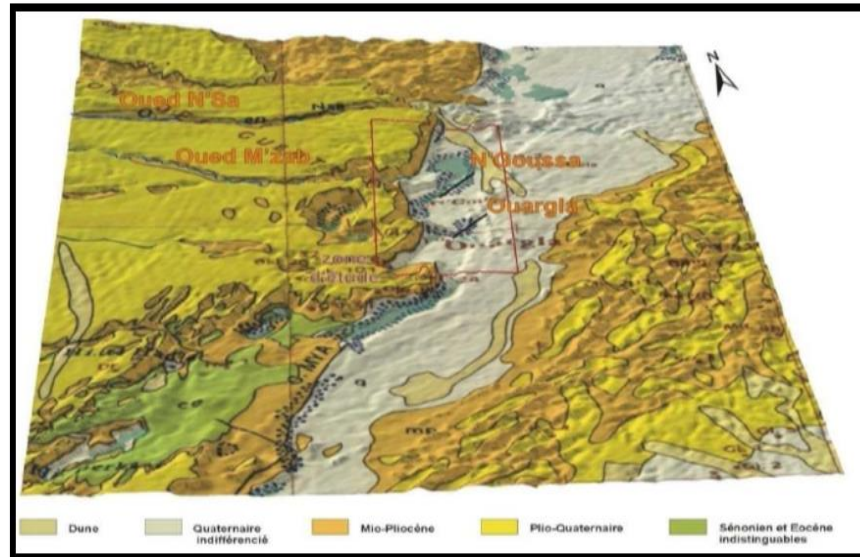


Figure 4 : relief géologique de la région d'Ouargla (BONARD ET GARDEL,2003)

Sol

Selon HALITIM (1988), Les sols des zones arides de l'Algérie présentent une grande hétérogénéité et ils se composent essentiellement par des sols minéraux bruts, des sols peu évolués, des sols halomorphes et des sols hydromorphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable. La fraction organique est très faible et ne permet pas une bonne agrégation ; ces sols squelettiques sont très peu fertiles et leur rétention en eau est très faible. (DAOUD et HALITIM, 1994).

Pour ce qui est de Ouargla, sur le plateau. les sols présentent une surface graveleuse, formant un reg à graviers, ou pierreux, un reg à pierres et des voiles éoliens : cet horizon de surface surmonte une croûte calcaire à dolomie très dure de 30 cm d'épaisseur. On trouve ensuite un horizon calcaire, nodulaire, moins dur entre 35 et 60 cm puis, au delà de 60 cm, un horizon pétrogypsiq à 57 % de gypse. Sur le glacis, à 140 m d'altitude, le sol est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique, hérité de l'altération des grès à sable rouge du miopliocène : c'est le sol le plus pauvre en gypse de la région lequel atteint jusqu'à 8 m de profondeur, il ne présente aucun niveau d'encroûtement (HAMDIAISSA et GIRARD, 2000).

Les sols de la région de Ouargla sont caractérisés aussi par un pH alcalin, une activité biologique faible et une forte salinité (DAOUD et HALITIM, 1994). La distribution de la salinité dans le profil pédologique est caractérisée par une augmentation de bas en haut. Les horizons de surface présentent toujours les plus fortes valeurs de la conductivité électrique (DJILI et al. 2003 ; IDDER et al. 2014). D'après (IDDER, 1998), les sols de l'oasis sont

également caractérisés par un fort caractère sodique qui se traduit par un taux de sodium échangeable qui dépasse les 15%.

II.4 - Ressources hydriques

II-4-1-Hydrologie

Différents bassins versants forment le réseau hydrographique de la région d'Ouargla. Parmi les oueds les plus importants, il est possible de citer l'Oued M'Ya, lequel est un oued fossile du quaternaire (**IDDER, 2007**). Vers le Nord-est, le lit de l'oued M'ya s'étend sur plus de 19.800 km². Il se jette dans le chott Melrhir actuel. Sa longueur devait atteindre 900 km (**DUBIEF, 1950 ; CORNET, 1952**). Il existe d'autres oueds moins importants que l'Oued M'Ya. Ce sont l'Oued N'Sa et l'Oued M'Zab qui sont coulent encore de nos jours. Ce sont l'ensemble inférieur appelé Continental intercalaire ou Albien, et l'ensemble supérieur désigné par le Complexe Terminal (Miopliocène et Sénonien) (**SAVORIN, 1930 ; HAMDI AISSA, 2001**). A ceux-ci s'ajoutent des nappes phréatiques. Les eaux souterraines constituent la principale ressource hydrique de la région d'Ouargla. Trois niveaux différents sont exploités :

- Une nappe phréatique aux eaux salées à une profondeur de 1 à 8 m,
- Une partie du Complexe Terminal comprenant la nappe du Miopliocène et la nappe du sénonien.
- Le Continental Intercalaire (**CÔTE, 2005**)

II-4-2-Hydrogéologie

S'agissant d'une région à faible pluviométrie, cette faiblesse est compensée par les eaux souterraines qui constituent la principale source d'eau.

La région d'Ouargla fait partie du Sahara septentrional qui se distingue par l'immensité des réserves hydriques qu'il renferme dans son sous-sol. Ces réserves sont essentiellement constituées de 4 nappes aquifères dont la profondeur varie de quelques mètres à plus de 1800 mètres (**figure 6**). (**NEGAIS, 2014**)

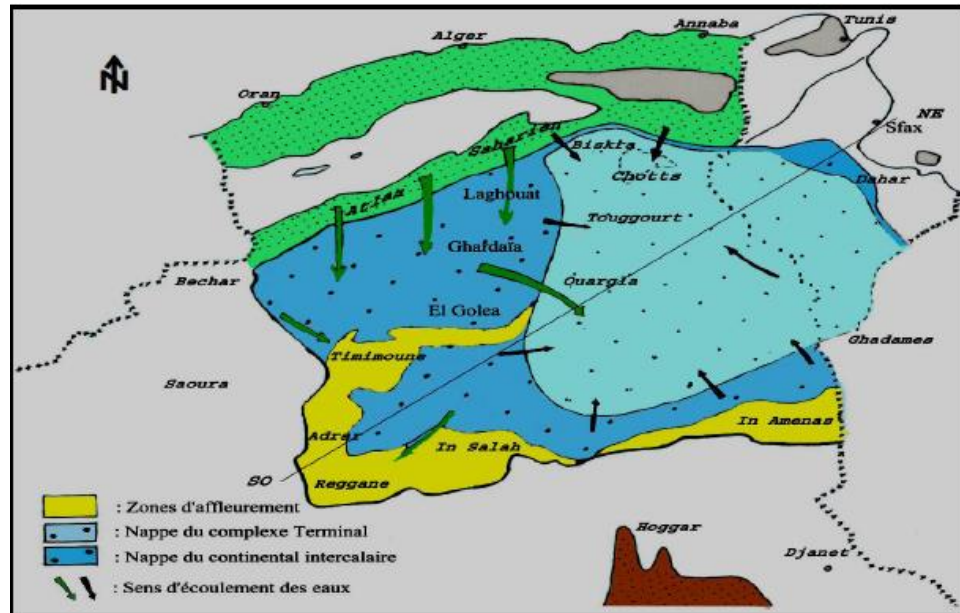


Figure 5 : Les réserves hydriques souterraines du Sahara Algérien (ANRH, 2005).

II-4-2-1. Nappe phréatique

Les aquifères superficiels dont la profondeur n'excède pas 50 m et dont les eaux sont généralement exploitées par des puits sont conventionnellement désignées sous le nom de nappes phréatiques. Cette formation n'est pas utilisée ni pour l'alimentation en eau potable ni pour l'irrigation. Son inutilisation est justifiée par la teneur élevée en sels (généralement 10 à 15 g/l de résidu sec). Son niveau d'eau est proche de surface et il est devenu gênant pour la population et l'agriculture. Elle s'écoule du Sud vers le Nord suivant la pente, avec une profondeur qui varie de 1 à 8 m en fonction du lieu et de la saison.

Les eaux de la nappe phréatique présentent une forte salinité (>15 g/l), ajouté à cela une contamination de cette nappe par les eaux usées, ce qui présente une menace de pollution pour les autres nappes. (NEGAIS, 2013).

II -4-2-2 Complexe Terminal

Cette nappe est ascendante dans le pays des foggaras au Touat, Gourara et Tidikelt et a des températures moyennes de 20° à 30°C, une salinité qui va de 1,5 à 2,5 g/l. Dans le Bas Sahara, elle est par contre profonde et varie de 1000 à 1500 m avec une température à la surface pouvant atteindre 66°C et une teneur en sels variable de 2 à 5 g/l (BRLBNEDER, 1999).

- Nappe Mio-pliocène

Cette nappe se trouve à une profondeur pouvant aller jusqu'à 120 m. Elle s'écoule du sud-ouest vers le nord et nord-est. Sa salinité varie de 2 à 3 g/l, ses eaux sont utilisées pour la consommation humaine et pour l'irrigation.

- Nappe Sénonien

Elle se trouve dans une formation calcaire à une profondeur de 120 à 260 m. Elle est utilisée également pour la consommation humaine et pour l'irrigation. Sa salinité varie de 1,8 à 4,4 g/l.

II-4-2-3- Continentale Intercalaire**-Nappe albienne**

La nappe albienne se trouve à de grandes profondeurs, pouvant dépasser 1000 m. La température de ses eaux dépasse 50C°. Cette nappe est utilisée pour l'irrigation et la consommation humaine et sa salinité varie de 1,7 à 2 g/l.



Partie II
Partie expérimentale



Chapitre III

Matériel et méthodes

III-2-Matériels utilisées

Site d'étude

Notre travail a été réalisé dans la station d'épuration par lagunage aéré de Saïd Otba, située au nord de la ville de Ouargla.

Cette station, mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande Dywidag pour le compte de l'ONA. Ses coordonnées géographiques sont :

- Latitude : 31°59'46,23'' Nord ;
- Longitude : 5°21'55,77'' Est.

Les étapes de traitement des eaux usées utilisées dans cette station sont les suivantes :

A- Prétraitement : comprend trois étapes à savoir :

Dégazage : cette opération qui se déroule dans un regard de dégazage (**photo 1**) placé à l'entrée de la STEP qui facilite l'élimination du CO₂ et des gaz polluants (CH₄, SO₂ et H₂S) formés dans les conduites de refoulement.

Dégrillage : les matières les plus volumineuses sont retenues lors du passage des eaux usées à travers deux dégrilleurs automatiques (**photo 2**) (l'espace entre les barreaux est de 25 mm) disposés en parallèles à un canal de secours équipé d'une grille manuelle (l'espace entre les barreaux est de 40 mm) disposée en parallèle pour assurer le by-pass des eaux en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques. Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés vers une benne à déchets.

Dessablage : réalisé dans trois canaux rectangulaires de 2 m de largeur et 23 m de longueur placés en parallèle (**photo 3**). Chaque canal est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à son extrémité. Une pompe d'aspiration permet de refouler l'eau vers un classificateur de 19 sableurs où les particules de sables sédimentées sont extraites au fond par une vis d'Archimède et stockées dans une benne et l'eau franchit une cloison siphonide en direction des lagunes. Un répartiteur à eau (**photo 4**) est disposé en aval des ouvrages de prétraitement afin de répartir et canaliser les eaux usées vers les lagunes du premier étage. Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques de 1,5 m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir mettre une lagune quelconque hors service en cas de nécessité.

B- Traitement biologique par lagunage aéré

Les lagunes d'aération assurent la dégradation de la matière organique grâce à un apport artificiel d'oxygène fourni par les aérateurs de surface (**photo 5**) qui fonctionnent à raison de 13 h/j. Cette aération artificielle favorise le développement des microorganismes qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. Le traitement biologique s'effectue au niveau des deux premiers étages d'épuration, correspondant aux bassins (A1, A2, A3, A4), (B1, B2) (**figure 8**)

C- Traitement de finition

Il assure la séparation des phases eaux épurées et boues (**photo 6**) (bassins F1 et F2). Son rôle consiste en l'amélioration des rendements d'épuration, en particulier en ce qui concerne l'abattement de la pollution microbiologique. L'ensemble de toutes ces opérations, ainsi que les caractéristiques nominales des ouvrages de traitement est représenté dans la **Figure 7** ci-après et le Tableau 2.

D- Traitement des boues

Ce traitement est prévu dans 11 lits de séchage d'une superficie unitaire de 5000m² et d'une hauteur de remplissage maximale de 0,5 m. Ces lits ne reçoivent pour le moment pas de boues d'épuration.



Photo 1: Dégazage (NGAISE 2012)



Photo 2 : Dégrilleur



Photo 4 : Répartiteur

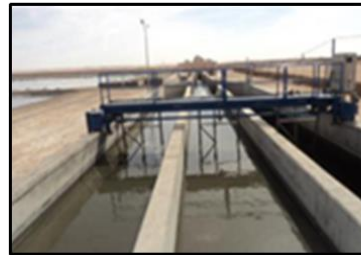


Photo 3: Désableur (NGAISE 2012)



Photo 5 :Bassin d'aération



Photo 6 : bassin de finition

Figure 6 : Étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP de Ouargla.

Tableau 2 : données de la base de la STEP de Ouargla (MENSOU, 2011)

La surface totale		80 hectares
Premier niveau	Nombre de bassins	4 bassins d'aération (A1, A2, A3, A4)
	Volume totale	340800m ³
	Volume par unité de bassin	85200m ³
	Surface totale	9,6hectares
	Surface par unité de bassin	2,4 hectares
	Profondeur des bassins	3,5m
	Temps de séjour	7 jours
	Nombre des aérateurs	12 dans chaque bassin
Deuxième niveau	Nombre de bassin	2 bassins d'aération (B1 et B2)
	Volume total	227200 m ³
	Volume par unité de bassin	113600 m ³
	Surface totale	8,2 hectares
	Surface par unité de bassin	4,1 hectares
	Profondeur des bassins	2,8 m
	Temps de séjour	5 jours
	Nombre des aérateurs	7 dans bassins
Troisième niveau	Nombre de bassins	2 bassins de finitions (F1 et F2)
	Volume total	148054 m ³
	Volume par unité de bassin	74027 m ³
	Surface totale	14,8 hectares
Lits de séchage des boues	Nombre de lits de séchage	11
	Surface par unité de lits	5000m ²
	Hauteur de remplissage	0.5 m

III-3-Méthode d'étude

Principe et stratégie d'échantillonnage

Boues : Afin d'aboutir à une caractérisation détaillée des boues de la station de lagunage, qui tiendrait notamment compte de l'âge et de l'état d'hydratation de ces boues, nous avons initialement prévu d'effectuer des prélèvements d'échantillons au niveau de chaque étape de traitement : premières lagunes d'aération, deuxièmes lagunes d'aération,

lagune de maturation et enfin lits de séchage, avec un minimum de trois points de prélèvements dans chaque compartiment.

Malheureusement, dans la pratique nous n'avons pu réaliser qu'un seul prélèvement de boues au niveau du premier étage de traitement, précisément dans le bassin A4. (**Figure 8**)

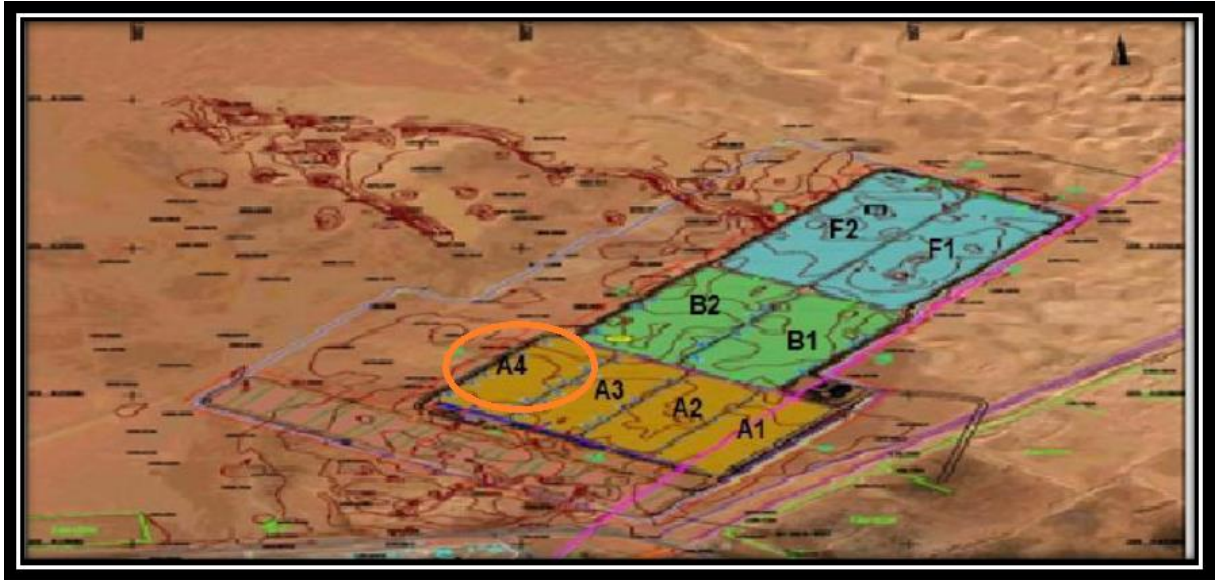


Figure 7: Site d'échantillonnage (bassin A4)

Ce changement de stratégie d'échantillonnage des boues est dû aux difficultés suivantes rencontrées sur le terrain :

- Le dragueur qui sert à l'extraction mécanisée des boues se trouvait en panne pendant toute la période de notre étude. Ce problème nous a obligés à recourir à un échantillonnage manuel, en utilisant une perche en bois, munie d'un seau (**photo 7**).
- Le seul bassin où la quantité de boues était suffisante et accessible à nos moyens d'échantillonnage improvisés est le bassin A4.
- L'importance des dangers liés à l'utilisation de cette technique d'échantillonnage artisanale nous a empêchées de multiplier les points prélèvement dans la lagune A4.
- Les lits de séchage, où il était prévu de réaliser un échantillonnage des boues finales déshydratées, ne contenaient pas de boues.

Eaux usées : Les eaux usées ont été prélevées dans le bassin A4.

Méthode d'échantillonnage

L'échantillon de boue du bassin A4 a été prélevé à une profondeur de 3,5 m en utilisant la technique décrite plus haut.

L'échantillon d'eau a été également prélevé dans la lagune A4, à la surface de l'eau.

Ces prises d'échantillon ont été réalisées le 18 avril 2019 à 10 :00 h.

Les échantillons, après prélèvement, ont été transvasés dans des bouteilles et conservés dans un réfrigérateur pour les analyses physico-chimiques.



Photo 7 : Prélèvement des échantillons dans le bassin 4

III-4-Paramètres analysés

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au laboratoire de l'ANRH , au Laboratoire de recherche sur la phoeniciculture et au laboratoire de bio géochimie des milieux désertiques.. Les analyses bactériologiques au laboratoire S.E.M.E .

III-4-1-Paramètres physico-chimiques

Afin d'arriver une bonne caractérisation assez détaillée, nous avons prévu d'évaluer les paramètres suivants

III-4-1-1-pH

La mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre de type GLP22 CRISON, muni d'une électrode préalablement étalonnée avec des solutions tampon pH = 4 puis pH = 7. La méthode a consisté à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bûcher, dans lequel un agitateur magnétique homogénéise l'échantillon. La lecture a été effectuée, après stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH mètre. **(Photo 9).**



Photo 8: Mesure de pH

III-4-1-2-Conductivité électrique (CE)

Pour cette mesure, nous avons eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide d'un conductimètre de poche.

III-4-1-3-Matière sèche (MS)

La teneur en matière sèche et en eau dans les boues, est obtenue par séchage d'un échantillon dans une étuve à 105°C jusqu'à stabilisation du poids selon la norme NF EN 12880. Cette procédure permet d'une part de quantifier la teneur en eau libre dans l'échantillon et d'autre part d'exprimer les résultats en fonction de la masse sèche.

III-4-1-4-Matière organique (MO)

Le résidu est porté pendant deux heures à 550 °C dans un four à moufle, préalablement chauffé. Des creusés en poterie avec de boue sèche finement broyée sont utilisées.

III-4-1-5-Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

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 et un DBO-mètre. Ce système est pratique, rapide et donne des résultats représentatifs. **(Photo 10)**



Photo 9 : DBO mètre.

III-4-1-6-Demande chimique en oxygène (DCO)

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) dans une solution portée à ébullition, à reflux pendant 2 heures à l'aide d'un bloc chauffant (photo 12) en présence d'ions Ag^+ comme catalyseurs d'oxydation (photo 13) et d'ions Hg^{2+} permettant de complexer les ions chlorures (Norme NF T 90-10, équivalente ISO 6060) (photo 14). D'une manière simplifiée, on peut décrire ce phénomène par la réaction suivante :

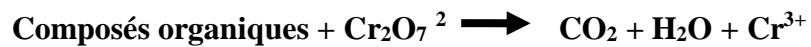


Photo 10: Bloc chauffant.



Photo 11 : avant virage

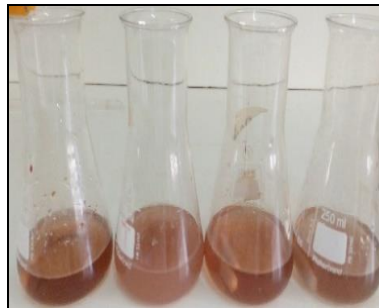


Photo 12 : Après virage



III-4-1-7-Nitrates (NO₃)

La méthode de la réduction au cadmium (méthode colorimétrique n° 355 HACH) a été appliquée pour la gamme 0 à 30.0 mg/l NO₃--N à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR2000 (**photo 13**). Le cadmium réduit les nitrates en nitrites. L'ion nitrite réagit en milieu acide avec de l'acide sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium. Le sel réagit avec l'acide gentisique pour former une solution colorée ambre. L'absorbance est mesurée à 520 nm.



Photo 13 : Spectrophotomètre DR2000.

III-4-2-Analyses bactériologiques

En ce qui concerne les analyses bactériologiques, les récipients que nous avons utilisés, sont des flacons en verre propres stérilisés au préalable, étiquetés sur lesquels nous avons mentionné le lieu et la date de prélèvement de ces échantillons. Cette démarche entreprise, concernant le transport et la conservation des échantillons destinés aux analyses bactériologiques à 4°C, fait référence aux méthodes décrites par (**RODIER et al, 2005**). Elle consiste à la recherche et au dénombrement des germes pathogènes et de micro-organismes dans les boues et l'eau de bassin.

Le prélèvement et les analyses ont été effectués le 27/05/2019 à environ 10:00 h.

Pour préparer la dilution, on prélève dans les meilleures conditions d'asepsie 1ml de la solution mère et on l'introduit dans 9 ml d'eau distillée. Cela fait la dilution 10⁻¹, aussi obtenus on procède de la même manière jusqu' à atteindre la dilution 10⁻⁵

Afin de disposer d'une méthode pertinente, seuls les germes témoins de contamination fécale sont recherchés. Les germes témoins sont :

- Les coliformes totaux et fécaux.
- Les streptocoques totaux et fécaux.
- Les clostridiiums sulfito-réducteurs.

III-4-2-1-Recherche des coliformes totaux et fécaux

La méthode utilisée est les méthodes de détermination du nombre le plus probable (NPP) par incubation de tube en milieux liquides. Les milieux de culture utilisée sont le BCPL (bouillon lactose au pourpre de bromocéesol) dans le test présomptif (coliformes totaux) (**RODIER et al, 2005**) et le réactif de Kovac pour le test de confirmation (E. coli) (**RODIER et al, 2005**).

III-4-2-2-Recherche des streptocoques totaux et fécaux

Les démarches entreprises sont les même avec utilisation du bouillon de l'acide de sodium (**Roth**) dans le test présomptif (pour les streptocoques totaux) (**RODIER et al, 2005**) et du milieu **d'Eva-Liski** dans le test confirmatif (pour les streptocoques fécaux) (**RODIER et al, 2005**).

III-4-2-3-Recherche des clostridium sulfito – réducteurs

On effectue les méthodes par incorporation en gélose. Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80 °C, l'échantillon est incorporé a un milieu de base fondu, régénéré et additionné de sulfite de sodium et de sel de fer. La composition du milieu est établie pour tenir compte d'un volume déterminé d'eau incorporé. Incuber à 37°C, faire une lecture après 24 heures ; une deuxième après 48 heures (**RODIER et al, 2005**).



Chapitre IV

Résultats et discussions

IV-1- Résultats des analyses physico-chimiques

IV-1-1- pH

La figure 8 montre que le pH des boues est de **7,92**. Cette valeur du pH témoigne d'une certaine stabilité de ces boues vis-à-vis de la décomposition de la matière organique. Car en effet, un pH acide indique généralement une décomposition active de la matière organique et la formation d'acides gras volatiles responsables de l'acidité des boues.

La valeur du pH trouvée pour les boues de la station d'épuration de Ouargla est inférieure à celle trouvée par **IDDER et al (2012)** pour les boues sèche de la station d'épuration de Touggourt (**7,96**). Elle est cependant supérieure à la valeur indiquée par **CHOUAL et al (2017)** pour les boues de la station d'épuration Jijel (**6,48**) et celle indiquée par **BENOUDJIT (2012)** pour les boues résiduaires fraîche de la STEP de Boumerdes (**6,81**).

Les eaux usées dans le bassin A4 sont légèrement moins basiques que les boues décantées dans ce bassin. Leur pH est égal à **7,45**.

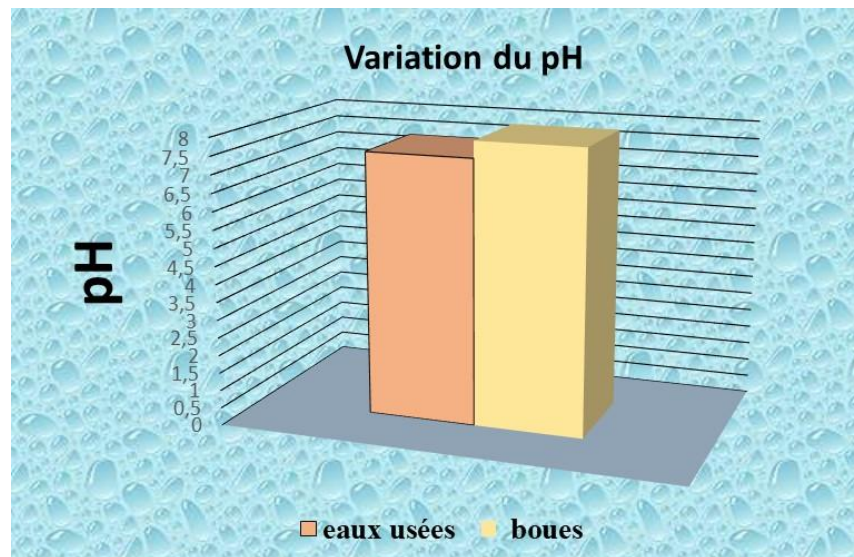


Figure 8 : Variation du pH des eaux usées et des boues

IV-1-2- Conductivité Electrique (CE)

La figure 9 montre que la CE des boues est **18,49 mS/cm**.

Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **IDDER et al (2012)** pour les boues sèche de la station d'épuration de Touggourt, dont la valeur est de **4,94 mS/cm**, et à celle indiquée par **BENOUDJIT (2016)** concernant les boues résiduaires fraîche de la STEP de Boumerdès (**0,472 mS/cm**). La conductivité des eaux de bassin égale **14,39 mS/cm**.

Nous constatons que les boues et les eaux usées possèdent des conductivités électriques très élevées qui sont étroitement en relation avec les conductivités électriques des eaux de

consommation de la ville de Ouargla qui leur ont donné naissance. Les eaux usées deviennent encore plus concentrées en sels, sous l'effet de l'évaporation, lorsqu'elles rejoignent les bassins de lagunage.

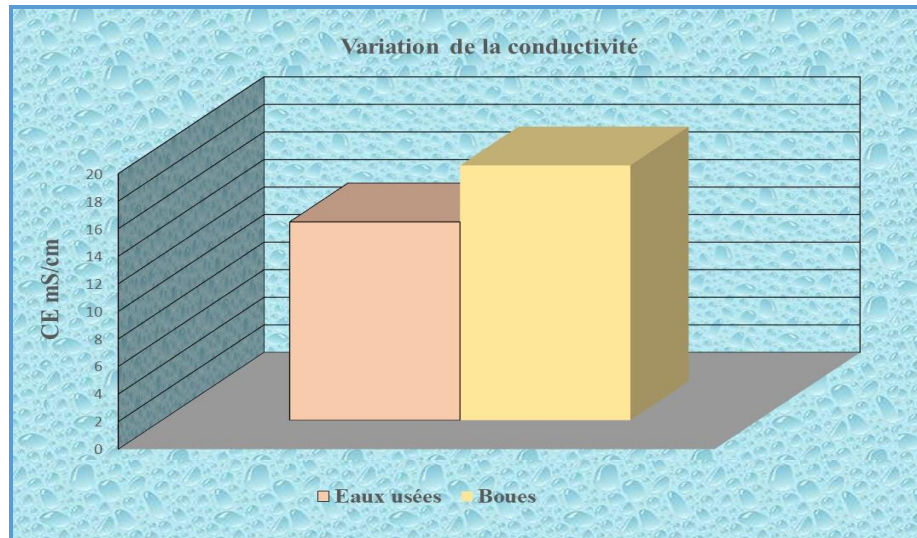


Figure 9 : Variation de la conductivité électrique des eaux usées et des boues.

IV-1-3- Nitrates NO_3^-

La valeur moyenne des nitrates obtenue après analyse des boues résiduaires est de **0,23mg/l (figure 10)**

Malgré l'absence de normes algériennes concernant la qualité des boues résiduaires en fonction des usages prévus (SIBOUKEUR, 2019), nous constatons que cette valeur est relativement faible en la comparant, toute proportion gardée, à la norme algérienne permettant la réutilisation des eaux résiduaires urbaines dans le domaine agricole. Cette norme indique une valeur limite admissible de **30 mg/l** pour les nitrates.

La teneur en nitrates trouvée dans les eaux usées du bassin A4 est inférieure à celle trouvée dans les boues de ce même bassin. Elle est de **0,145 mg/l**. Cette différence de répartition est logique et est essentiellement due au phénomène de décantation dont l'importance est, comme on le sait, primordiale dans la technique de traitement par lagunage.

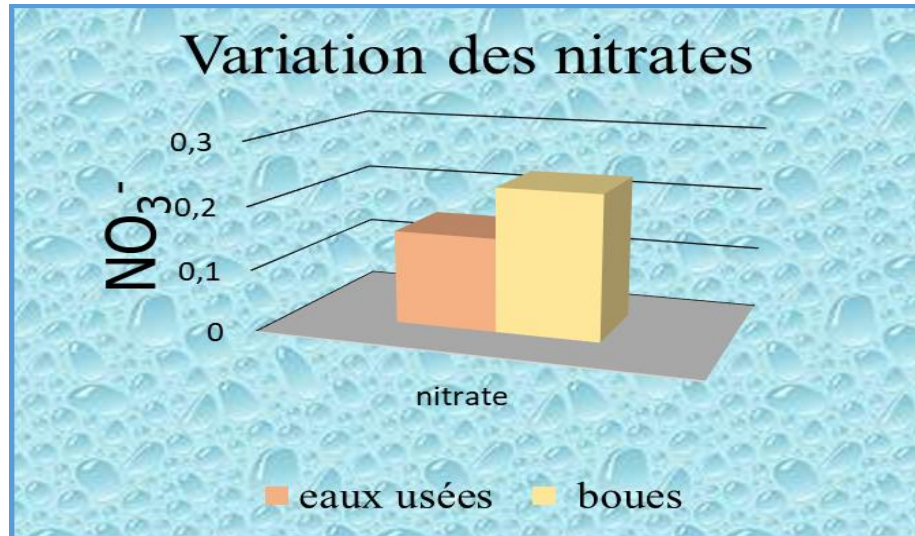


Figure 10 : Répartition de la teneur en nitrates dans les eaux usées et dans les boues.

IV-1-4--Demande biologique en oxygène (DBO₅)

D'après les résultats obtenus, la valeur moyenne de la DBO₅ des boues résiduaire est de **840 mg/l**. (figure 11).

Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **SIBOUKEUR (2019)** pour les boues fraîche de la station d'épuration de Touggourt (**570,4mg/l**). Elle est relativement élevée et met en évidence la quantité d'O₂ nécessaire à la dégradation de la matière organique. En l'absence de normes nationales concernant la réutilisation des boues de traitement, nous ne pouvons que constater que cette valeur dépasse de très loin la limite indiquée par la norme algérienne concernant la réutilisation des eaux résiduaire urbaine dans le domaine de l'arrosage qui indique une valeur limite admissible pour la DBO₅ égale à **30 mg/l**.

En ce qui concerne les eaux usées surnageant les boues dans le bassin A4, leur DBO₅ est de **56 mg/l**, ce qui témoigne, dans ce cas aussi, de l'importance jouée par la décantation dans la technique de traitement par lagunage.

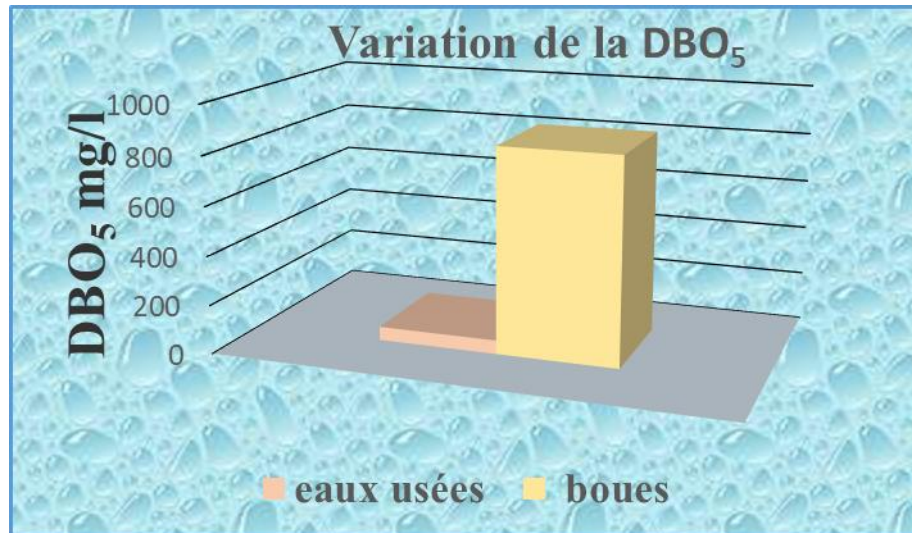


Figure 11: Répartition de la DBO₅ dans les eaux usées et dans les boues

IV-1-5--Demande chimique en oxygène (DCO)

Les résultats des analyses de la DCO pour les boues et les eaux usées sont présentés sur la **figure 12**.

La valeur moyenne des concentrations en DCO des boues est de **4953mg/l**. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **SIBOUKEUR (2019)** pour les boues fraiche de la station d'épuration de Touggourt (**851mg/l**).

Sa valeur très élevée montre la possibilité d'oxydation chimique de matière organique, malgré la valeur du pH trouvée.

La valeur moyenne de la DCO des eaux usées du bassin A4 est de **403 mg/l**. Cette valeur met en évidence, comme pour la DBO₅, la fraction importante de la DCO éliminée par ce bassin de lagunage.

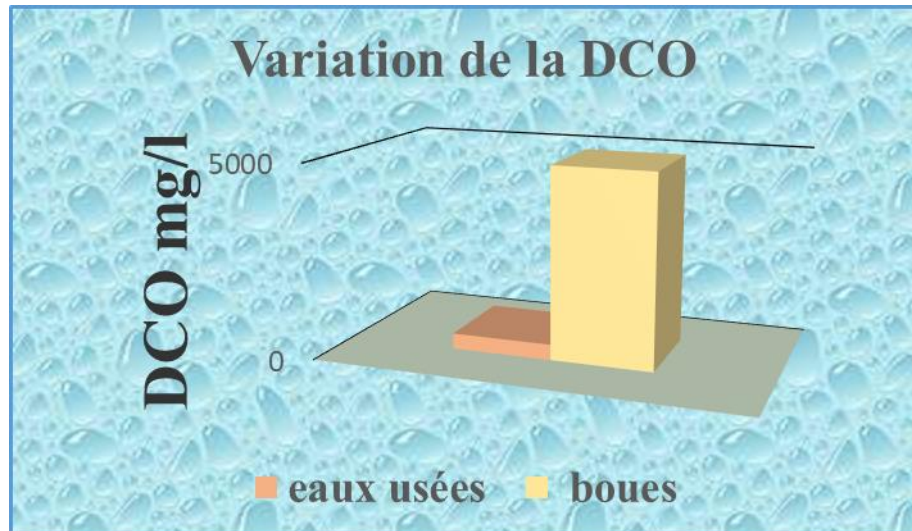


Figure 13 : Répartition de la DCO dans les eaux usées et dans les boues.

IV-1-6--Matière organique (MO)

La teneur en matière organique des boues extraites du bassin A4 est **21,8%**. Cette valeur n'est pas acceptable par rapport à la norme AFNOR qui exprime **40%**. (**Figure 14**).

La concentration en matière organique trouvée pour les boues de la station d'épuration de Ouargla est inférieure à celle trouvée par **IDDER et al (2012)** pour la station d'épuration de Touggourt (**23,62**), et celle indiquée par **IGOUD (2001)** pour les boues fraiche de la STEP de BERAKI (**35,51**).

La teneur en matière organique des eaux usées du même bassin est **8,4 %**.

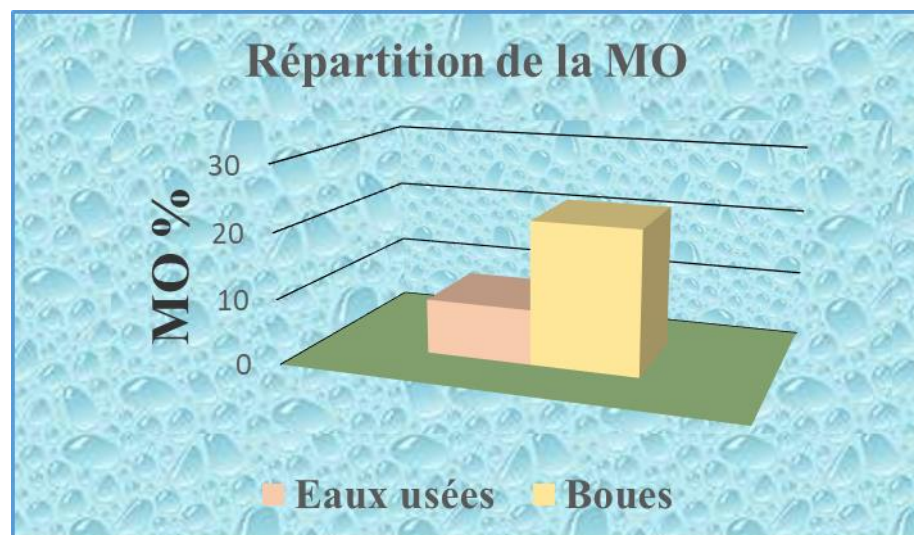


Figure 14 : Répartition de la matière organique des dans les eaux usées et dans les boues.

IV-1-7--Matière sèche (MS)

La figure 15 montre que la valeur moyenne des matières sèches des boues est 5,2 %. Cette valeur est inférieure à celle des boues sèche de la STEP de Touggourt (93,69 %) (IDDER et al, 2012) et à celle des boues résiduaires fraiche de la STEP de Boumerdès (16,02%) (BENOUDJIT, 2012). La valeur moyenne de MS des eaux usées égale à 3,06%.

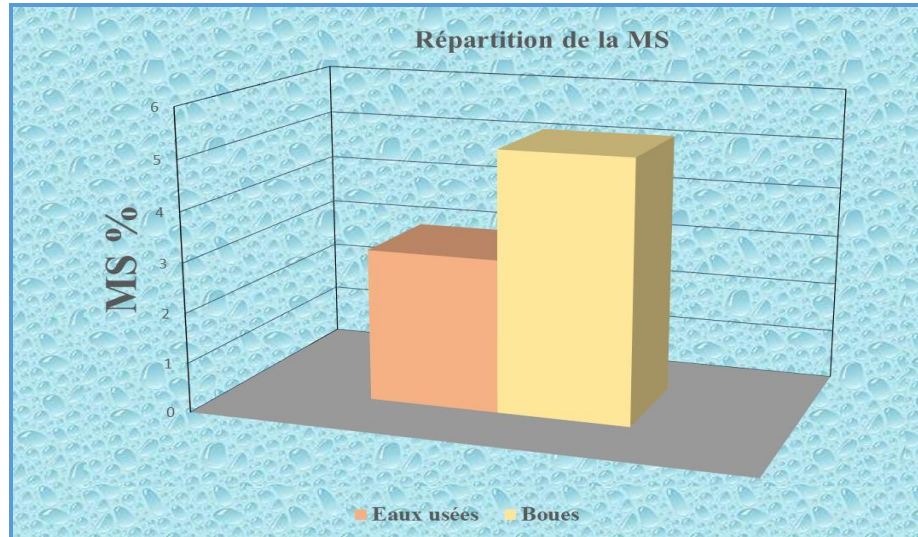


Figure 15 : Répartition de la matière sèche dans les eaux usées et dans les boues.

IV-2- Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques qualitatives des boues et des eaux usées sont mentionnés dans le tableau 3.

Ce tableau indique une présence des coliformes fécaux dans les boues et les eaux du bassin. Les streptocoques sont présents dans les eaux de bassins et absents dans les boues. Les clostridiiums sont cependant absents dans les deux milieux analysés.

Tableau 3 : Résultat des analyses bactériologiques

Echantillons	Micro-organismes recherché		
	Coliforme fécaux	Streptocoques fécaux	Clostridium sulfato réducteur
Boues	+	-	-
Eaux uses	+	+	-

Remarque :

(+) = présence des bactéries

(-) = absence des bactéries

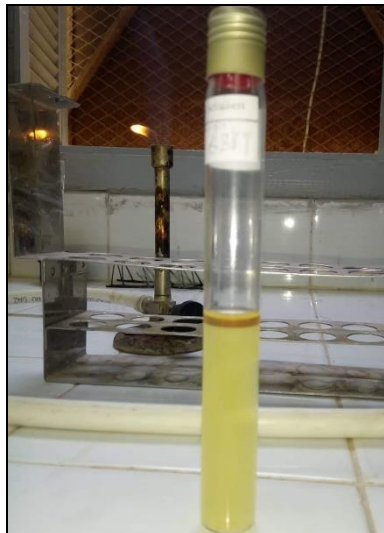


Photo 14 : Présence des coliformes dans les eaux de bassin



Photo 15 : Présence des streptocoques dans les eaux et des boues



Photo 16 : Absence de clostridium dans les eaux de bassin et dans les boues



Conclusion

Conclusion générale

La station d'épuration joue un rôle primordial dans la protection de l'environnement dans la région de Ouargla. Elle permet non seulement d'éviter la stagnation des eaux usées dans les zones urbanisées, mais également la sauvegarde des composantes et des richesses naturelles et offre la possibilité de réutiliser les eaux usées dans les domaines agricole.

Cependant, le devenir des boues produites par cette station d'épuration et la façon dont elles doivent être gérées pose un problème d'une grande importance environnementale. Quelle que soit l'option qui sera retenue par le gestionnaire (élimination en décharge contrôlée, incinération, épandage sur les sols agricoles ou valorisation énergétique, etc.), il est nécessaire d'en connaître au préalable la composition.

Notre travail avait justement pour le but d'essayer d'effectuer la caractérisation physico-chimique et bactériologique des boues de cette station d'épuration. Nous avons parallèlement tenté de réaliser les mêmes analyses pour les eaux usées prélevées dans le bassin d'épuration dans lequel nous avons prélevé les échantillons de boues afin d'établir une comparaison de composition physico-chimique et bactériologique entre les deux compartiments Eau et boues et mettre en évidence le rôle joué par les bassins de lagunage dans l'abattement du taux de pollution des eaux usées.

Les résultats physico-chimiques des boues et des eaux usées obtenus que la charge polluantes très élevées dans les boues résiduaires par rapport les eaux usées et la salinité très élevées.

Les analyses bactériologiques qualitatives des échantillons prélevés ont mis en évidence la présence de Coliformes fécaux dans les deux compartiments boues et eau ; une absence des streptocoques dans les boues et leur présence dans l'eau et enfin une absence de clostridium dans les deux compartiments.

Au terme de cette étude préliminaire, qui a permis globalement d'aboutir à quelques informations sur la qualité physico-chimique et microbiologique des boues de la station de lagunage de Ouargla, nous souhaiterions mettre l'accent sur quelques points essentiels et sur les difficultés auxquelles nous nous sommes heurtées et qui ont quelque peu biaisé notre démarche de travail et, donc, nos résultats :

- Il est nécessaire de compléter les analyses effectuées par d'autres analyses qui ont une importance capitale par rapport aux possibilités de valorisation/élimination des boues

d'épuration, comme la détermination des Eléments Traces Métalliques, les analyses parasitologiques et celles des micropolluants organiques, etc.

- La nécessité de maintenance et d'entretien du matériel d'exploitation des boues dans la station d'épuration. Le problème que nous avons rencontré suite à la panne de l'appareil d'extraction des boues nous a empêchées d'effectuer un échantillonnage précis des boues aux endroits souhaités.
- La nécessité d'utiliser et de mettre en valeur les lits de séchage qui, correctement exploités (respect de la durée du cycle d'alimentation-repos, respect des hauteurs optimales d'application des boues, etc.) permettront de réduire de manière significative le taux d'humidité des boues et de certains polluants qui y sont présents. Les boues ainsi séchées, et bien caractérisées vis-à-vis des différents paramètres de pollution, pourront être destinées aux futurs usages prévus, soit en l'état, soit après leur passage par un traitement complémentaire. Mais cela suppose, bien évidemment, la définition de normes précises qui dicteront les conditions de chaque future utilisation, y compris celle de la mise en décharge contrôlée.



Références bibliographiques

Références Bibliographie

- 1-ATI S, (2010) :** Etude de l'effet des boues résiduaires sur sol cultivé : Dynamique du phosphore et son utilisation en zone semi – aride. Mémoire de magistère en sciences agronomique. Université el hadj Lakhdar Batna.
- 2-A.N.A.R.H, (2005) :** Rapport technique.
- 3-AMIR S, (2005) :** contribution à la valorisation des boues de station d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du
- 4-AMORCE, (2012),** Boues de Station d'Épuration : Techniques de traitement, valorisation et élimination-DT 51, 36p.
- 5-ARLABOSSE P, (2001) :** étude des procédés de séchage des boues urbaines et industrielles.188p
- 6-BELGHAOUTI T, (2013) :** Caractérisation physico-chimique et valorisation d'une boue de station d'épuration Pour l'obtention du diplôme de Magister en Hydraulique. Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. 306p.
- 7-BENOUDJIT, F(2012) :** Caractérisation et Valorisation des Boues Issues d'un Office d'Assainissement. Cas ONA Boumerdès (STEP Boumerdès). Pour l'obtention du diplôme de doctorat en Chimie de la Matière et Environnement université m'Hamed bougara-boumerdes
- 8-BONARD et GARDEL, (2004),** Vallée de Ouargla. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Mission II. Rapport Final : Investigations, essais de pompage et bilans d'eau, établissement des cartes piézométriques, diagnostic des captages d'eau et mesures de réhabilitation, de protection des ressources en eau, Lausanne. 109 p.
- 9-BOUHANNA A, (2013) :** Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette de Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne
- 10-BOULAHBAL O, (2011) :** contribution à l'étude de l'évolution de la matière organique des boues dans le sol pour l'obtention de diplôme magister. Ecole supérieur d'agronomie.
- 11-BRL-BENDER, (1999) :** étude du plan directeur général de développent des régions sahariennes. Etude de base .monographies spécialisées des ressources naturelles. Ressources en eau. Modélisation du complexe terminal .1(3) .63p .
- 12-CHAOUL et AL, (2017) :** performances et limites d'utilisation des boues des station d'épuration pour l'élevage de plants forestiers en pépinière : cas du pin maritime (*pinus pinaster ait*) ,8(1) 55,67p.
- 13-Christophe Dogot. Julien Laurent, (2014) :** Module d'enseignement ASTEP,

compost, Thèse de Doctorat p.341.

14-CORNET ,(1952) : Les eaux du crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien (nappe dite albienne). In la géologie et les problèmes de l'eau en Algérie. T.II : données sur l'hydrologie algérienne .XIX^{ème} congrès géologique international. Alger.30p.

15-CÔTE M, (2005)- La ville et le désert. Le Bas-Sahara algérien. Edition Karthala

16-DEGREMONT, (1989) : Mémento technique de l'eau, 9ème édition, p 119-130, des professionnels p. 36,41

17-DUBIEF J, (1953) : essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara SES, Alger , 457p

18-GUERFLZ, (2012) : Impact de l'utilisation des boues résiduaires sur les propriétés physico-chimique des sols de la haute Vallée de la Medjerda wilaya de Souk Ahras. Thèse de Magistère en écologie et environnement. 73 p

19-HALITIM A, (1988) : les sols de la région aride d'Algérie, Edition OPU, Alger 110p

20-HAMDI AISSA B (2001), fonctionnement actuel et passe de sols du nord du Sahara cuvette de Ouargla, approche macromorphologique , géochimique et minéralogique et variabilité spatiale, thèse de doctorat institut national d'agronomie paris grignon France , 310p

21-IDDER et al, (2012) : action des boues résiduaires de la station d'épuration des eaux usées de Touggourt Algérie sur un sol sableux cultivate 2(1) : 77-81p.

22- IDDER T, (2007) : Le problème des excédents hydriques à Ouargla, situation actuelle et perspectives d'amélioration. Article scientifique, Sécheresse, n°3 vol 18, pp 161-167.

23-IGOUD S, (2001) : valorisation des boues résiduaires issue de la station d'épuration urbaines par leur épandage dans les plantations forestières.

24-KOUAWA T, (2016) : traitement des boues de vidange par lits de séchage sous climat soudano-sahélien. Thèse de doctorat en hydraulique urbain université de stelsbourg ,206p.

mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister, université kasdi merbah Ouargla.

25-MENSOUS, (2011) : étude du système de gestion des eaux usées dans l'oasis de Ouargla mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister , université kasdi merbah Ouargla .

26-NEGAIS H, (2013) : La réutilisation des effluents urbains traités par lagunage dans la cuvette de Ouargla. Etats des lieux, enjeux et perspectives, mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister, université kasdi merbah Ouargla.

27-ONM, (2019) : office national de la météorologie

28-PASSAGER P, (1957) : Ouargla Sahara constantinois, étude géographique et médical, arch., insti pasteur, Alger n 2 vol 35 pp 99 200

29-PHILIPPE B, (2013) : chimie et l'environnement (cour , étude de cas et exercice corrigés 415p.

30-REMY A, (2007) : Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchet verts : nouvelle méthodologie du suivie des transformation de la matière organique , thèse de doctorat en science de l'environnement , université peul Cézanne aix Marseille III France

31-RODIER J, (2005) : analyse de l'eau, Dunod, paris, p 45 ,161,195 et 554

32-SEBASTIEN R,(2006) : Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées Thèse de doctorant en Génie des procédés, Institut national polytechnique de lorraine

33-SIBOUKEUR H, (2019) : recherche et identification de quelques bactérie types saharienne responsables de la production du biogaz a partir des boues de la station d'épuration de la ville de Touggourt. Thèse de doctorat en écologie saharienne et l'environnement, université de kasdi merbah Ouargla. 61-62p

Essai de caractérisation des boues de station d'épuration de Saïd Otba (Ouargla).

Résumé :

Ce travail a pour objectif principal la détermination des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des boues de la station d'épuration de la ville de Ouargla, prélevées dans un bassin de lagunage. En contre, la même caractérisation a été effectuée, en parallèle, pour les eaux usées de ce même bassin dans le but d'aboutir à une comparaison entre les caractéristiques des deux compartiments de la lagune affectés par la pollution : l'eau usée et la boue.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une concentration très importante des différents paramètres de pollution dans les boues. Cette migration de pollutions de l'eau usée vers la boue résiduaire, observée, est essentiellement due au phénomène de décantation qui joue une importance capitale dans l'élimination de la pollution dans les bassins de lagunage. Ainsi, les principales concentrations obtenues dans les boues et dans l'eau sont respectivement : DBO₅ (840 mg/l et 56 mg/l); DCO (4953.6 mg/l et 403.2 mg/l) ; nitrates (0,23 mg/l et 0,15mg/l) ; MS (3,91% et 4,58%) ; MO (21,8%, 8,4%). La pollution bactériologique a été globalement identifiée au niveau des deux compartiments boue et eau. L'absence de normes algériennes sur les réutilisations potentielles des boues résiduaires nous empêche malheureusement de nous prononcer sur les futures possibilités de valorisation de cette ressource naturelle.

Mots clé : Boues résiduaires, caractérisation physico-chimique et bactériologique, STEP lagunage aéré, Ouargla.

Characterization Test of Sludge from Wastewater Treatment Plant of Said Otba (Ouargla)

Abstract:

The main objective of this work is to determine the physic chemical characteristics of the sludge from wastewater treatment plant by aerated lagoons of Said Otba (Ouargla) collected in a a lagoon. The same characterization was carried out for the wastewater from this same basin in order to hold a comparison between the two compartments water and sludge. The results obtained showed a high concentration in the sludge of the various pollution parameters. This migration of pollution between water and sludge is mainly due to the settling phenomenon whose importance is paramount in the lagoon treatment technique.

Thus, the main concentrations obtained in sludge and in water are respectively: BOD₅ (840 mg / l and 56 mg / l); MS (3, 91% and 4, 16%), DBOs (1056.6% and 925.4%); DCO (4953.6 mg / l and 403.2 mg / l); nitrate (0.23 mg / l and 0.15 mg / l). Bacteriological pollution has been identified in both compartments water and sludge. It is crucial to note that the lack of Algerian standards concerning the use of waste sludge prevents us from pronouncing on the future possibilities of valorization of this resource.

Key Words : Waste sludge, physico-chemical and bacteriological characterization, aerated lagoon STEP, Ouargla

اختبار توصيف محطة معالجة الحمأة سعيد العتبة (ورقلة).

المخلص:

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تحديد الخصائص الفيزيائية والبكتريولوجي للحمأة من محطة معالجة الصرف الصحي في ورقلة المأخوذة من الحوض في موازاة ذلك، تم إجراء نفس التوصيف، بالتوازي ، مع مياه الصرف في هذا الحوض نفسه من أجل أن تؤدي إلى مقارنة بين خصائص الجزأين من البحيرة المتأثرة بالتلوث: المياه العادمة و الطين. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تركيزاً مهماً جداً لمقاييس التلوث المختلفة في الحمأة. هذه الهجرة من التلوث من مياه الصرف الصحي إلى حمأة النفايات، ويرجع ذلك أساساً إلى ظاهرة الصب والتي تلعب دوراً رئيسياً في القضاء على التلوث في أحواض البحيرة. وبالتالي، فإن التركيزات الرئيسية التي تم الحصول عليها في الحمأة وفي الماء هي على التوالي : DBO₅ (840 مجم / لتر و 56 مجم / لتر)؛ DCO (4953.6 ملغم / لتر و 403.2 ملغم / لتر)؛ النترات (0.23 ملغم / لتر و 0.15 ملغم / لتر)؛ MS (3.91% و 4.58%)؛ MO (21.8% و 8.4%). (تم التعرف على التلوث البكتريولوجي على مستوى العالم على مستوى اثنين من الحمأة والمقصورات المياه. إن الافتقار إلى المعايير الجزائرية بشأن احتمال إعادة استخدام حمأة النفايات يمنعنا للأسف من التحدث عن إمكانيات تثمين هذا المورد الطبيعي في المستقبل.

الكلمات المفتاحية: حمأة النفايات، التوصيف الفيزيائي والكيميائي، البحيرة الغازية محطة الصرف الصحي، ورقلة.