



**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Biologiques**



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de**  
**Master Académique**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et Environnement**

**Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement**

**Présenté par : MelianaHadil et GuermitInes**

**Thème**

**Évaluation des taux d'accumulation et de production de boue dans des bassins  
de sédimentation sous climat saharien : étude de cas à Ouargla**

**Soutenu publiquement le :**

22/06/2023

**Devant le jury :**

Mr. CHELOUFI Abd El Hamid	Professeur	Président	U.K.M. Ouargla
Mr. IDDER Tahar	Professeur	Promoteur	U.K.M. Ouargla
Mme. MERABETSoumia	M.A.A	Co-promotrice	Univ. El Oued
Mr. IDDER Abdelhak	M.C.A.	Examineur	U.K.M. Ouargla

**Année universitaire : 2022/2023**



# REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé tout au long de ma vie, dans toutes les années d'étude et m'avoir donné la croyance, la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nos remerciements vont aussi à :

- En premier lieu, nous promoteur **Mr. IdderTaher** ;Professeur à l'université de Ouargla, nous remercions très vivement pour sa gentillesse, son accueil bienveillant. Qu'il nous soit permis de vous témoigner nous très haute considération et profonde gratitude.

- Nous Co-promotrice **Mlle MERABET SOUMIA** que nous remercions pour son attention, ses conseils judicieux et suggestions à améliorer la qualité de ce mémoire et son aide à mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier Mr. CHELOUFI Abd El Hamid ;Professeur à l'université de Ouargla, d'avoir bien voulu accepter de présider le jury de notre soutenance. Nos remerciements s'adressent aussi à Mr. IDDER Abdelhak ; Maitre-assistant A à l'université de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements également à Tout le personnel de la station d'épuration de Saïd Otba :

. Mr.MEKHOLOUFI Ismail directeur de la STEP de Sidi khouiled.

. Mr. CHETTOUH Abdsalam directeur de la STEP de Saïd Otba et son équipe Mr. MOUHAMED chef de travail et Mr. YUCEF conducteur du bateau pour leurs aides à travail au champ et son soutien.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation ainsi qu'à tout le personnel du département de sciences de la nature et de la vie.

Nous tenons enfin à exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail ainsi qu'à toute personne qui fera l'effort de lire ce document.

## *Dédicace*

Je tiens avant tout à remercier le dieu tout-puissant qui m'a donné beaucoup de courage et de volonté pour que je puisse arriver à finir ce modeste travail.

*Je dédie ce mémoire à :*

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

Ma mère, \* **BEN FATOUMA DJAMILA** \* 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, \* **MELIANA ALI** \*, 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 soutient permanent venu de toi.

Mon frère,\* **M.MOULDI**\* et Ma sœur, \* **IBTIHEL**\* je t remercie pour amour et ta présence à mes côtés. Je te souhaite réussite et réussite dans tes démarches, puisses-tu toujours être mon soutien et ma côte inébranlable qui ne s'incline pas.

Mon oncle et deuxièmes père,\* **M.MOULDI** \*je prie pour que dieu fasse de sa demeure le paradis.

A ma chère famille du petit au grand.

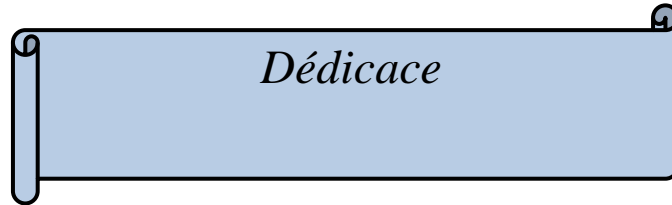
je souhaite un avenir radieux plein de réussite : A mon cœur, **Dada**

A mon binôme **INES GUERMIT** et ma chère amie **MERIOUMA AROUA**.

A mon amies **KHOLOUD BEHDENNA** et **RIHANA BEHDENNA**....merci pour tous vos efforts et a tous mes camarades de ma promotion2023.

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

**HADIL**



Je dédie ce modeste mémoire :

À mes chers parents qui m'ont soutenu tout le long de  
ma vie surtout ces 5 années

À mon seul cher frère **ZAKARIA** pour les orientations  
qui m'a donné

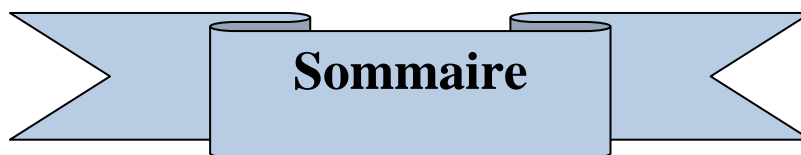
Et bien sûr à mes deux chères sœurs **MARWA** et  
**FATIMA** aussi à mes amies : **RIHANA**, **ABIR** et  
surtout **AROUA** pour leur soutiens

A tous les équipes de la STEP de SAÏD OTBA à Ouargla  
pour tous leurs conseils et leurs aides.

A tous les étudiants de notre promotion 2023.

Je remercie enfin mon amie et binôme **HADIL**.

**INES**



# Sommaire

Titres	Page
Liste des figures	/
Liste des tableaux	/
Liste des abréviations	/
Introduction générale	<b>1</b>
<b>Première partie : synthèse bibliographique.</b>	
<b>Chapitre 01 : Boues d'épuration des eaux usées.</b>	
I- Épuration des eaux usées.	<b>5</b>
I-1-Définition.	<b>5</b>
I-2-Originine des eaux usées.	<b>5</b>
I- 2-1/- Eaux usées domestiques.	<b>5</b>
I-2-2/- Eaux usées ruissellement.	<b>5</b>
I-2-3/- Eaux usées industrielles	<b>5</b>
I- 2-4/- Eaux usées Agricoles.	<b>6</b>
I-3-Traitement des eaux usées.	<b>6</b>
I-3-1/- Traitement techniques	<b>6</b>
a- Prétraitement.	<b>6</b>
➤ Le dégrillage.	<b>6</b>
➤ Le dessablage.	<b>6</b>
➤ Le déshuilage/Dégraissage.	<b>7</b>
b- Traitement primaire.	<b>7</b>
c- Traitement secondaire.	<b>7</b>
d- Traitement tertiaire.	<b>7</b>

I-3-2/- Autre traitement.	<b>8</b>
I-3-2-1. Le lagunage	<b>8</b>
II- Gestion des boues.	<b>9</b>
II-1- Définition.	<b>9</b>
II-2- Types de boue.	<b>9</b>
II-3- Composition.	<b>9</b>
II-3-1/- Matière organique.	<b>9</b>
II-3-2/- Éléments minéraux.	<b>10</b>
II-4- Traitement des boues.	<b>10</b>
II-4-1/- Épaississement.	<b>11</b>
II -4-2/- Conditionnement.	<b>11</b>
II-4-3/- Déshydratation.	<b>11</b>
II-4-4/- Le Séchage.	<b>12</b>
II-4-4-1- Lit de séchage.	<b>12</b>
a- Séchage solaire.	<b>12</b>
b- Lit de sable.	<b>13</b>
c- Lagunage de séchage.	<b>13</b>
II-4-4-2- Séchage thermique.	<b>13</b>
a- Séchage direct.	<b>13</b>
b- Séchage indirect.	<b>13</b>
II-4-5/- Stabilisation.	<b>13</b>
II -4-5-1.Le compostage.	<b>14</b>
II -4-5-2.La méthanisation.	<b>14</b>
II-5- Destination finale des boues et contraintes afférentes.	<b>14</b>

II-5-1- L'incinération.	<b>14</b>
II-5-2- La mise en décharge contrôlée.	<b>15</b>
<b>Chapitre 02 : Présentation de la ville d'Ouargla.</b>	
I. Situation géographique	<b>17</b>
II- Géomorphologie	<b>18</b>
III- Ressources hydriques.	<b>18</b>
IV- Pédologie.	<b>18</b>
V- Caractéristique Climatiques	<b>19</b>
VI- Population	<b>19</b>
VII- Gestion des eaux usées dans la ville d'Ouargla.	<b>19</b>
<b>Deuxième partie : Etude expérimentale</b>	
<b>Chapitre 01 : Matériel et méthodes</b>	
I. Description du site expérimental	<b>23</b>
I. 1. Localisation géographique	<b>23</b>
I. 2. Le mécanisme de l'épuration	<b>24</b>
I.2.1 Filière eau.	<b>24</b>
a- Prétraitement	<b>24</b>
b- Traitement biologique	<b>24</b>
I.2.2 Filière boue.	<b>24</b>
II. Démarche de l'étude	<b>25</b>
II. 1. Mesure de l'épaisseur et l'accumulation des sédiments.	<b>25</b>
II. 2 Caractérisation des sédiments.	<b>27</b>
II. 2.1. Echantillonnages	<b>27</b>
II. 2.2. Les paramètres analysés.	<b>28</b>



a. Préparation de l'échantillon.	<b>28</b>
b. Analyses physiques.	<b>28</b>
. Détermination de la siccité.	<b>28</b>
. Détermination du pourcentage de matière volatile en suspension (MVS)	<b>29</b>
<b>Chapitre 02 : Résultats et discussion</b>	
I. Accumulation de la boue.	<b>31</b>
II. Production des boues.	<b>35</b>
III. Caractérisation physique des sédiments.	<b>36</b>
III. 1. Siccité	<b>36</b>
III. 2. La matière volatile en suspension (MVS)	<b>37</b>
Conclusion générale	<b>41</b>
Les références	<b>43</b>
Les annexes	<b>48</b>
Résumé	<b>52</b>

## Liste des figures

La Figure	La page
Figure 1 : Schéma de principe de fonctionnement d'un épaisseur gravitaire	11
Figure 2 :Schéma de principe séchage des boues	12
Figure 3 :Carte la Situation géographique de Ouargla	17
Figure 4 :Situation géographique dela Station d'épuration	23
Figure 5 :Etapas de traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Ouargla.	25
Figure 6 : Bassin de sédimentation de la station.	26
Figure 7 : Mesure de l'épaisseur de la boue.	26
Figure 8 : Prélèvement et séchage de la boue.	27
Figure 9 : Echantillon de boue prélevé	28
Figure 10 :Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du 1er étage de lagunage aéré ; A2 et A3.	32
Figure 11 :Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du 2 <sup>ème</sup> étage de lagunage aéré ; B1 et B2.	33
Figure 12 :Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du lagunage de finition; F1 et F2.	34
Figure 13 :Siccité de la boue produite dans les bassins A3, B2 et F2 aux trois niveaux ; entrée, milieu et sortie.	36
Figure 14 :Matière volatile en suspension de la boue produite dans les bassins A3, B2 et F2 aux trois niveaux ; entrée, milieu et sortie	38

## Liste des tableaux

Le tableau	La page
Tableau 1: Production de boue dans chaque bassin	35



## Liste des abréviations

**pH**: potentiel d'hydrogène.

**MES** : matière en suspension.

**ONA** : Office national d'assainissement.

**EUE** : Eaux Usées Épurées.

**EU**: Eaux Usées.

**STEP** : Station technique d'épuration des eaux usées.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**DBO** : Demande biologique en oxygène.

**MO** : Matière organique.

**MM** : Matière minérale.

**EH** : Equivalent habitant.

**MS** : Matière sèche.

**MVS** : Matière volatil en suspension.

**CRSTRA** : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides.

**VT** : Volume total.

**V nette** : Volume nettes.

**IQNet**: The International Certification Network.

**ANRH**: Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**ASTM**: American Society for Testing Material.

**FTU**: Formazine Turbidity Unit.

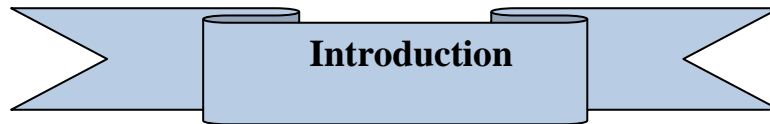
**JTU**: Jackson Turbidity Unit.

**NTU**: Nephelometric Turbidity Unit.



**Introduction**

**Générale**



L'eau est une ressource vitale et l'un des principaux facteurs de production agricole dans les zones désertiques. Elle est également nécessaire pour les activités industrielles, environnementales, et touristiques, car elle est considérée comme une ressource naturelle très limitée dans les régions aride et semi-aride, en raison de la rareté des précipitations enregistrées au cours de la dernière décennie et la demande croissante en eau de qualité augmentent également (**Tamrabet, 2011**).

Les eaux usées générées par diverses activités urbaines ne peuvent pas être rejetées telles quelles dans la nature, car elles contiennent de nombreux polluants minéraux organiques et en germes pathogènes. Rejeter ces eaux directement dans la nature peut provoquer des graves nuisances sanitaires et environnementales d'où vient la nécessité de traiter ces eaux (**ONA, 2013**). L'épuration des eaux usées avant leur rejet est donc indispensable pour réduire les quantités de polluants qu'elle contient.

Les stations d'épuration permettent de traiter les eaux usées produites par les activités domestiques et industrielles. Dans la station d'épuration de la ville de Ouargla, ce traitement consiste à réunir les eaux usées dans des bassins de sédimentation favorisant le développement des micro-organismes qui dégradent la pollution. Alors que les eaux traitées sont rejetées dans le milieu naturel (Sebkhet Safioune), les boues d'épuration constituent le principal déchet de ce traitement. Quoique plus de 10 ans se sont écoulés depuis que l'eau a été épurée, mais le processus de curage de la boue des bassins n'a pas encore commencé. Ceci pose le problème de l'accumulation de boues dans le fond des bassins, qui affecte négativement le processus du traitement.

En raison du manque d'informations portant sur le taux d'accumulation, la distribution des boues dans les bassins ainsi que les caractéristiques physico-chimiques de ces dernières ; la gestion des boues est non prise en compte.

Ce travail a pour objectifs l'étude de la distribution et la production des sédiments accumulés, d'une part, et, d'autre part, la détermination de leurs caractéristiques physiques.

## **Introduction**

---

Le présent mémoire est divisé en deux parties : étude théorique et étude expérimentale;

. La partie théorique subdivisée en deux chapitres dont : le premier chapitre présente des informations générales sur l'épuration des eaux usées et la gestion des boues et le deuxième chapitre comprend la présentation de la ville de Ouargla.

. La partie pratique : subdivisée en deux chapitres dont : le premier chapitre pour la description de la méthode de travail suivi et le deuxième chapitre comprend les résultats obtenus et leurs discussions.

Enfin, nous tirons une conclusion et nous proposons quelques perspectives.



**Première partie**

**Synthèse bibliographique**



**Chapitre 01**

**Boues d'épuration des  
eaux usées**



## **I. Epuration des eaux usées :**

### **I. 1/ Définition :**

- Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène , chargées de matières minérales et ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique.
- Les eaux usées sont toutes des eaux souillées, il a été utilisé dans une activité domestique ou industrielle, et il doit être redirigé par le réseau des eaux usées vers la station d'épuration pour être réutilisé, si possible.

### **I. 2/ Origine :**

Selon l'activité responsable de la production des eaux usées, on distingue ;

#### **I. 2.1/- Eaux usées domestiques :**

Elles comprennent les eaux usées provenant des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. C'est une eau ménagère, qui a pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc.

#### **I. 2. 2/- Eaux usées de ruissellement :**

Issues des eaux de pluie, notamment en période d'orage. L'eau de pluie ramasse des impuretés lorsqu'elle touche l'air (fumées industrielles), puis lorsqu'elle est mouillée, les déchets s'accumulent sur les toits et les routes des villes (huiles, carburants, déchets de pneus, métaux lourds) (**Vaillant, 1974**).

#### **I. 2. 3/- Eaux usées industrielles :**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et perturbent pas

le fonctionnement des stations d'épuration ou du milieu récepteur (**Baumontet al, 2002**).

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc (**Eddine, 1979**).

### **I. 2. 4/- Eaux usées agricoles :**

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dont certains présentent des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...) (**Richard, 1996**).

### **I. 3/ Traitement des eaux usées :**

#### **I. 3. 1/- Traitement technique :**

##### **a- Le prétraitement :**

##### **➤ Le dégrillage :**

Il s'agit d'éliminer de grandes dimensions qui se trouvent dans l'eau dégot brute (chiffons, matières plastiques, etc). Pour la protection de station de traitement (**Brame, 1986**).

##### **➤ Le dessablage :**

Après le dégrillage, il reste encore dans l'eau des fragments qui peuvent décanter facilement.

- éviter le colmatage des canalisations surtout si elles sont enterrées.
- protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axes de chaînes, rotors de sédimentation de centrifugeuses, pompes de relèvement.....) La technique du dessablage consiste à faire circuler l'eau

dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse constante de 0,3m/s quel que soit le débit. (Brame, 1986).

➤ **Le déshuilage /Dégraissage :**

Les eaux usées urbaines contiennent souvent des matières flottantes qui passent à travers les grilles (huiles, hydrocarbures, débris de graisse, etc.).

C'est une opération destinée à éliminer les graisses et les huiles présentes dans les eaux résiduaires (stations-services, abattoirs, industries alimentaires etc....). (Faby, 1997).

**b- Traitement primaire :**

C'est le traitement physico-chimique des eaux regroupe les opérations nécessaires pour éliminer :

- Les matières décantables, c'est le rôle de la décantation
- La turbidité (substances colloïdales) qui est traitée par coagulation- floculation appelée encore clarification (Faby, 1997).

**c- Traitement secondaire :**

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries. Ces traitements sont basés sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale ( $\text{NH}_3$  ...) et les matières constitutives de la DCO et de la DBO d'une part (aérobie), et à réduire d'autre part les molécules comportant de l'oxygène :  $\text{NO}_3$  (anoxie),  $\text{SO}_4$  et  $\text{CO}_2$  (anaérobie). Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble biodégradable et une partie de MES (Grosclaude, 1999).

**d- Traitement tertiaire :**

Ce traitement est complémentaire de traitement primaire et secondaire, qui joue le rôle de l'élimination de phosphore, l'azote et micro-organisme pathogène. Par deux méthodes :

- Adsorption

- désinfection.

(Grosclaude, 1999).

### **I. 3. 2/- Autre traitement :**

#### **I. 3. 2. 1. Le lagunage :**

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies impliquant un large éventail de microorganismes (essentiellement des algues et des bactéries) et d'algues microscopiques, ces derniers produisent l'oxygène nécessaire par leur photosynthèse. (Edline, 1996).

## II. Gestion des boues

### II.1- Définition :

Sont des résidus ou des sous-produits, séparés par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui le contiennent (**Cornu et al, 2001**).

Issus du traitement des eaux usées résiduaires urbaines (majoritairement domestiques) ou industrielles avant leur réintroduction dans le milieu naturel. (**Bianchini et al, 2015**).

### II.2- Types de boue:

Les boues résiduaires et d'épurations sont classées en fonction de la nature du traitement épuratoire qu'elles subissent.

1/- les boues primaires ; qui proviennent du traitement primaire des eaux usées par décantation,

2/- les boues biologiques, biomasse en excès provenant du traitement biologique secondaire. Elles sont aussi appelés boues secondaires ou boues activées.

3/- les boues mixtes, mélange de boues primaires et de boues biologiques. Elles proviennent de la totalité de la station.

4/- les boues physico-chimiques, provenant de la décantation après traitement avec un réactif pour éliminer les matières organiques qui n'ont pas pu être neutralisées lors du traitement primaire. (**Amorce, 2012**).

### II-3- Composition :

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année, du type de traitement et du conditionnement pratiqué dans la station d'épuration (**Valdecantos et al, 2011**). En générale, les éléments présents dans les boues sont :

#### II-3. 1/- Matière organique :

Les boues contiennent généralement autant de matière organique telle que fumier. Dans la concentration 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) (**Arlabosse, 2001**).

### **II-3. 2/- Éléments minéraux :**

D'une manière générale, les boues contiennent des quantités appréciables en éléments nutritifs. Les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en éléments nutritifs (azote, phosphore, magnésium, calcium et soufre).(**Arlabosse, 2001**).

### **II-4- Traitement des boues :**

L'objectif du traitement des boues est de réduire le volume des boues produites, mais également de les valoriser par :

- une réutilisation à des fins agricoles, permettant ainsi d'enrichir les sols sans recourir à des engrais chimiques.
- Réduire les risques la santé des plantes, des humains, et des animaux.
- Réduire la propriété des boues telles que les odeurs désagréables en stabilisant la teneur organique susceptible de fermentation ou de décomposition.
- réduire la teneur en agent pathogènes des boues pour une réutilisation en toute sécurité (**Abd al Wahed, 2019**).
- participer à la protection de l'environnement et au développement durable (**Ladjel et Abbou, 2016**).

La boue est traitée selon les étapes suivantes ;

#### **II-4. 1/- L'épaississement :**

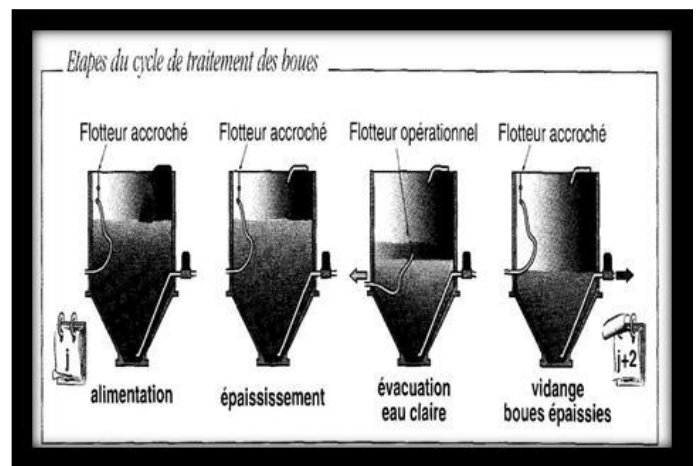
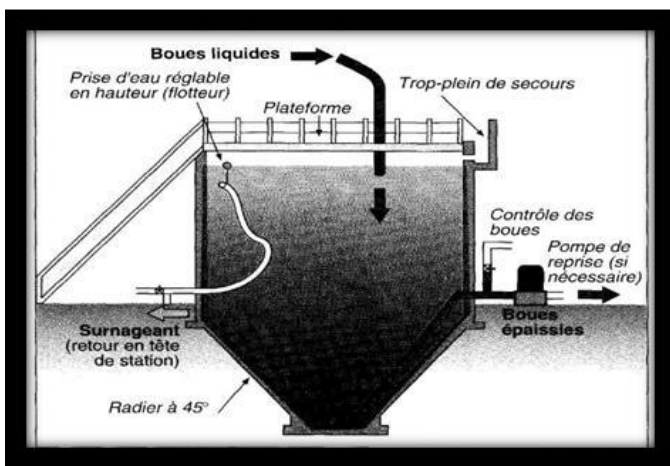
L'épaississement est généralement la première étape du traitement des boues. C'est un procédé simple, consommant peu d'énergie. Il sert principalement pour concentrer

les boues et augmenter leur siccité sans pour autant modifier leur caractère liquide. Ce qui permet de réduire le volume à traiter.

Une fois les boues épaissies, l'eau retirée est renvoyée en tête de la station afin d'éliminer la pollution dissoute (Gupta et Thakur, 2015)

Diverses méthodes sont utilisées pour épaissir les boues :

- Epaississement gravitaire : la décantation (ou sédimentation)
- Epaississement dynamique : - la flottation,
  - la centrifugation
  - un système de drainage (gilles et table d'égouttage)



**Figure 01:** Schéma de principe de fonctionnement d'un épaississeur gravitaire.(Amorce, 2012).

**II-4. 2/- Conditionnement :**

Le conditionnement a pour objectif de préparer les boues à la déshydratation (Gondek, 2009)

**II-4. 3/- Déshydratation :**

Elle correspond à une extraction d'un maximum d'eau des boues en augmentant leur siccité et en modifiant leur état physique : les boues passent de l'état liquide à l'état pâteux ou solide (Iddou et Ouali, 2008).

**II-4. 4/- Le séchage :**

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 (Philippe, 2013). Il ya plusieurs techniques de séchage :

#### II-4. 4. 1- Lit de séchage :

Le principe du lit de séchage est d'épandre des boues liquides sur une grande surface avec un lit constitué de graviers et de sable.

Cette technique présente l'inconvénient d'être tributaire du temps de séchage sont relativement longs et les coûts de main d'œuvre élevés (Ben Rebah et al, 2002).

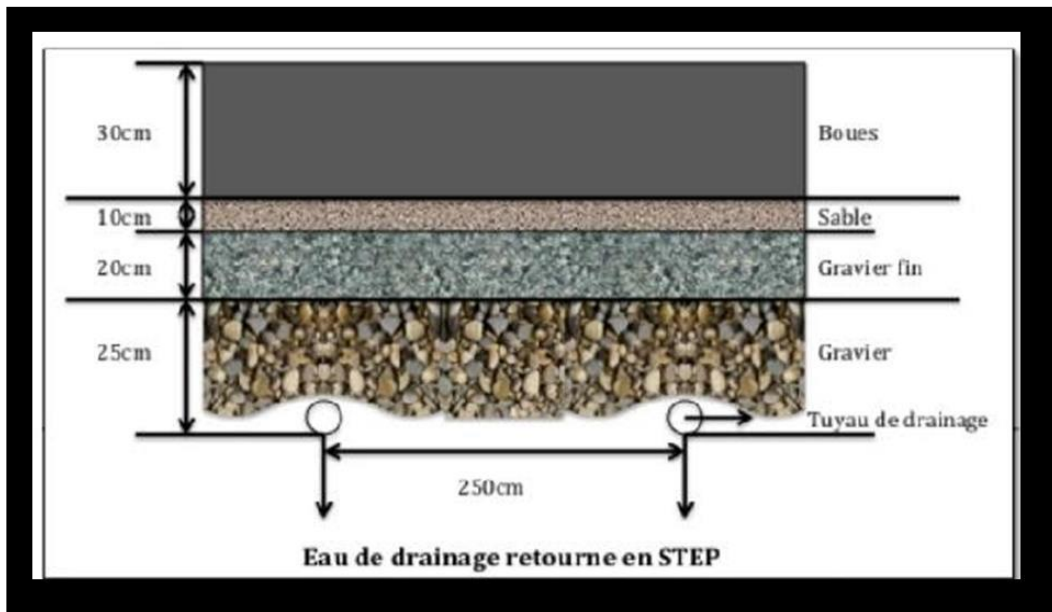


Figure 02 : schéma de principe séchage des boues (Amorce, 2012)

#### a. Séchage solaire :

Cette technique est très avantageuse car elle utilise une source d'énergie renouvelable le soleil, afin de diminuer le temps de séjour des boues et d'augmenter la siccité. De plus les boues sont hygiénisées par la chaleur.

Cependant cette technique a également des limites : sa performance dépend beaucoup du climat et une surface d'implantation grande (Fuentes et al, 2004).

#### b. Lit de sable :

Ce procédé est basé sur la simple propriété filtrante des sables, Pour éviter toute contamination des sols.



Ce processus est fait à travers l'impact des boues sur un lit de sable pour permettre l'absorption de l'eau. Ensuite intervient une évaporation qui augmente la siccité des boues jusqu'à 60% (**Gantzer et al, 2001**).

**c. Lagune de séchage :**

Le principe de cette technique est le même que pour le séchage sur lit de sable en absence de percolation. Doit être la profondeur de boue supérieure à 3 à 4 fois et la durée de la survie des boues de 1 à 3 ans avant curage (**Amorce, 2012**).

**II-4. 4. 2. Séchage thermique :**

Divisé en 2 deux :

**a. Séchage direct :**

C'est-à-dire que les boues sont au contact de la source chaude et que l'air est injecté directement pour permettre leur combustion. Il nécessite ensuite un traitement spécifique de cet air, chargé en polluants de toutes sortes. Les sècheurs directs ne peuvent généralement pas produire des boues de siccité supérieure à 70% à cause de risques d'inflammation ou d'explosion (**Amorce, 2012**).

**b. Séchage indirect :**

Qui est un séchage total. Les boues sont chauffées par un fluide caloporteur circulant dans des tuyaux parfaitement isolés. Les sècheurs indirects peuvent former, sans aucun danger, des boues de siccité supérieure à 90% et parfois même à 95% (**Amorce, 2012**).

**II-4. 5/- Stabilisation :**

**II-4.5.1.Le compostage :**

Le compostage est une dégradation par voie aérobie des éléments organiques fermentescibles des boues. Ce procédé conduit à la formation d'un produit, appelé compost, riche en matières humiques, mais également à des dégagements de gaz carbonique, d'ammoniaque, d'eau, d'azote et de chaleur. Il nécessite un apport en oxygène, en eau et en matières organiques, sources de carbone et d'azote, pour assurer une croissance suffisante des bactéries aérobies. Les matières organiques sont

dégradées en phases successives, ce qui permet de déterminer le degré de maturation du produit (Amorce, 2012).

#### **II-4.5.2. La méthanisation :**

Contrairement au compostage, la méthanisation est une fermentation de la matière organique des boues en l'absence d'oxygène (Amorce, 2012).

### **II-5. Destination finale des boues et contraintes afférentes**

Après avoir les différents traitements, les boues doivent être éliminées sans nuire à l'environnement l'élimination est réalisable selon deux grandes voies : l'incinération qui aboutit à une destruction complète de la boue et la mise en décharge contrôlée. Mais ces deux modes d'élimination ne devront être utilisés qu'en derniers recours, lorsque aucune valorisation agronomique (dans certaines condition) ou énergétique (par exemple : récupération de gaz méthane produit au cours de la digestion anaérobie) ou aucun recyclage des déchets (récupération des produits tels que la chaux ou le carbonate de calcium) est envisageable. (Ramdani, 2007).

#### **II-5.1 L'incinération :**

Elle consiste à transformer par oxydation, les constituant organiques des boues en composés stables et simples (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.) et également de vaporiser l'eau que les boues contiennent, il ne reste, après passage au four, que des cendres inertes ne contenant que les matières minérales présentes dans les boues au départ.

Ces cendres peuvent être utilisées dans la constitution de revêtements routiers, de produits stabilisateurs de sol ou de ciment. (Ramdani, 2007).

#### **II-5.2 La mise en décharge contrôlée :**

Permet par la mise en place des déchets dans le sol en tenant compte des principes d'hygiène et d'esthétique, de (maîtriser) en quelque sorte les phénomènes de fermentation et par conséquent d'éviter les nuisances.

La technique est dite l'avancement : c'est la décharge (feuilletée) ou les dépôts des couches successives sont compactées et nivelées avant couverture par des matériaux intercalaires inertes (appropriés) ou de la terre d'une épaisseur de 10 à 30 cm suivant la cohésion des matériaux et le soin apporté à leurs tassements, de sorte qu'il n'y a aucune pollution des eaux souterraines et de surface (**Ramdani, 2007**).



**Chapitre 02**

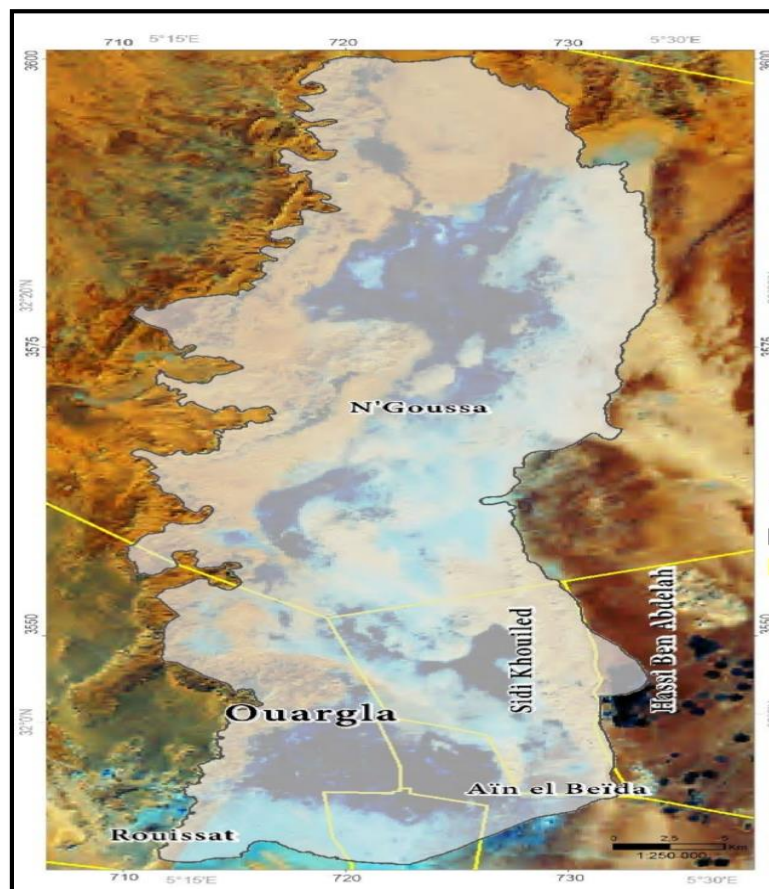
**Présentation de la ville  
d'Ouargla.**

## I. Situation géographique :

La wilaya d'Ouargla. Située au Sud-est de l'Algérie. La ville est à une distance de 800 km de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 163233km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Djelfa, Biskra, et El Oued (Ces frontières ont été modifiées selon le nouveau découpage administratif de Décembre 2021 en Djelfa, Touggourt, El Meghaier et El Oued).
- Au Sud par la wilaya d'Illizi et Tamanrasset.
- À l'Est par la Tunisie.
- À l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa (**Bonnard et Gardel, 2003**).

Se situe dans le désert nord-est de l'Algérie "Bas-Sahara" près de la ville de Ouargla, 31° 54' à 32° 10' N et 5° 27' E, avec une altitude moyenne de 134 m.



**Figure 03 :** Carte de la situation géographique de Ouargla(Slimani, 2016).

## **II. Géomorphologie :**

La cuvette de Ouargla correspond à la basse vallée fossile datant du quaternaire de l'oued Mya qui descend en pente douce (1%) du plateau de Tadmaït et se termine à 20 kilomètres au nord de Ouargla.

Les principaux ensembles paysagiques de la cuvette d'Ouargla sont les hamadas, les glacis, les sebkhas et chotts, et les dunes de sable. Le relief d'Ouargla est constitué de roches sédimentaires et des alluvions et colluvions issus de ces dernières (**Ramdani, 2007**).

## **III. Ressources hydriques :**

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. Vers le Nord-est, le lit de l'oued M'ya s'étend sur plus de 19.800 km<sup>2</sup>. Il se jette dans le chott Melrhir actuel, sa longueur devait atteindre 900 km. Il existe d'autres oueds moins importants que l'Oued Mya, ce sont l'Oued N'Sa et l'Oued M'Zab qui sont coulent encore de nos jours (**Idder, 2007**).

## **IV. Pédologie :**

On note la présence d'une couche superficielle, de 0,4 m d'épaisseur constituée de sable gypseux en voie de grésification. En dessous apparaît un horizon de sable fin gypseux de 0,5 m d'épaisseur en moyenne. Certaines fouilles ont mis en évidence la présence de sable vasard à environ 1,5 m de profondeur.

A partir de 0,9 m de profondeur, le sol est constitué d'une couche argilo-limoneuse marron avec une présence importante de cristaux de gypse.

Ce matériau serait peu perméable (**IQNet, 2003**).

## **V. Caractéristiques climatiques :**

La région d'Ouargla est caractérisée par un climat de type saharien avec des températures élevées, une faible pluviométrie et une forte évaporation ;

. Les précipitations moyennes annuelles sont de 43 mm, janvier est le mois le plus pluvieux (9mm) et août le plus sec (1 mm).

. La température moyenne mensuelle du mois le plus chaud est de 35°C en juillet et celle du mois le plus froid est de 9°C en janvier.

. L'évaporation est très élevée. Elle est en moyenne de 110 mm au mois de janvier et de 350 mm au mois de juillet, soit environ 2 100 mm annuellement. (IQNet, 2003).

## **VI. Population :**

L'agglomération d'Ouargla comprend les communes d'Ouargla, Rouissat et Aïn Beïda. En 2001, la population est estimée à près de 173 000 habitants se répartissant entre Ouargla 69%, Aïn Beïda, 9% et Rouissat, 22% (tableau 2). La ville d'Ouargla s'est développée rapidement sur les quinze dernières années suite au développement des activités pétrolières dans la région. Ouargla, capitale régionale constitue un nœud de développement administratif, universitaire et économique. Le taux d'accroissement de la population entre 1987 et 1998 est de 3,7 % pour Ouargla, 3,8% pour AïnBeïda et 6,3% pour Rouissat. Ces taux d'accroissement sont relativement élevés et attestent de la dynamique de développement de la ville d'Ouargla autour du secteur tertiaire. Le plan directeur d'assainissement prévoit une population de près de 400 000 habitants en 2030 (IQNet, 2003).

## **VII. Gestion des eaux usées dans la ville d'Ouargla :**

Pour la gestion logique des systèmes des eaux usées épurées de l'agglomération de Ouargla résultant de l'augmentation des débits d'eau exploitée après usage qu'a engendré inévitablement dans le contexte fragile de l'état de Ouargla , le phénomène des excédent d'eau, la montée des eaux de surface et dont conséquences néfastes pour l'oasis telles que la détérioration et le déclin des palmeraies ou la salinisation excessive des sols . La structure concernée a piloté (ONA of Ouargla) un programme qui planifie et gère toutes les actions assurant l'élimination de l'eau usée épurée, soit en le rejetant au niveau du milieu récepteur, soit en le réutilisant pour l'irrigation.

Le programme susvisé fait partie intégrante du projet d'assainissement d'Oued Ouargla, car il comprend les actions suivantes :

- ❖ Le maintien du rejet de l'agglomération et la protection de l'environnement par la suppression de rejet des effluents bruts dans le milieu naturel.
- ❖ La suppression des nuisances et des risques de contamination au niveau des zones urbanisées par l'acheminement des rejets des EUE vers un site plus éloigné et plus étendu.
- ❖ Le maintien d'une possibilité de réutilisation des EUE pour préserver les ressources hydriques de la cuvette, ressources considérées comme très peu renouvelables. **(Idder et al,2014)**





**Deuxième partie**

**Etude expérimentale**



**Chapitre 01**

**Matériel et méthodes**

## Chapitre 01 : Matériel et Méthodes.

L'objectif de cette étude est l'étude de l'accumulation et la distribution des sédiments de la boue, issue de la station d'épuration des eaux usées à Ouargla afin de déterminer des caractéristiques physico-chimiques ainsi que les variations horizontale et verticale des caractéristiques des sédiments accumulés.

Ce chapitre étalera donc le matériel et la démarche utilisés dans la réalisation de cet objectif.

### I. Description du site expérimental

#### I.1. Localisation géographique

La station d'épuration de Said Otba a été mise en service en 2008, elle a été réalisée par la société allemande **Dywidag** pour le compte de l'Office national de l'assainissement (ONA). Elle se situe au Nord-est de la ville d'Ouargla entre les deux branches du canal de drainage dans la région de Said Otba au nord de la Route nationale N°49 (Figure 4). La capacité totale de la STEP est de 400000 EH qui pourra atteinte en 2030(ONA, 2013).

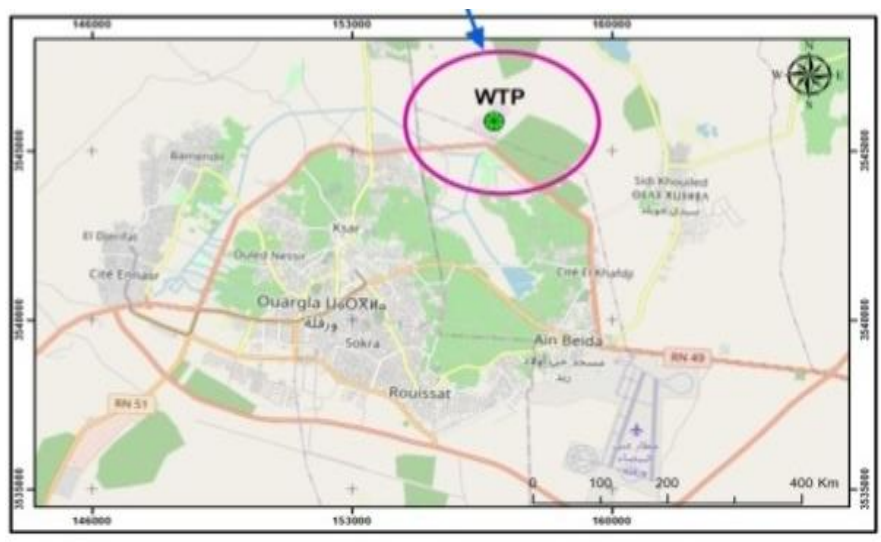


Figure 04 : Situation géographique de la Station d'épuration d'Ouargla

L'objectif principal de la réalisation de cette station est la lutte contre la remonté des eaux (ONA, 2018).

## **I.2 Le mécanisme de l'épuration**

### **I. 2. 1 Filière eau**

Le débit admis au traitement suit la filière suivante :

#### **a. Prétraitement**

Par dégazage, dégrillage mécanisé et dessablage

#### **b. Traitement biologique**

La filière biologique comprend :

- Premier étage de lagunage aéré.
- Deuxième étage de lagunage aéré.
- Lagunage de finition.

### **I. 2. 2 Filière boue**

- Curage mécanique par pompage des boues en excès.
- Déshydratation des boues sur lits de séchage.(ONA, 2018).

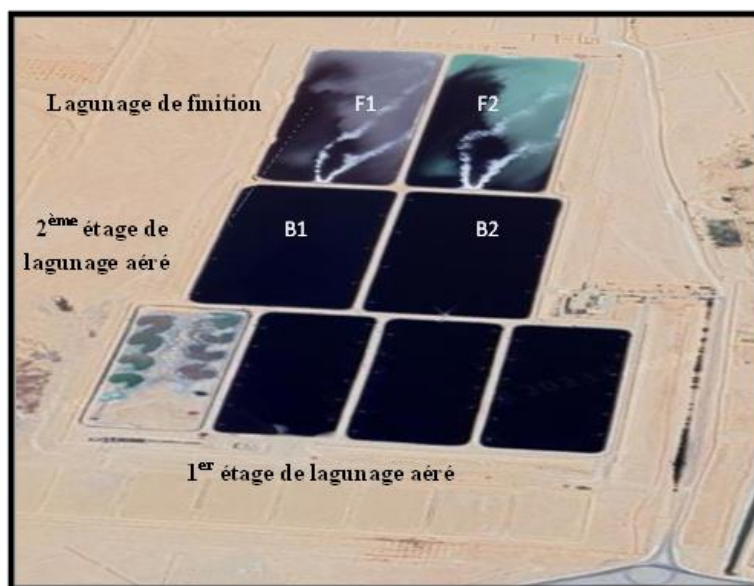


**Figure 05 :** Etapes de traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Ouargla (ONA, 2018).

## II. Démarche de l'étude

### II. 1. Mesure de l'épaisseur et l'accumulation des sédiments

Selon le niveau de lagunage et la durée de fonctionnement de chaque bassin, nous avons sélectionnés six bassins- parmi huit- à étudier ; A2, A3, B1, B2, F1 et F2 (Figure 06).



**Figure 06** : Bassins de sédimentation de la station d'épuration d'Ouargla

La mesure de l'épaisseur de la boue accumulée au fond de chaque bassin a été effectuée par mesure directe au moyen d'une perche de 3.5 mètre de long avec l'utilisation d'une corde pour faciliter la navigation transversale du bateau et la détermination des coordonnées de chaque point de mesure.



**Figure 07** : Mesure de l'épaisseur de la boue.

Les profils tridimensionnels de surface ont été reconstitués avec le logiciel Surfer Version 19, l'estimation du volume total de boue dans chaque bassin a été également réalisée avec ce logiciel.



## II. 2. Caractérisation des sédiments

Afin d'étudier les variations horizontales des concentrations en matière sèche (MS) et matière volatile en suspension (MVS), des échantillons de sédiments ont été prélevés à différents parties ; entrée, milieu et sortie des bassins. Les prélèvements ont été réalisés au niveau les bassins A2, B2 et F2 qui renferment la quantité la plus importante de boue dans chaque étage de lagunage (Figure 06).

### II. 2. 1.Échantillonnage

Neuf échantillons de boue ont été prélevés ; 3 échantillons à chaque niveau de lagunage, qui ont été dirigés directement vers le lit de séchage(Figure 08).

Après un mois de séchage, les échantillons ont été transportés directement au laboratoire dans des bocaux hermétiquement fermés au laboratoire pour la réalisation des analyses nécessaires.



**Figure 08 :** Prélèvement et séchage de la boue.

La boue étudiée est le produit de l'épuration biologique des eaux usées donc est une boue biologique, elle a une forme solide avec une couleur grise et odeur nauséabonde (Figure 09).



**Figure 09:**Echantillon de boue prélevé

## **II. 2. 2 Les paramètres analysés :**

Les analyses physicochimiques de la boue ont été réalisées au laboratoire du centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA) de Touggourt.

### **. Préparation de l'échantillon**

Les échantillons ont été broyés avec un mortier puis tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm. Les poudres obtenues sont utilisées pour les analyses physiques.

### **a. Analyses physiques**

#### **. Détermination de la siccité**

La siccité est le pourcentage massique de matière sèche. Elle s'exprime en général en pourcentage de la masse totale (**Gabert, 2018**).

La consistance de la boue est un critère essentiel lorsqu'on envisage le devenir des boues et leur manipulation. En effet, le stockage, l'homogénéisation, la manutention, l'épandage agricole, dépendent de la consistance de la boue (**Rejsek, 2002**).

Dans ce travail, la siccité de la boue a été déterminée selon le protocole mentionné par (**Gabert, 2018**).

#### **. Détermination du pourcentage de matières volatiles en suspension (MVS%)**



Une boue est constituée d'eau et de matières particulaires ou matières en suspension (MES). Ces MES sont composées de matières minérales mais aussi de matières organiques susceptibles de fermenter en absence d'oxygène. Déterminer le pouvoir fermentescible d'une boue revient donc à déterminer sa concentration en matières organiques (**Rejsek, 2002**).

**Principe :**

L'échantillon initial ou le résidu de matière solide totale est brûlé dans un four à 550°C.

La détermination du pourcentage de matières volatiles en suspension de la boue étudiée a été réalisée selon la méthode mentionnée par (**Gabert, 2018**).



**Chapitre 02**

**Résultats et discussion.**

**Chapitre 02 : Résultats et discussion**

Le présent chapitre est consacré aux résultats obtenus et leur discussion. L'épaisseur, la distribution et les caractéristiques physiques de la boue produite par la station d'épuration d'Ouargla sont détaillés.

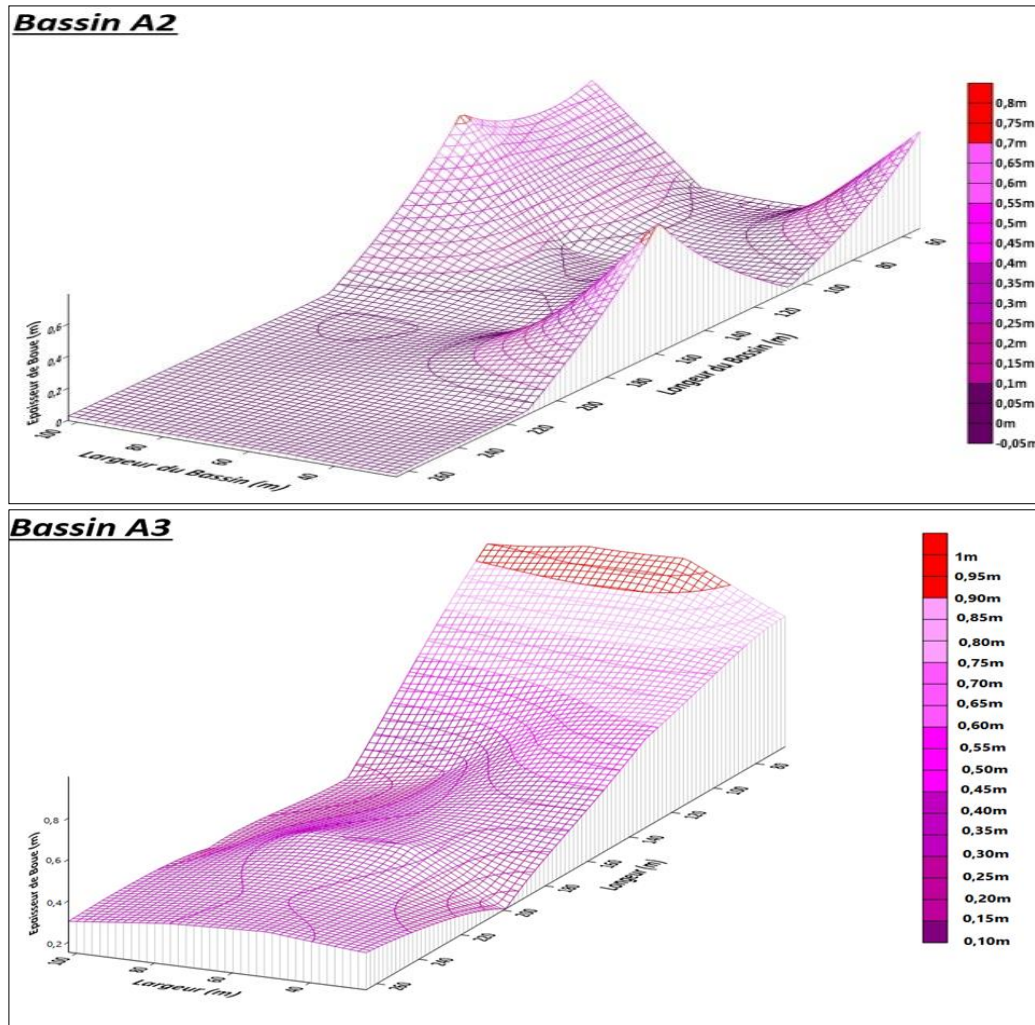
**I. Accumulation de la boue:**

Il y a 6 bassins répartis sur 3 étages de lagunage aéré :

**I. 1. 1<sup>er</sup> étage de lagunage aéré :** Représenté par les bassins A2 et A3.

Selon la Figure 10, au niveau les deux bassins A2 et A3, la distribution des sédiments est hétérogène. L'épaisseur des sédiments dans le bassin A2 varie entre 0.01 et 0.8m et dans le bassin A3 entre 0.15 et 0,99 m.

L'épaisseur maximale des sédiments a été enregistré aux entrées des deux bassins mais dans le bassin A2, elle forme deux cônes cumulatifs sur les côtés droit et gauche, alors qu'elle se rassemble dans le deuxième bassin sous la forme d'une masse unique.



**Figure 10 :** Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du 1<sup>er</sup> étage de lagunage aéré ; A2 et A3.

**I. 2. 2ème étage de lagunage aéré :** Représenté par les bassins B1 et B2.

Dans les bassins de cet étage (Figure 11), la distribution des sédiments est différente ; elle est loin d'être homogène dans le bassin B1 et presque homogène dans le bassin B2.

L'épaisseur des sédiments dans le bassin B1 oscille entre 0.0001 et 0.15m et dans le bassin B2 entre 0.01 et 0,74m.

Dans le bassin B1, les sédiments se répartissent sous la forme d'une couche très mince qui recouvre toutes les parties du fond, à l'exception du côté gauche de l'entrée du bassin, où ils se rassemblent sous la forme d'un cône dans le coin.

Dans le bassin B2, les sédiments sont répartis régulièrement sous la forme d'une couche d'environ 0,4 m d'épaisseur recouvrant toutes les parties du fond, avec la présence de points où les sédiments se rassemblent sous la forme de crêtes d'une épaisseur supérieure à 0,6 m, qui sont réparties dans tout le bassin.

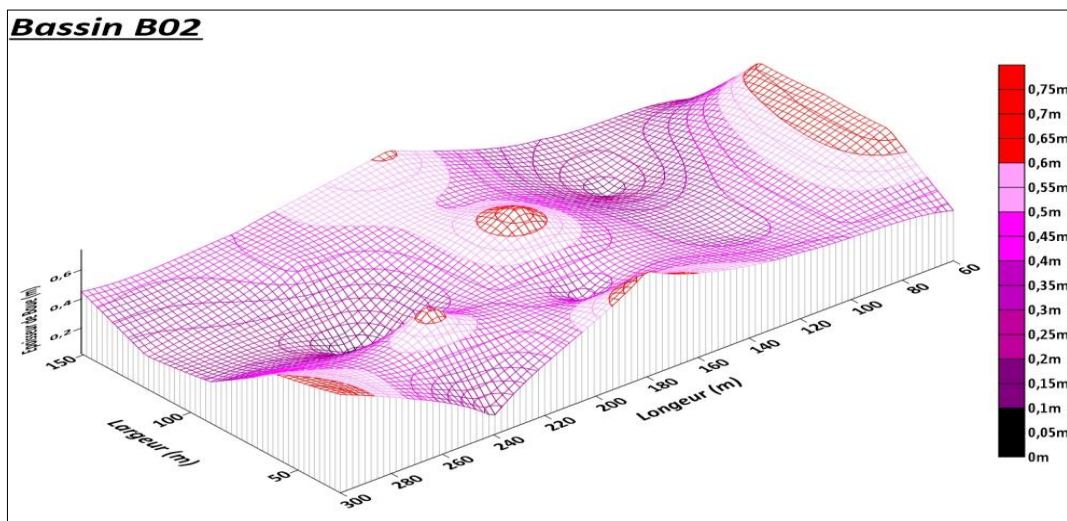
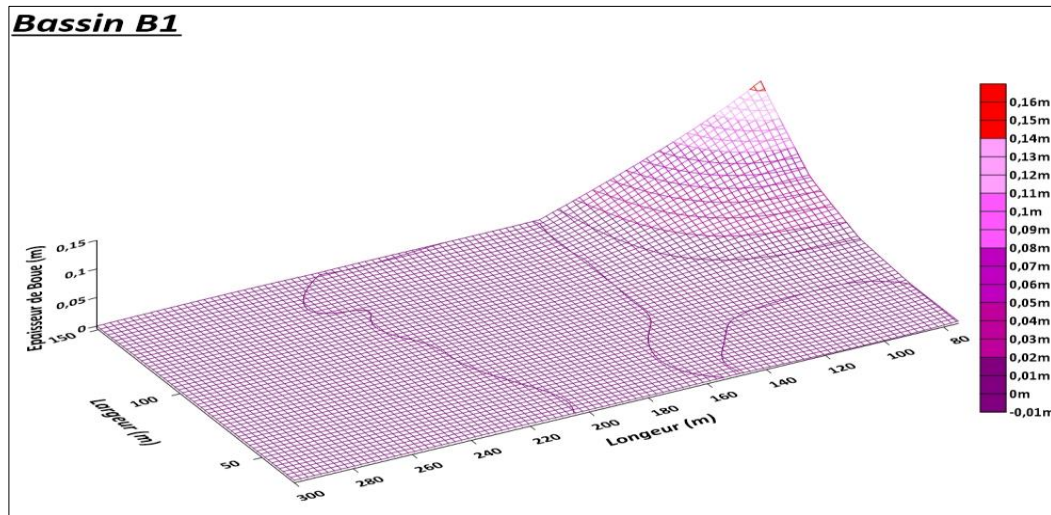


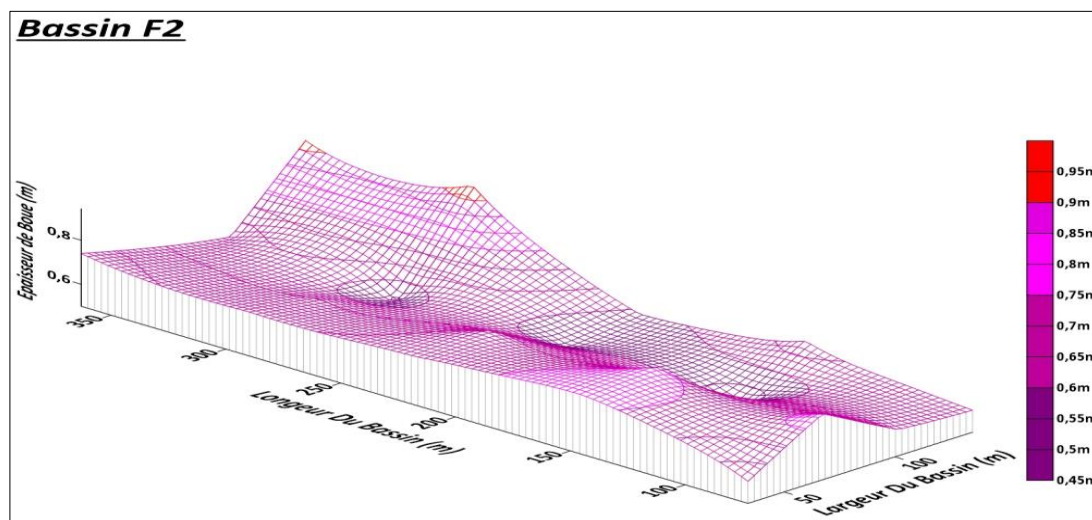
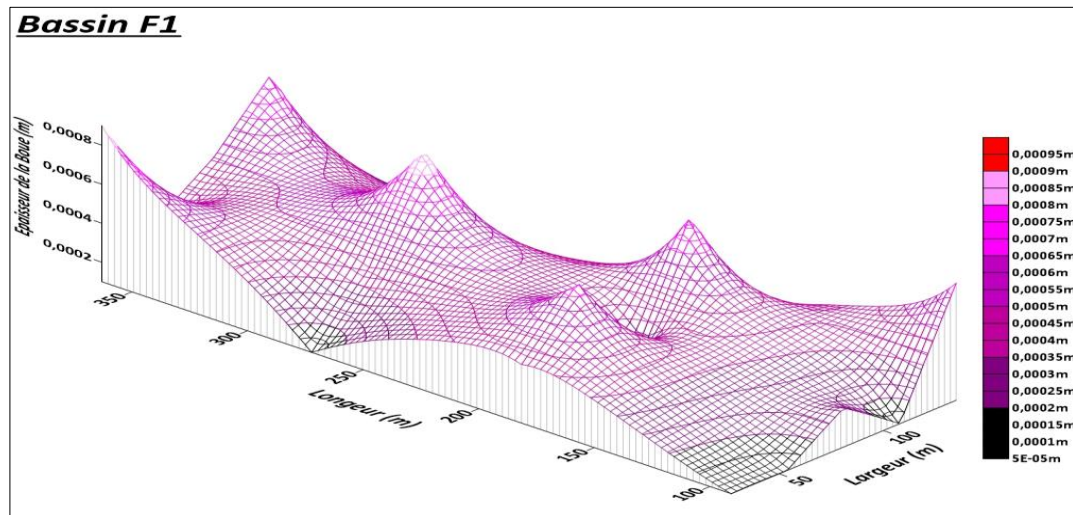
Figure 11 : Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du 2<sup>ème</sup> étage de lagunage aéré ; B1 et B2.

**I. 3. Lagunage de finition :** Représenté par les bassins F1 et F2.

Les deux bassins de finition sont caractérisés par des sédiments distribués d'une façon hétérogène. L'épaisseur des sédiments dans le bassin F1 varie entre 0.0001 et 0.0009 m et dans le bassin F2 entre 0.49 et 0,94 m.

Dans le bassin F1, les sédiments décantés s'organisent sous forme une couche d'épaisseur très variable, entrecoupée par des points où l'épaisseur augmente sous forme des cônes.

Dans le bassin F2, l'épaisseur maximale des sédiments a été enregistrée à droite de l'entrée du bassin.



**Figure 12 :** Distribution spatiale des sédiments au niveau des deux bassins du lagunage de finition ; F1 et F2.

En général la distribution spatiale des sédiments hétérogène peut expliquer par l'aération automatique des lagunes au cours du traitement des eaux.

Dans ce contexte, **Racault (1997)** a montré que l'accumulation des dépôts dans les bassins est irrégulière. Quelle que soit la forme des bassins, il existe trois zones où les

dépôts sont plus importants : en entrée et en sortie et selon une bande le long des berges. Dans ces zones où les vitesses d'écoulement plus faible permettent une sédimentation importante.

**II. Production des boues :**

Pour l'évaluation de la production de boue dans la station d'épuration d'Ouargla, le volume et le taux d'accumulation des sédiments ont été calculés dans les 6 bassins étudiés, les résultats sont présentés dans le tableau 01.

A partir ce tableau, le volume des sédiments maximal enregistré au niveau le bassin F2 qui a été estimé à 519813.37 m<sup>3</sup> et le minimal au niveau le bassin F1 qui a été estimé à 512.02 m<sup>3</sup>, les deux bassins situés au même niveau de lagunage ; lagunage de finition, la grande différence enregistrée est liée au nombre des moins de fonctionnement de chaque bassin et de leur taux de remplissage en eaux usées.

Les taux annuels d'accumulation varient entre 0,13 et 98cm par an. Ces taux calculés sur les bassins A2, A3, B1, B2, F1 et F2 sont respectivement 2,53, 3,52, 1,66 , 79,86, 0,13 et 98 cm par an et la valeur moyenne calculée sur toute la station est de 30,95 cm par an. Ces résultats sont significativement plus que ceux obtenus par **Keffala et al (2011)** qui ont enregistré une valeur moyenne de 2,61 cm par an.

**Tableau 01 :** Production de boue dans chaque bassin (Vt : volume total de chaque bassin, Vnet : volume des sédiments calculé par le logiciel Surfer).

Les bassins	Vt (m <sup>3</sup> )	V net (m <sup>3</sup> )	Taux de remplissage (%)	Nombre des moins de fonctionnement	Taux d'accumulation
					cm/an
<b>A2</b>	85 200	1959.11	2.299	72	2,53
<b>A3</b>	85 200	7053.78	8.279	168	3,52
<b>B1</b>	113 600	189.38	0.166	156	1,66
<b>B2</b>	113 600	12655.75	11.14	168	79,86
<b>F1</b>	74 027	12.02	0.016	72	0,13
<b>F2</b>	74 027	19813.37	26.748	168	98
<b>Total</b>	460 454	41683,41	/	/	/

Le tableau indique également le pourcentage de remplissage de chaque bassin par les sédiments, cette valeur montre que la boue produite occupe un très faible pourcentage

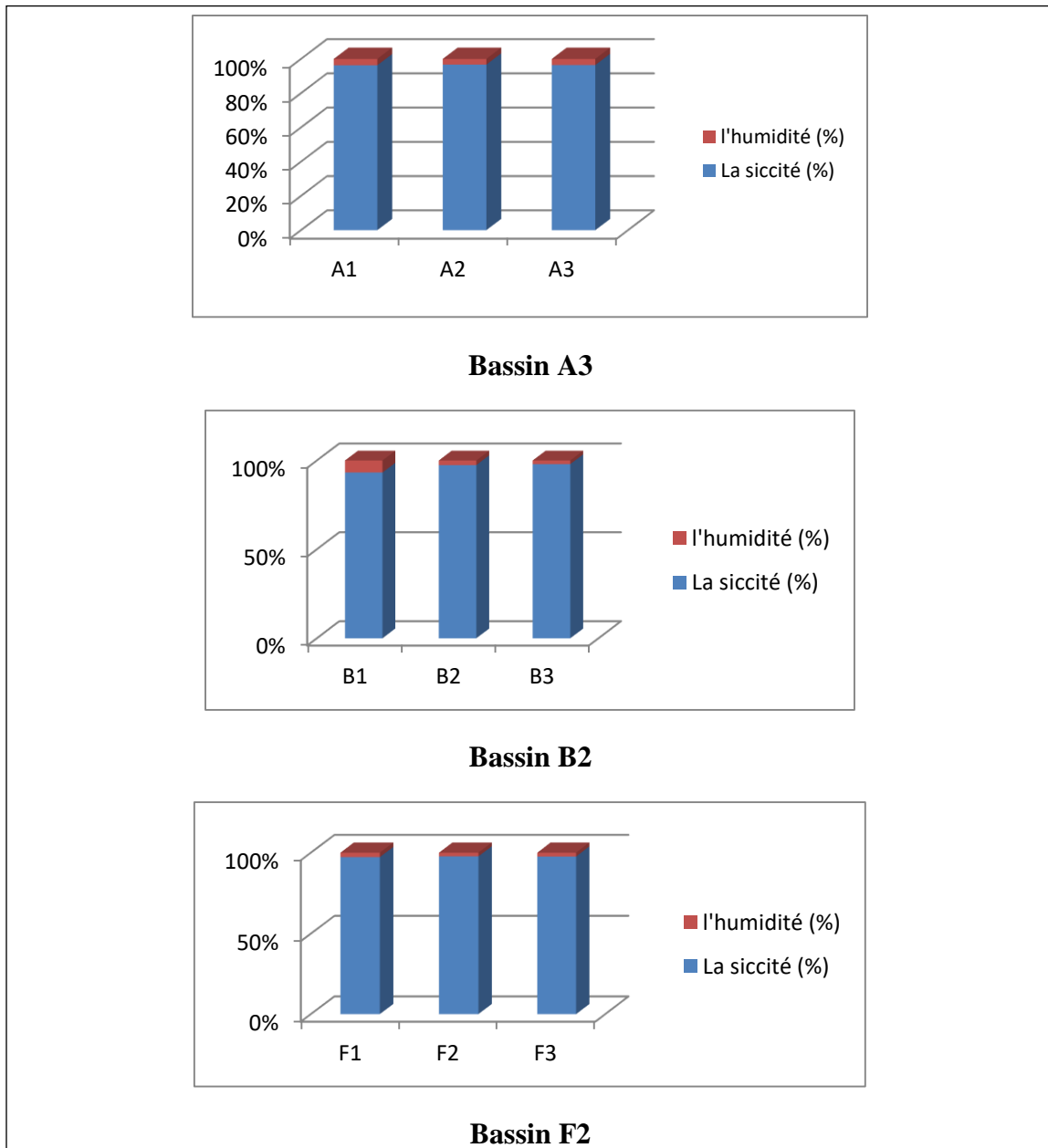


du volume total du bassin, à l'exception du deuxième bassin, où sa proportion était proche du tiers (26,74%).

**III. Caractéristiques physiques des sédiments :**

**III. 1 Siccité :**

La Figure 13 représente les valeurs de la siccité des boues mesurées dans les trois niveaux ; entré, milieu et sortie, dans les bassins A3, B2 et F2.



**Figure 13 :** Siccité de la boue produite dans les bassins A3, B2 et F2 aux trois niveaux ; entrée, milieu et sortie.



On remarque que, la boue produite par les trois bassins étudiés se caractérise par une siccité très élevée ; supérieure à 96% dans les trois niveaux du bassin A3, supérieure à 97% au milieu et sortie du bassin B2 mais dans l'entrés elle est 93% et supérieure à 97% dans les trois niveaux du bassin F2.

Selon le tableau réalisé par **Rejsek (2002)**, qui détermine la consistance de la boue en fonction de sa siccité, la boue de la station d'épuration d'Ouargla est sèche. Cette grande consistance peut expliquer par l'efficacité du procédé de séchage – séchage solaire – appliqué au niveau de la station.

Les valeurs obtenues dans notre étude sont bien supérieures à ceux de l'étude réalisée par **Carre et Welte (1986)** sur la boue produite par lagunage naturel en France ; une siccité enregistrée est très faible qui était estimée à 17.4%.

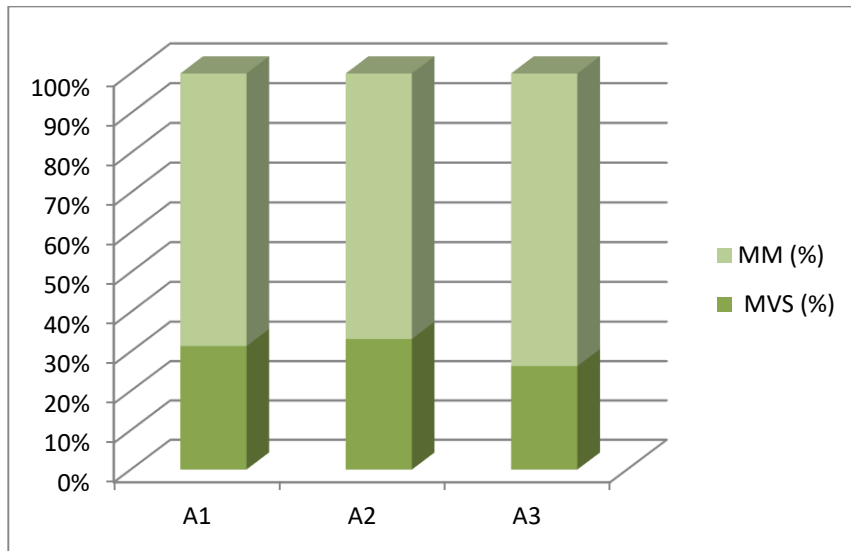
Suivant **Ait Youns et Azouzi (2012)**, la siccité est considérée comme un élément important et positif elle permet à :

- La réduction de la masse et le volume des boues.
- L'accès large aux filières agronomique (valorisation comme amendement agricoles).
- Facilité d'inhumation. Que plus les boues sont humides, plus elles représentent un milieu de développement et de croissance des micro- organismes, elles causent la propagation d'odeurs désagréables et la pollution des sols, contaminant ainsi les racines des plantes.

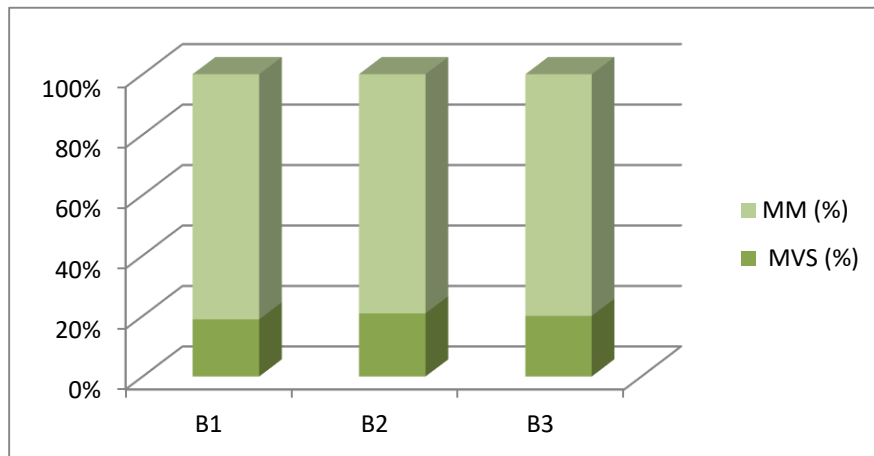
### **III. 2 Matière volatile en suspension (MVS) :**

L'analyse de la figure 14 montre que le pourcentage de la matière organique (MVS) dans les trois bassins étudiés est inférieur à 34%, les valeurs maximales ont été enregistré dans le bassin A3- varie entre 33,26 et 26,3%, cette valeur diminue avec le niveau de lagunage jusqu'au lagunage de finition présenté par le bassin F2 où nous avons enregistré 6,61%.

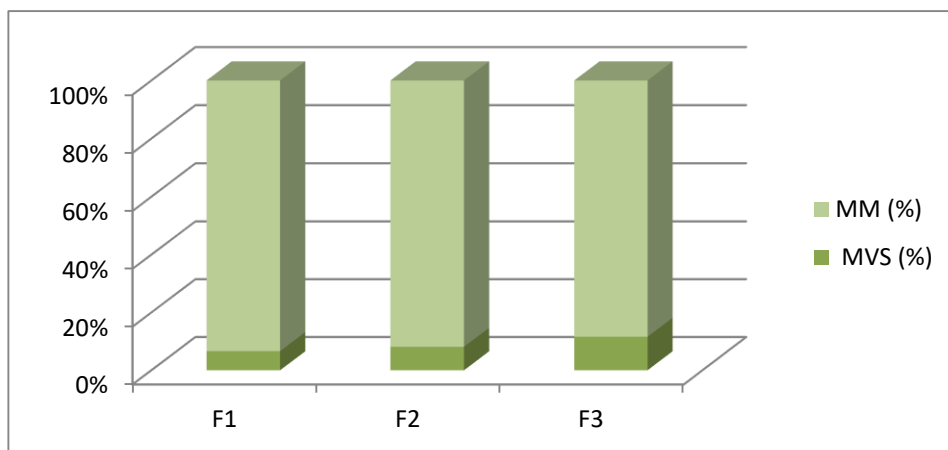
La concentration en matière organique dans cette boue est inférieure à celle trouvé par **Zanotelli et al (2005)** qui était estimée à **56%**.



Bassin A3



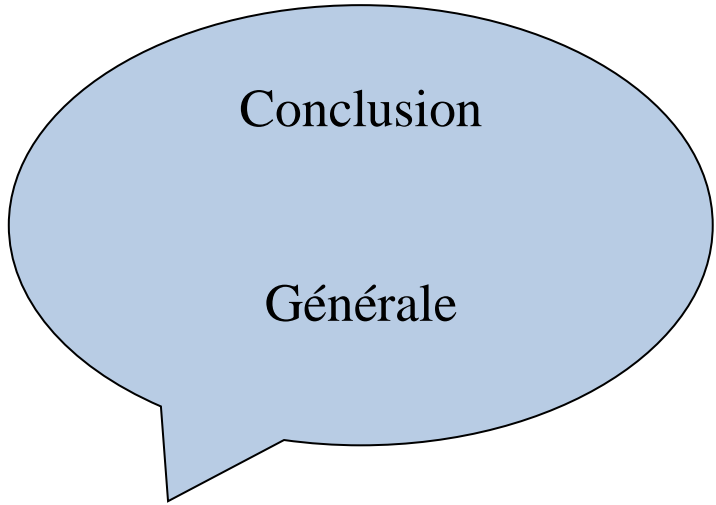
Bassin B2



Bassin F2

Figure 14 :Matière volatile en suspension de la boue produite dans les bassins A3, B2 et F2 aux trois niveaux ; entrée, milieu et sortie.

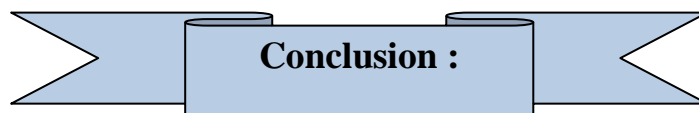
Selon **Rejsek (2002)**, ces faibles valeurs montrent que la boue sèche produite par la station d'épuration de Ouargla est peu fermentescible (Stable), Cela peut s'expliquer par l'aération de la boue pendant la période d'assèchement dans le lit de séchage au cours de laquelle les micro-organismes aérobies dégradent les matières organiques existantes librement ou stockées dans la biomasse. C'est un procédé de stabilisation des boues appelé stabilisation par digestion aérobie.



Conclusion

Générale

## Conclusion Générale



Depuis 2008, l'épuration des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'Ouargla se fait par lagunage aéré. À partir de cette année les boues s'accumulent au niveau des bassins de la sédimentation et leur volume s'augmente avec le temps. Dans les dernières années, il y a des essais de curage des bassins et de séchage des boues pour les caractériser.

Cette étude avait donc pour l'objet la détermination des caractéristiques physico-chimiques ainsi que les variations horizontale des caractéristiques des sédiments accumulés.

A partir de logiciel Surfer Version 19 a été obtenu des profils tridimensionnels de surface qui fournit des résultats représentés dans le bassin B2 qui contient le plus de boues sédimentées qui était estimée à 0.6 m.

Les analyses physico-chimique sont effectuées sur la boue biologique sèche pour la détermination des paramètres suivants : la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la matière en suspension (MES) et matière volatile (MV). Les variations verticales et horizontales : matière sèche (MS), matière volatile en suspension (MVS).

Le résultat obtenu montre que cette boue est caractérisée par :

- Une siccité très élevée qui était estimée à 97 %, elle considérée comme un élément important et positif dans la valorisation agricole.
- Une matière volatile en suspension approximativement faible, elle contient 30 % qui permettent d'améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol dans la valorisation agricole.

Nous concluons des résultats de notre étude et par rapport à l'étude précédente l'Oued que le pourcentage de siccité des boues est élevé, estimé à 97%, et le pourcentage de matières volatile en suspension est faible, estimé à 30%, et c'est une indication que la boue est de bonne qualité.

## Conclusion Générale

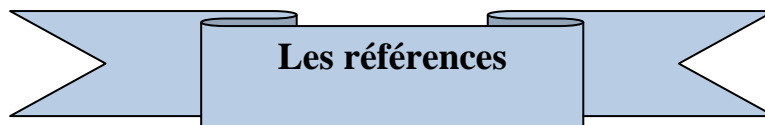
Nous souhaiterions mettre l'accent sur quelques points essentiels et sur les difficultés auxquelles nous pour suggérer les résultats suivants :

- 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 éléments traces et métallique, 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.



Références

Bibliographies



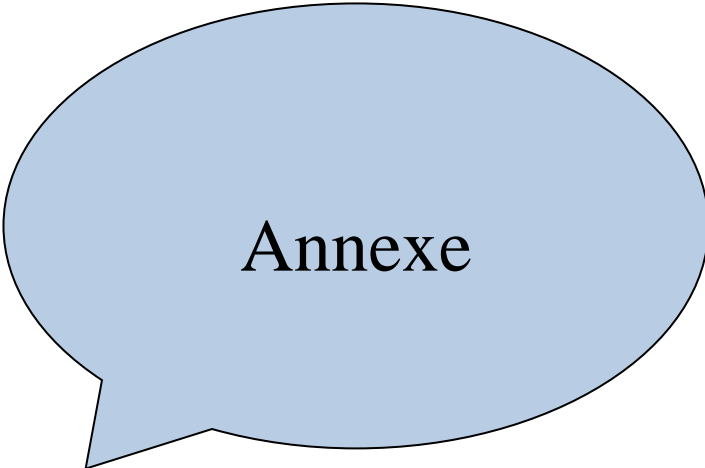
## Les références

1. **Abd Al Wahed AlHallaq, Z., 2019.** Modification des propriétés.
2. **Amorce., 2012.** Boues de Station d'Épuration : Techniques de traitement, valorisation et élimination-DT 51, p5-9,13-18.
3. **Ait Youns, O et Azouzi, M., 2012 .** Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech .Université Cadi Ayyad. Maroc.
4. **Arlabosse, P., 2001.** Étude des procédés de séchage des boues urbaines et industrielles, p188.
5. **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A., 2004.** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
6. **Ben Rebah F, Tyagi R. D, Prévost D., 2002.** Wastewater sludge as a substrate for growth and carrier for rhizobia: the effect of storage conditions on survival of *Sinorhizobium meliloti*. *Bioresource Technology*, p 83, 145-151.
7. **Bianchini, A. Bonfiglioli, L. Pellegrini, M et Saccani, C., 2015.** Sewage sludge drying process integration with a waste-to-energy power plant. *Waste Management*, p42, 159-165.
8. **Bonard et Gardel., 2003.** 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, p109.
9. **Brame, V., 1986.** Les procédés physico-chimiques d'épuration des eaux usées urbaine. Série de document techniques A.F.E.E.(France).
10. **Carre, J. et Welte, B., 1986.** Spéciation des métaux lourds présents dans les boues d'un bassin de lagunage naturel. *Environ. Technol. Let.*, 7, 351-362.
11. **Cornu S, Neal C, Ambrosi J. P, Whitehead P, Neal M, Sigolo J et Vachier P., 2001.** The environmental impact of heavy metals from sewage sludge in ferralsols Sao Paulo, Brazil. *The Science of the Total Environment*, p271, 27-48.
12. **Edline, F., 1979.** L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
13. **Edline, F., 1996.** L'épuration physico-chimique des eaux. 3eme édition. Ed. CEBEDOC, Paris, 283p.



14. **Faby, J, A.Brissaud, F., 1997.** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 pages.
15. **Fuentes A, Lloréns M, Sáez J, Soler A, Aguilar M. I, Ortuno J. F et Meseguer V. F., 2004.** Simple and sequential extractions of heavy metals from different sewage sludges. *Chemosphere*, p54, 1039-1047.
16. **Gabert J., 2018.** Mémento de l'assainissement, Mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adopté, Editions du GRET, France, 789-793.
17. **Gantzer C, Gaspard P, Galvez L, Huyard A, Dumouthier N et Schwartzbrod J., 2001.** Monitoring of bacterial and parasitological contamination during various treatment of Sludge. *Water Research*, p35 (16), 3763-3770.
18. **Gondek K., 2009.** Zinc Content in Maize (*Zea mays* L.) and Soils Fertilized with Sewage Sludge and Sewage Sludge Mixed with Peat. *Polish Journal of Environmental Studies*, p18(3), 359- 368.
19. **GROSCLAUDE, G., 1999.** L'eau milieu naturel et maîtrise. Ed INRA, Paris 1999 Tome I.
20. **Gupta, A et Thakur, I. S., 2015.** Biodegradation of wastewater organic contaminants using *Serratia* sp. ISTVKR1 isolated from sewage sludge. *Biochemical Engineering Journal*, p102, 115-124.
21. **IDDER T., 2007.** Le problème des excédents hydriques à Ouargla, situation actuelle et perspectives d'amélioration. Article scientifique, *Sécheresse*, n°3 vol 18, p161-167.
22. **Iddou A, Ouali M. S., 2008.** Waste-activated sludge (WAS) as Cr(III) sorbent biosolid from wastewater effluent. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, p66, 240-245.
23. **IQNet., 2003.** REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT VALLEE DE OUARGLA, Etudes d'assainissement des eaux résiduaires et pluviales et d'irrigation, Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. 6029.01/RN059, p9,10,14.
24. **LADJEL, F et ABBOU, S., 2016.** Perspective de valorisation agricole et énergétique des boues issues des STAP en Algérie, ONA.
25. **ONA de Ouargla., 2013.** (Office National d'Assainissement de Ouargla)
26. **ONA., 2018.** Office national de l'assainissement.

27. **PHILIPPE B., 2013.** Chimie et l'environnement (cour, étude de cas et exercice corrigés) p415.
28. **Raccault Ivan., 1997.** Le lagunage naturel, les leçons tirées de 15 ans de pratique en France. Cemagref, division qualité des eaux bordeaux. P31.
29. **RAMDANI. N., 2007.** Contribution à l'étude des boues urbaines de la station d'épuration des eaux usées résiduaires. Effet sur la fertilité d'un sol sableux, thèse magister « science de l'environnement et climatologie », université d'Oran faculté des sciences département de physique \_ 138p.
30. **REJSEK,F., 2002.**Analyse des eaux, Aspect réglementaires et technique, 1ère édition CRDPA, Bordeaux,
31. **Richard C.,1996.** L'eau, l'homme, les animaux, les bactéries. Ed. Elsgvier, Paris. p115.
32. **IDDER T et Idder A, Tankari Dan-Badjo A, Benzida A, Merabet S, Negais H, Serraye A., 2014.** Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis de Ouargla, p 156,157,158.
33. **Valdecantos A, Cortina J, Vallejo V. R., 2011.** Differential field response of two Mediterranean tree species to inputs of sewage sludge at the seedling stage. Ecological Engineering, p37, 1350-1359.
34. **Vaillant J.R., 1974.**Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Edition Eyrolles. Paris :21-24.
35. **ZANOTELLI C.T., R.H.R. COSTA et C.C. PERDOMO., 2005.**Evaluation of sludge from pond system for treatment of piggery wastes. Water Sci. Technol., 51, 235-238



Annexe

## Annexe 01



**Figure 01 : La balance**

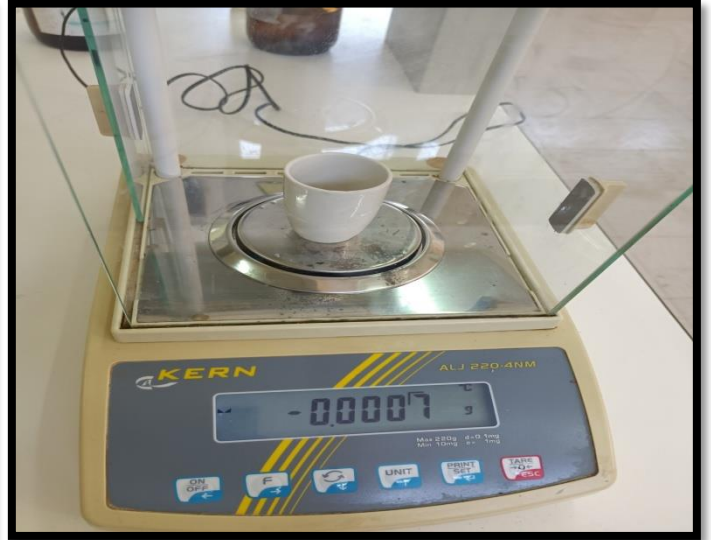


**Figure 02 : L'étuve**



**Figure 03 : Four à moufle**

## Annexe 02



Les étapes de mesure les poids de la boue dans le balance

## Annexe 03



Les échantillons dans l'étuve et le four à moufle



Résumé



## Résumé

Les travaux présentés dans cette étude s'inscrivent dans le cadre du développement durable et de la préservation de l'environnement. Son objectif est de mieux valoriser les boues issues de l'épuration des eaux usées urbaines, notamment les boues de la station d'épuration de Ouargla.

La méthodologie de cette étude intègre les propriétés physico-chimiques ainsi que les évolutions horizontales des propriétés des sédiments accumulés de boues.

Les résultats obtenus ont montré que ces boues sont caractérisées par une siccité très sévère estimée à 97%, ce qui est considéré comme une composante importante du développement agricole. Les matières volatiles en suspension sous une forme faible 30%, ce qui permet d'améliorer les propriétés physiques et chimiques de la terre dans l'appréciation agricole.

**Mots clés :** la boue, station d'épuration, siccité, matière volatile en suspension, les eaux usées, sédiments accumulés, les propriétés physiques et chimiques.

## Sammary

The work presented in this study falls within the framework of sustainable development and environmental conservation. Its aim is to better use the sludge resulting from the purification of urban dirty water, specifically the sludge of the Ouargla sewage water station.

The methodology of this study includes the physical and chemical properties as well as the horizontal changes in the properties of the accumulated sediments of sludge.

The obtained results showed that this sludge is characterised by very severe drought is estimated at 97%, which is considered a significant component of agricultural development. The volatile matter suspended in a weak form 30%, which makes it possible to improve the physical and chemical properties of the land in the agricultural appraisal.

**Key words:** sludge, sewage water station, drought, volatile matter suspended, dirty water, the accumulated sediments, the physical and chemical properties.

## المخلص

يندمج العمل المقدم في هذه الدراسة ضمن التنمية المستدامة و الحفاظ على البيئة. الهدف منه هو طرق إستعمال أفضل للحمأة الناتجة عن تطهير المياه القذرة الحضرية و بالتحديد حمأة محطة الصرف الصحي للمياه ورقلة

تتضمن منهجية هذه الدراسة على الخصائص الفيزيائية و الكيميائية وكذلك التغيرات الأفقية في خصائص الرواسب المتراكمة للحمأة

أظهرت النتائج المتحصل عليها ان هذه الحمأة تتميز بالجفاف الشديد جدا يقدر ب97 بالمئة مما يعتبر عنصر هاما في التنمية الزراعية. أما المادة المتطايرة المعلقة في صورة 30 بالمئة مما يجعل من الممكن تحسين الخواص الفيزيائية و الكيميائية للأرض في التثمين الزراعي.

الكلمات المفتاحية: الحمأة, محطة المعالجة, الجفاف, المادة المتطايرة المعلقة, المياه القذرة, الرواسب المتراكمة, الخواص الفيزيائية و الكيميائية.