



série:....N

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme
de Master Académique en Sciences biologiques
Spécialité : Biodiversité et environnement

THEME

**Contribution à l'étude de la valorisation
agricole des boues de la station d'épuration des
eaux usées de kouinine**

Présentés Par :

M^{elle}: Ghedeiromaroum Kelthoum

M^{elle}: Rahal Mouna

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} BOUSBIA AIDA

M.A.A, Université d'El Oued

Examineur : M^{elle} Serraye Aïcha

M.A.A, Université d'El Oued

Promoteur : M^{elle} Merabet Soumia

M.A.A, Université d'El Oued

Année universitaire 2016/2017

DEDICACES

Nous dédions ce modeste travail :

*A nos Chers parents, qui sans leur soutien et leur aide on n'aurait pas pu
nous présenter aujourd'hui devant vous*

A nos Frères et Sœurs

A tous les membres de nos familles

A nos merveilleux (ses) amis(es)

Et à tous les personnes qui nous aiment

Merci

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Allah, le Tout Puissant, qui nous a donné la foi et la force pour réaliser notre rêve.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre directrice de mémoire M^{elle} MerabetSoumia pour son soutien tout au long de la recherche et pour le grand intérêt qu'elle a porté à ce travail.

Nous adressons, également, nos sincères remerciements à nos familles, particulièrement à nos parents pour leurs patiences à nos égards.

Nous remercions chaleureusement madame Khaoula , employés de la station d'épuration du kouinine , pour leur collaboration avec nous pour faciliter la réalisation de notre recherche.

Enfin, nous remercions tous nos enseignants du département de Biologie à l'université d'El Oued, nos collègues et toute personne qui a participé du proche ou du loin afin d'achever ce travail de recherche.

Rahal Mouna

Ghedeir amar oum kelthoum

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Épaississeur gravitaire	
Figure 2	Etape d'épaississement des boues par flottation	
Figure 3	Exemple de table d'égouttage.	
Figure 4	Situation géographique de la ville de Kouinine	
Figure 5	les boues utilisées pour notre essai	
Figure 6	Bassin de séchage des boues	
Figure 7	Situation géographique du périmètre cultivé	
Figure 8	Schéma du dispositif expérimental.	
Figure 9	Teneur d'Ammonium dans le sol	
Figure 10	Teneur de Nitrates dans le sol	
Figure 11	Teneur de phosphates dans le sol	
Figure 12	Teneur de Magnésium dans le sol	
Figure 13	Teneur de Calcium dans le sol	
Figure 14	Teneur de Sodium dans le sol	
Figure 15	Evolution des rendements en fonction des doses de boues appliquées	

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Exemple de composition chimique moyenne de boues .	
Tableau 2	Composition en éléments utiles des boues	
Tableau 3	Valeurs moyennes d'oligo-éléments exportées	
Tableau 4	Températures moyennes mensuelles (2000-2010)	
Tableau 5	Précipitations moyennes mensuelles de la région d'Oued Souf(2000-2010)	
Tableau 6	Evaporations mensuelles(2000-2010)	
Tableau 7	La vitesse moyenne mensuelle des vents pour la période(2000-2010)	
Tableau 8	L'Humidité relative (2000-2010)	
Tableau 9	effet des boues sur les caractéristiques physico-chimique des sols	
Tableau 10	Comparaison des analyses initiales et post-culturelles du sol après l'application de la dose de 7,5 kg/m ²	

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : Conductivité électrique.

MES: Total des matières solides en suspension.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

ONA: Office nationale d'assainissement.

PCB: Poly ChloroBiphényles .

pH : Potentiel d'hydrologie.

STEP : Station technique d'épuration ponctuelle.

EUT –EUE :Eaux Usées Traitées-Épurées.

ETM : Eléments traces métalliques

CTO : Composés traces organiques

MS: Matière sèche

Contribution à l'étude de la valorisation agricole des boues de la station d'épuration des eaux usées de kouinine

Résumé

Cette étude préliminaire a pour objet d'évaluer la qualité physico-chimique des boues de la station d'épuration des eaux usées de Kouinine et de déterminer l'efficacité et l'intérêt de ces boues vis-à-vis du sol et de la culture en place.

Les résultats obtenus montrent que les boues de type sec caractérisées par un pH basique et une faible conductivité électrique. Elles ont une teneur en éléments fertilisants (le phosphore, le potassium) acceptable, les cations (le magnésium, le calcium et le sodium) sont présent en quantité importante qui montre leurs aptitudes à enrichir le sol en éléments minéraux. L'application de ces boues en agriculture a en effet permis d'améliorer la richesse du sol en Ammonium, Nitrates, Magnésium, Calcium et Sodium et d'augmenter la production de la culture expérimentée.

Mots clés : valorisation agricole, Boues, station d'épuration, Kouinine

ملخص

يكن هدف هذه الدراسة الاولى في تقييم النوعية الفيزيوكيميائية للحماة بمحطة تصفية المياه المستعملة بكوينين وكذلك تحديد فعالية وأهمية هذه الحماة تجاه التربة والمحصول. تشير النتائج المتحصل عليها، إلى أن هذه الحماة ذات نوعية جافة ، تتميز بأنها قاعدية وناقلية كهربائية ضعيفة وتملك عناصر مخصبة على غرار الفوسفور والبوتاسيوم بكمية مقبولة بحيث تسمح بتلبية حاجيات المحاصيل وكذلك الكاتيونات مثل المغنيزيوم والكالسيوم والصوديوم بكميات كبيرة تثبت كفاءتها من خلال إثراء التربة بالعناصر المعدنية. لقد سمح تطبيق هذه الحماة في الفلاحة بإثراء التربة بالأزوت والنترات والمغنيزيوم والكالسيوم والصوديوم، ورفع منتج المحصول الذي تم تجريبه.

الكلمات المفتاحية : تقييم زراعي ، الحماة ، محطة المعالجة ، كوينين

Summary

This preliminary study aims to evaluate the physicochemical quality of sludge from the Kouinine waste water treatment plant and to determine the effectiveness and the interest of these sludge's against the soil and the culture in this place.

The results obtained show that dry sludge is characterized by a basic PH and low electrical conductivity. They have an acceptable content of fertilizing elements (phosphorus, potassium) and make it possible to meet the needs of even the most demanding crops. The cations (magnesium, calcium and sodium) are present in significant quantities which show their ability to enrich the soil with mineral elements. The application of this sludge's in agriculture has indeed made it possible to improve the soil richness in Ammonium, Nitrates, Magnesium, Calcium and Sodium and to increase the production of the experimental culture.

Key words: agricultural valorisation, sludges, waste water treatment plant, Kouinine

Introduction générale

Les eaux usées issues des diverses activités urbaines ne peuvent être rejetées telles quelles dans l'environnement, car elles contiennent divers polluants organiques et minéraux **(INRA, 1980)**. Elles doivent donc subir, avant leur rejet dans le milieu naturel, au traitement qui conduit à la production des boues résiduelles.

La production des boues, augmente bien sûr avec le développement des stations d'épurations. Un problème majeur consiste à trouver une solution pour éliminer ces résidus dans les conditions les plus économiques tout en respectant les contraintes liées à la protection de l'environnement et l'hygiène publique.

Il est à noter que l'élimination et le traitement des boues résiduelles importe jusqu'à 50% des coûts de fonctionnement d'une usine d'épuration des eaux **(LASTER et al in GRENIER, 1989)**

Cependant, voici une solution qui peut être qualifiée de finale pour éliminer les boues d'épuration; au Royaume Uni, 67 % des boues produites sont épandues sur les terres agricoles comme engrais.

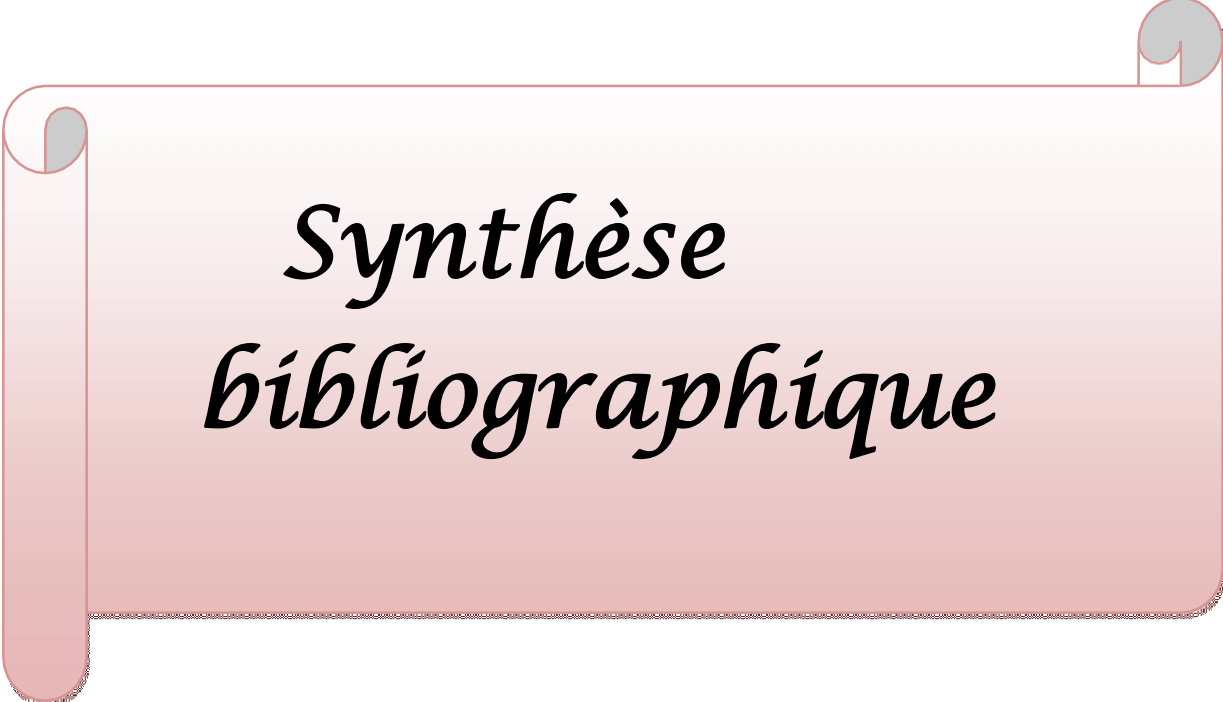
En Algérie, le Sahara occupe plus de 80 % de la surface totale du pays **(CHEHMA; 2011)**.

Dans les régions sahariennes à sols très peu fertiles et à faible potentiel de mise à la disposition de l'activité agricole des amendements organiques classiques, l'utilisation des boues des stations d'épuration des eaux usées s'avère une alternative pour l'amélioration des propriétés bio-physico-chimiques des sols **(CNTPP; 2014)**.

Cette étude a été réalisée dans le but de tester l'efficacité de l'utilisation des boues résiduelles urbaines issues de la station d'épuration de Kouinine en agriculture.

Ce travail s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre apporte un aperçu bibliographique sur l'assainissement et la valorisation des boues. Le second chapitre présente le cadre d'étude. Le troisième chapitre quant à lui expose les données et la méthodologie utilisées pour le travail. Enfin, le quatrième et dernier chapitre aborde les résultats obtenus.

Première Partie



Synthèse bibliographique

CHAPITRE 01 :

ASSAINISSEMENT ET VALORISATION DES BOUES

PARTIE THEORIQUE :

CHAPITRE 01 :ASSAINISSEMENT ET VALORISATION DES BOUES

I. GENERALITES SUR L'ASSAINISSEMENT :

I.1. Historique de l'assainissement

Avec le développement de l'urbanisation, de l'industrialisation et de l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux dites « usées » ont considérablement évolués en quantité et en qualité.

La collecte et le traitement des eaux usées ont suivi, à la fois, le mode de vie des sociétés au fil de l'Histoire, mais également les découvertes scientifiques. **(SATIN et SELMI, 1999).**

En 1843 à Hambourg (Allemagne), le premier réseau d'assainissement moderne a été créé à l'occasion de la reconstruction de la ville à la suite d'un incendie. Quant au traitement des eaux usées lui-même; en 1940, la première station d'Achères en région parisienne, utilisant les techniques des boues activées et du lit bactérien inaugure l'ère de la station d'épuration et des traitements plus rigoureux. Il faut attendre les années 1960, pour que le programme d'installation des stations d'épuration et prenne son essor. Entre temps, les eaux superficielles se sont fortement dégradées **(SATIN et SELMI, 1999).**

I.2. Rôles de l'assainissement

L'assainissement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Les ressources en eau ne sont pas inépuisables. Leur dégradation, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entraîner des risques de pénurie.

L'assainissement des eaux usées a pour objectif de collecter puis d'épurer les eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel, afin de les débarrasser de la pollution dont elles sont changées **(SATIN et SELMI, 1999).**

Scientifiquement, la prise de conscience des problèmes de santé publique et la compréhension des causes d'épidémies, telles que le choléra, la peste et le typhus, ont entraîné la construction d'infrastructures et le développement de procédés, de plus en plus sophistiqués, permettant de mettre un terme à ces problèmes**(LE HYARIC, 2009).**

I.3. Les catégories des eaux usées

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles et les eaux pluviales (**RADEEMA, 2007**).

I.3.1 Les eaux domestiques

Elles sont constituées des eaux grises et des eaux-vannes. Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Les eaux-vannes ou eaux ménagères font références aux sous-produits de la digestion tels que des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

(RADEEMA, 2007)

I.3.2 Les eaux de pluviales :

Elles peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. Au moment de la condensation de l'eau dans l'atmosphère, elle se charge de polluant de différentes natures issus de sources diverses. Après leur précipitation, les eaux de pluies se ruissèlent et se chargent d'avantage d'une variété de résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles, gasoils, résidus de pneus, métaux lourds, etc.). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. (**AZOUZZI et AIT, 2012**)

I.3.3 Les eaux 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 sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution.

(AZOUZZI et AIT, 2012)

II. TRAITEMENT ET CARACTERISATION DES BOUES

RESIDUAIRES :

II.1. Définition et origine des boues

Les boues sont des résidus de traitement provenant de stations d'épuration des eaux ménagères ou des eaux d'égouts communaux. Aussi résidu de curage de fosse septique. Plus généralement, tous résidu de traitement d'eau.

Le terme « boues de station d'épuration des eaux usées » est le terme générique pour les différentes matières issues des processus d'épuration des eaux dans les stations d'épuration. Ces boues proviennent du traitement d'eaux ménagères, urbaines et industrielles rejetées dans les égouts publics. Dans les stations, divers autres déchets sont à prendre en compte : déchets flottant entraînés par les eaux, sable, etc. (OUAZANI R., 2009).

II.2. Types des boues

Selon les différentes phases de traitement des eaux usées, on obtient des boues à caractéristiques différentes :

- **Les boues issues d'un traitement primaire** : elles sont produites par une simple décantation des Matières En Suspension (MES) contenues dans les eaux usées ; 70 % des MES peuvent ainsi être retenues.
- **Les boues issues d'un traitement physico-chimique** : variante du type précédent, les matières organiques particulières ou colloïdales contenues dans les eaux usées sont agglomérées par addition d'un réactif coagulant (sels de fer ou d'aluminium) ; 90 % des MES peuvent ainsi être captées les boues obtenues renferment une partie importante de sels minéraux issus des eaux brutes et de l'agent coagulant.
- **Les boues d'un traitement biologique** : ces boues sont essentiellement formées par les résidus de bactéries "cultivées" dans les ouvrages d'épuration. Ces bactéries se sont nourries des matières organiques contenues dans les eaux usées. Pour maintenir l'activité biologique de la station à un bon niveau, une partie de la masse des bactéries ou "biomasse en excès" doit être soutirée régulièrement, entretenant ainsi la dynamique de reproduction bactérienne (AZZABI, 2012).

II.3. Etapes de traitement des boues résiduaire

II.3.1. Epaississement

L'objectif de cette étape est de réduire la quantité d'eau pour diminuer le volume des boues pour les étapes suivantes de traitement. Très souvent l'épaississement est réalisé par des moyens physiques tels la flottation, la centrifugation ou la mise dans des bassins pour une simple sédimentation. **(BOEGLIN J.CL., 2001)**

Il existe deux types d'épaississement :

- Epaississement gravitaire
- Epaississement dynamique

II.3.1.1. Epaississement gravitaire

D'une façon générale, la technique de concentration des boues la plus utilisée. Elle consiste à faire séjourner des boues dans des bassins de forme cylindro-conique. Jusqu'à 5 m de diamètre, on peut utiliser le type statique, simple cuve cylindrique à fond conique (45 à 70° sur l'horizontale) **(Figure N°1)**.

Au-delà de cette dimension, on munit des cuves à radier à pente faible d'un système de raclage et d'agitation lente dont le rôle est double :

- Faciliter le glissement des boues vers la fosse centrale d'où elles sont extraites ;
- Permettre le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus dans les boues au moyen d'une herse verticale accrochée au dispositif tournant **(BOEGLIN, 2001)**.



Figure 1 : Épaississeur gravitaire(ONA,2007)

II.3.1.2. Epaississement dynamique

Au classique épaississement par décantation statique sont venues s'ajouter, depuis quelques années, trois techniques d'épaississement dynamiques qui, en particulier avec les boues légères (comme les boues biologiques en excès), permettent d'obtenir des meilleurs taux d'épaississement au prix, il est vrai, d'une plus forte dépense d'énergie électrique et éventuellement de réactifs flocculant. Il s'agit de la flottation, de la décantation centrifuge et, plus récemment, des grilles et tamis d'égouttage (**BOEGLIN, 2001**).

II.3.1.2.1-Epaississement par flottation :

Il présente un grand intérêt pour la concentration de suspensions boueuses à « floccs » légers, de faible décantabilité (boues d'hydroxydes métalliques, boues biologiques en excès à titre indicatif...). Le procédé généralement mis en œuvre en traitement des boues est l'aéroflottation, qui produit des micros bulle d'air selon la technique de pressurisation – détente (détente du fluide préalablement mis en contact avec l'air comprimé à une pression comprise entre 3 et 6 bars)(**BOEGLIN, 2001**).



Figure 2 : Etape d'épaississement des boues par flottation(ADDEME,1999)

II.3.1.2.2-Épaississement par centrifugation :

Peu utilisé jusqu'à présent, en raison essentiellement de problèmes de colmatage, cette technique paraît cependant assez bien adaptée à l'épaississement des boues activées sans conditionnement polymérique préalable. Des résultats très prometteurs ont été obtenus également avec des machines du type décanteuse continue à axe horizontal lorsqu'elles sont conçues avec un bol plein cylindroconique d'angle de conicité très réduit (de l'ordre de 4° pour certains modèles) (ADDEME,1999).

II.3.1.2.3.Épaississement réalisé par des systèmes drainants (grilles et tamis d'égouttage) :

Il a connu un développement récent dans les stations d'épuration biologique de petite et moyenne capacité, pour obtenir un taux d'épaississement conséquent pour la valorisation agricole des boues sous forme liquide. Les équipements mis en œuvre sont de conception simple et robuste ; ils fonctionnent en continu pour réaliser un épaississement accéléré des boues préalablement floculées à l'aide de polymères de synthèse suivant le principe d'égouttage naturel et de raclage (**Figure 3**)(ALTAYANE ET SOUFIYA, 2009).



Figure 3: Exemple de table d'égouttage.

II.3.2. Extraction et homogénéisation des boues épaissies

Afin de garantir le bon fonctionnement d'une unité de digestion, il est nécessaire d'alimenter les digesteurs à charge et débit réguliers. Un stockage tampon sera aménagé en amont de la digestion. Cet ouvrage sera équipé d'une agitation puissante afin d'admettre en digestion des boues de qualité homogène. Le volume utile de stockage tampon est de 210m³, réparti en deux compartiments afin de faciliter les opérations de maintenance et d'intervention sur l'une des deux bâches.

L'extraction des boues d'épaississement gravitaire (boue primaire) sera composée de 2 pompes volumétriques à rotor excentré, en plus d'une pompe secours installée de 24 m³/h.

L'extraction des boues de la flottation (boue biologique) sera composée de 2 pompes volumétriques à rotor excentré, en plus d'une pompe secours installée de 22 m³/h.

Le déstockage du bassin tampon et la reprise des boues vers la digestion sera composée de 2 pompes volumétriques à rotor excentré, en plus d'une pompe secours installée de 35m³/h.

(ALTAYANE ET SOUFIYA, 2009).

1.4. Composition des boues

La 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 (Tableau N°1). En général, Trois sortes d'éléments sont présentes dans les boues :

- Des éléments utiles;
- Des éléments indésirables (Contaminants chimiques inorganiques et organiques);
- Des micro-organismes pathogènes **(LI ET RUTHERFORD, 1996).**

Tableau 1 : Exemple de composition chimique moyenne de boues (LI ET RUTHERFORD, 1996).

Type de boue	Quantité (l/habit/j)	Matière sèche (kg/habit/j)	Eau %
Basin primaire	1 ,1	0 ,05	95,50%
Bassinse condaire	2 ,4	0,036	98,50%
filtre à Sable	0,23	0 ,014	93,90%

1.4.1. Les éléments utiles

La valorisation des boues en agriculture est intéressante, tant par les quantités de matière organique qu'elles contiennent que par la présence en quantité appréciable d'éléments fertilisants. Le tableau ci-dessous donne la composition en éléments les plus communément (TRAN NGOC THANH, 2009).

Tableau 2 : Composition en éléments utiles des boues (JU-ZHAN,et LI-MING,2005)

Type de boues et éléments utiles	Boues Compostées	Boues liquides	Boues pâteuses	Boues Sèches	Boues Chaulées
Teneur en matières sèches MS	40-60	2- 6	18-22	90-95	25-40
Teneur en matière organiques %MS	80-90	65-70	65-70	50-70	30-40
Teneur en matières minérales %MS	10-20	30-35	30-50	30-50	60-70
pH	6-7	6,5-7	7-8	6-8	9-12
Rapport Carbone / azote (C / N)	15-25	4-5	5-6	4-6	8-11
Azote (Kg N/T brute)	5-9	2-4	8-12	30-50	6-10
Phosphore (kg P ₂ O ₅ /T brute)	6-8	2-3	6-9	50-70	6-10
Potassium (kg K ₂ O/T brute)	1-2	0,9	0.8	5	1
Chaux (Kg CaO/T brute)	10-30	1-3	5-15	40-60	60-90

1.4.1.1. Les éléments fertilisants

Selon la dose appliquée, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, en phosphore, en magnésie, calcium et en soufre ou peuvent aussi corriger les carences à l'exception de celle en potassium (NOZET ,1976).

Les boues contiennent des quantités appréciables d'éléments fertilisants :

- L'azote: de 4 à 6 % de matière sèche (MS).
- Le phosphore: de 3 à 8 % de MS.
- Potassium et Magnésium: très faibles teneurs (0.5 à 1.5 % de MS).
- Calcium: de 4 à 7 % de MS (TOURENQ ET NGOC LAN, 1989).

a. l'azote des boues

Dans les boues est en moyenne de 4 à 6 % (de la matière sèche), ce taux d'azote est très favorable selon le type de boue, la fourchette extrême des teneurs observées s'étend de 1 à 9 %.

Dans les boues, l'azote se trouve sous deux formes : Organique et minérale (NH_4), les boues ne contiennent pas l'azote nitrique (NO_3^-) et nitreux (NO_2) sauf à l'état de trace. L'azote est assimilable par les végétaux sous forme minérale, surtout nitrique, la valeur fertilisante des boues dépend donc de leur richesse en azote ammoniacale et surtout l'aptitude de l'azote organique qu'elles contiennent à être minéralisé dans le

La valeur azotée des boues dépendra essentiellement de leur nature c'est-à-dire de leur origine et les procédés technologiques qui leurs sont appliquées, les traitements par stabilisation aérobie et anaérobie conduisent en effet à la transformation d'une fraction de l'azote organique en azote minérale soluble, lequel se trouve dans la fraction liquide (**JUSTE ET CATROUX, 1980**).

b. Le phosphore des boues

Contenu dans les boues d'épuration municipales provient pour 50 à 70% des poly phosphates des détergents et pour 30 à 50 % des matières organiques d'origine humaine (**MOREL, 1978**).

Le phosphore des boues liquides non floculées est aussi efficace que celui des engrais minéraux phosphatés solubles, l'apport de cet élément favorise le développement racinaire et la précocité des plantes. De nombreux auteurs ont mis en évidence un abaissement du phosphore de la solution du sol au voisinage des racines (**KRAUSS ET SALEQUE, 1987**)et selon (**BARBER, 1995**)les racines absorbent le phosphore des phosphates dissous en solution.

c. Les éléments minéraux

Silice, alumines, carbonates et phosphates constituent les éléments les plus couramment rencontrés, à l'exception des boues minérales d'industries spécifiques. Carbonates et phosphates ont ainsi leur importance pour préciser la qualité agricole d'une boue épandue ; la silice est un élément défavorable en centrifugation. Par ailleurs les chlorures, essentiellement solubles, sont peu appréciés en cas d'utilisation des cendres de boues incinérées en valorisation dans le béton (**TAUZIN, C, JUSTE, C1986**).

1.4.1.2. Matière organique

Les boues sont constituées de matières organiques complexes non dégradées, de matières inorganiques (minéraux, métaux lourds), de microorganismes (bactéries, agents pathogènes). La matière organique est principalement constituée de trois grandes familles : les protéines, les lipides, et les carbohydrates(**DIGNAC ET AL 2005**).

1.4.2. Les éléments indésirables

Les éléments indésirables contenus dans les boues peuvent avoir différentes natures et compositions. Parmi ces éléments on y trouve :

1.4.2.1. Les éléments traces métalliques (ETM)

Constitués en majorité par des métaux. Certains de ces éléments occupent une place essentielle à faibles concentrations dans l'organisme (Oligo-éléments), mais deviennent généralement toxiques au-delà d'un certain seuil.

Tableau 3 : Valeurs moyennes d'oligo-éléments exportées (VADE MECUM, 1990)

Eléments considérés	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu
Valeurs moyenne Exportés (Kg / Ha, an)	25 à100	25 à 35	2	0,4 à 0,5	0,2 à0.3	0,2	0,06
Quantité apportée (Kg / Ha , an)	1 à 250	1 à 20	5 à 15	0,1 à 0,5	0,2 à1,5	1à3	0,01 à 1,5

1.4.2.2.1 Comparaison des teneurs en ETM de certains engrais et produits utilisés en agriculture

La famille des éléments traces métalliques (ETM, appelés jusqu'à récemment « métaux lourds ») comprend notamment l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb) ou encore le zinc (Zn).

Les sols contiennent naturellement des éléments traces métalliques : ils sont issus de l'altération du matériau géologique de base (la « roche mère ») et restent le plus souvent en faibles concentrations. Mais les activités humaines sont responsables de contaminations importantes en ETM.

Les retombées atmosphériques en ETM proviennent de la combustion des énergies fossiles, de la métallurgie, du transport et de l'incinération des déchets ménagers. Le secteur agricole contribue aussi à des apports au sol, car les engrais minéraux, mais aussi les fumiers et les lisiers contiennent des ETM (par exemple du cuivre, utilisé comme complément alimentaire pour les porcs)...

Les ETM ont tendance à se fixer dans la couche superficielle du sol. Comme ils ne sont pas dégradés, ils s'y accumulent. Ils peuvent être entraînés vers les eaux de surface, accrochés aux particules de terre érodées.(AZOUZZI ET AIT, 2012)

1.4.2.2. Les composés traces organiques (CTO)

A savoir les substances les plus fréquemment considérées sont HPA (Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques) et les PCB (Polychlorobiphényles) car ils sont particulièrement persistants. Dans cette Catégorie on y trouve d'autres composés tels que les pesticides, les résidus de médicaments, les nitrates, etc(AZOUZZI ET AIT, 2012)

1.4.2.3. Les micro-organismes pathogènes

Tels que les virus, les bactéries, les protozoaires, les parasites, et les champignons. Ils sont notamment présents dans les matières fécales rejetées dans les Réseaux d'eaux usées et donc inévitablement présents dans les boues brutes.

(AZOUZZI ET AIT, 2012)

1.5. Propriétés des boues

1.5.1. Propriétés physiques des boues

La couleur de boues varie entre le brun et le gris et leur odeur et souvent très désagréable car ce sont des produits facilement fermentescibles et il y a un début de décomposition pour leu traitement ultérieur on a besoin de connaitre plusieurs paramètres qui définiront leur aptitude à la déshydratation et à la filtration (**JAROSZ, 1985**).

1.5.1.1. La teneur en matière sèche

A la sortie de la station d'épuration, les boues renferment beaucoup d'eau, par des procédés mécaniques ou thermiques, elles peuvent perdre une partie de l'eau et prendre l'un des états physiques suivants :

- liquide: avec un pourcentage de matière sèche de 2 à 10 %
- Pâteuse: d'une teneur en matière sèche de 15 à 25 %
- Solide: avec un pourcentage de matière sèche de 25 à 50 %
- poudre: avec un pourcentage de matière sèche de plus de 85 %

La phase liquide des boues contient ; en quantité moins d'éléments valorisables que la phase solide. Il ne faut cependant pas la considérer comme inutile pour la valorisation agricole. En effet, les procédés de déshydrations, entraînent des dépenses parfois importantes qui se répercutent sur le coût de la boues mise à la disposition de l'agriculteur.

Par ailleurs, la boue liquide peut s'épandre facilement à l'aide de matériel courant (Camion citerne) alors que l'épandage de boues pâteuses par exemple, nécessite un matériel souvent spécialisé (**GLEMAS, 1980**).

1.5.1.2. La 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. (**Baes et Mesmer, 1976**).

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 (**DJAMONET, 1978**).

1.5.1.3. Teneur en eau

L'eau dans les boues peut être libre ou reliée par des liaisons aux particules qui composent la boue. L'état de l'eau dans les boues se répercute sur le traitement ; plus l'eau est liée aux particules par des liaisons chimiques, plus nous avons besoin d'énergie pour l'extraire.

L'eau est généralement éliminée par coagulation, par utilisation de composés chimiques ou par des équipements spécifiques. Ces équipements peuvent altérer les floccs et regrouper les particules entre elles. Les forces qui relient les particules entre elles chassent les eaux de floccs et l'eau de capillarité (OUAZANI R., 2009).

1.5.1.4. La 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 matières volatiles. (A.F.E.E, 1974).

1.5.1.5. La résistance spécifique

Il s'agit de mesurer l'aptitude à la filtration des boues sous une pression donnée, cette résistance s'exprime en m² /kg .(FEDDY HOUST,1992).

1.5.1.6. La compressibilité

Lorsqu'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 donne une droite qui permet de déterminer le coefficient S de compressibilité, lorsque 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.(DEGREMENT, 1989).

1.5.1.7. Les pouvoirs calorifiques

Les teneurs en matières organiques des boues leur donne une aptitude à la combustion non négligeable qui permet de les incinérer.(A.F.E.E, 1974).

1.5.2. Propriétés chimiques

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, pH, potentiel d'oxydoréduction (eH), conductivité C.H.O.N.S (Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote, Soufre).
- ✓ AGV : Des Acides Gras Volatils , alcalinité en CaCO₃. (**ZURICH ,1978**).

1.5.3. Les propriétés biologiques

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 capables de les éliminer complètement (**ZURICH ,1978**).

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 dépens des autres (**CHICOUCHE, 2004**).

✓ Les 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 (**CHICOUCHE, 2004**).

✓ **Les 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 gardia ou trichomonas. Leur élimination est d'autant plus difficile que ces parasites prennent une forme végétative dans des conditions qui leur sont hostiles alors qu'ils se développent lorsqu'ils se retrouvent dans les animaux à sang chaud ou chez l'homme.

✓ **Les 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 opportunistes. Par contre, certaines moisissures sont phytopathogènes et doivent être éliminées avant l'utilisation des boues en agriculture comme par exemple le fusarium ou les dématés.

✓ **Les 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 détritiques d'algues.

✓ **La 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 (**VIEHLAND , 1996**).

CHAPITRE 02

DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE KOUITINEF

CHAPITRE 02 : Cotexte de l'étude

I. Cadre général de la ville de Kouinine

I.1. Situation géographique

La station d'épuration des eaux usées sert à collectée les eaux usées des communes d'El-Oued, Robbah, Bayadha et Kouinine, elle est située au Nord-Est de Kouinine.

La ville de Kouinine est une municipalité située au Nord de la vallée de Oued Souf (Figure N4), au centre de la route national n°48, donc loin du siège du département d'état environ sept kilomètre, elle est localisée sur niveau de 97 m au-dessus de la mer et d'augmenter l'élévation vers le sud, tandis que la baisse dans le Nord. Elle est limitée:

- Au Nord par la commune de Taghzout;
- Au Sud par la commune d'El-Oued et au Sud -Ouest par la commune de OuedAlanda.
- A l'Est par la commune de Hassani Abed Alkarime.
- A l'Ouest: commune Ouermase.(ONA, 2007).

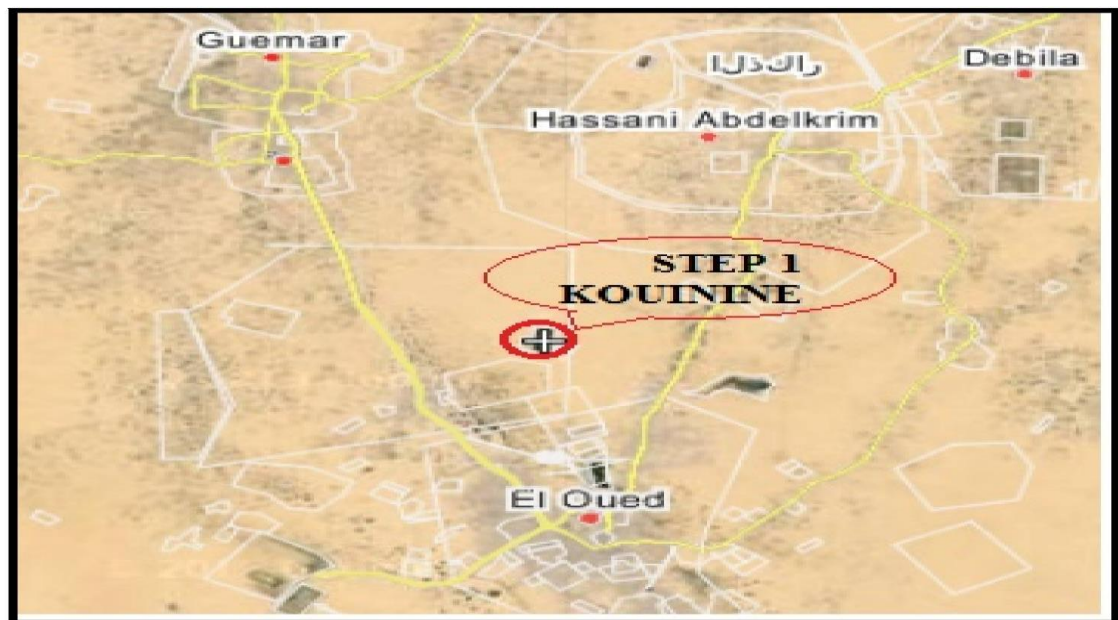


Figure 4: Situation géographique de la ville de Kouinine(STEP 1 .KOUININE2014)

I.2. Caractéristiques climatiques

I.2.1.Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques des cultures (**RAMADE., 2003**). De fait de sa position continentale et de sa proximité de l'équateur, le Souf présente de forts maxima de température, et de grands écarts thermiques. Située dans les dernières dunes de grand Erg Oriental, le Souf des étés brûlants qui sont aussi durs que ceux qui s'observent dans le Sahara centrale (**VOISIN., 2004**).

Dans la région du Souf, l'année (2000-2010) est caractérisée par des températures relativement hausses (Tableau 4). Les températures moyennes mensuelles du mois le plus chaud est juillet avec 34,46 °C. Celles du mois le plus froid est décembre avec une température moyenne mensuelle de 12,09 °C.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmin°C	4.85	6.53	10.98	14.64	19.45	23.6	27	26.49	22.55	17.75	10.38	6.39
Tmax°C	16.83	19.49	24.53	28.36	33.66	38.4	41.93	40.75	35.11	30.39	22.64	17.79
Tmoy	10.84	13.01	17.75	21.5	26.55	31	34.46	33.62	28.83	24.07	16.51	12.09

(ONM, 2011)

Tableau N 4: Températures moyennes mensuelles (2000-2010)

I.2.2.Pluviométrie :

D'après le tableau N5, la faiblesse et l'irrégularité de la pluviosité est le caractère fondamental du climat dans la région d'El Oued. Ressort aussi, que presque la totalité des pluies tombent de façon irrégulière au cours de l'hiver et l'automne. On note ainsi des précipitations annuelles très faibles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (m)	22.76	1.12	6.75	6.36	4.54	0.62	0.03	3.71	8.23	7.58	6.66	10.68

(ONM, 2011)

Tableau N5: Précipitations moyennes mensuelles de la région d'Oued Souf(2000-2010)

I .2.3.Evaporation

D'après les données représentées dans le tableau, on peut tirer les informations suivantes : La moyenne la plus forte pour la période d'étude est au mois de Juin d'une valeur de 348.2 mm et la plus faible valeur est au mois de Décembre avec une valeur de 221.6 mm, qui est plus élevée que la précipitation moyenne annuelle, dans ce cas la différence traduit par l'effet de la nappe phréatique qui devient plus proche à la surface.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E(m m	243. 21	245.3 9	278.9 9	301.0 9	345.0 3	348.2	329.24	273.7 2	253.7 2	253.64	238.83	221.6

(ONM, 2011)

Tableau N6:Evaporations mensuelles(2000-2010)

I.2.4 .Vent :

Selon l'**HPO (2004)** la direction dominante des vents est Est et Nord-est. Les vents sont caractérisés par des températures élevées, avec des vitesses de 60 à 140 km/h. Les vents les plus forts (les vents de sable), sont enregistrés durant la période du printemps.

La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont trois paramètres importants qui interviennent dans le choix du site des installations susceptibles d'émettre des nuisances olfactives ou des polluants atmosphériques.

Au niveau de la région, les vents sont fréquents durant toute l'année.

Les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant du mois de Mars jusqu'au mois d'Aout, avec un maximum de 17.27Km/h durant le mois de Avril.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V m/s	2.1	2.5	3.3	4.0	4.0	3.6	3.4	3.0	2.9	2.1	1.4	2.3

(ONM, 2011)

Tableau N7:La vitesse moyenne mensuelle des vents pour la période(2000-2010)

I .2.5.Humidité :

Le degré hygrométrique de l'air - ou humidité relative – est très faible dans la région d'El Oued (tableau N7), oscille entre, 30 % (Juillet) et 66.1% (Décembre).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H %	65.7	54.6	46.1	42.9	37.7	32.6	30	34.7	46.9	52.3	58.6	66.1

(ONM, 2011)

Tableau N8 :L'Humidité relative(2000-2010)

II. 3. Caractéristiquespédologiques

II.3.1. La station d'épuration de Kouinine

II.3.1. Situation géographique

La région du Souf est une partie de la wilaya d'El-Oued située dans le Sud-Est Algérien et au Nord du grand Erg oriental

Le Souf est un vaste ensemble de palmiers entourés par les dunes de sable, limité par :

- Zone de chotts (Melghir et Merouane) au Nord ;
- Extension de l'Erg oriental au Sud ;
- Vallée d'Oued Righ à l'Ouest ;
- Frontière tunisienne à l'Est. La ville d'El-Oued se trouve à environ 560 Km au Sud-Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabés (Tunisie).

Le Souf occupe une surface de 800.000 Km² à une altitude de 30° 30', Nord, et une longitude de 6° 47' Est (**NADJAH.A., 1971**).Kouinine est une commune de la wilaya d'El Oued en Algérie. est situé sur le coté nord de la Souf .

II.3. Objectifs

L'épuration des eaux usées a pour but de les rendre sans danger et tel que le rejet ne crée aucune nuisance a la faune ni a la flore du milieu naturel dans lequel elles sont renvoyée (**MESMOUDI., 1990**).

II.4. Filières de traitement

La station d'épuration se compose de la ligne de traitement biologique suivante :

- ✓ Arrivée des eaux brutes.
- ✓ Dégrillage des eaux brutes.
- ✓ Dessablage- déshuilage.
- ✓ Aération des eaux et formation des boues activées.
- ✓ Clarification des eaux (décantation secondaire).
- ✓ Désinfection des eaux traitées.
- ✓ Recirculation des boues.
- ✓ Epaississement des boues en excès.
- ✓ Evacuation des boues fraîches vers les lits de séchage.
- ✓ Déshydratation des boues sur les lits de séchage.
- ✓ Réutilisation des eaux traitées. (ANONYMES , 2003)

II.3.1. Traitement des eaux :

II.3.1. Ligne des eaux

Pour épurer l'eau, il faut généralement combiner plusieurs traitements élémentaires dont les bases peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

L'effet est d'éliminer tout d'abord les matières en suspension, ensuite les substances colloïdales puis les substances dissoutes.

II.3.2. Le prétraitement des eaux usées

Cette première étape comprend une série d'opération qui sont :

✓ Le dégrillage

Il s'agit d'éliminer les éléments de grandes dimensions qui se trouvent dans l'eau d'égout.

✓ Le déshuilage

Consiste à éliminer les matières flottantes qui passent à travers les grilles (huiles, hydrocarbures, débris de graisse) qui peuvent gêner le processus d'aération.

✓ Le dessablage

Consiste à éliminer les fragments solides qui peuvent décanter facilement, de dureté et de taille relativement importante supérieure à 0.2mm de diamètre (GUERIN et THOMAZEAU, 1978, POMMEL, 1981).

II.4. Traitement des eaux usées

Les eaux usées prétraitées subissent ensuite un traitement biologique.

II.4.1 Traitement primaire

Il s'agit de la décantation primaire qui consiste par la sédimentation des particules les plus grosse.

Ces dernières sont «éliminées jusqu'à un taux de 75% à 80% (IGOUD, 1991 in DEBB, 1998), le dépôt résultant les boues primaires.

II.4.2 Traitement secondaire

Composé de deux traitements essentiels qui sont :

II.4.2.1. Les traitements biologiques

Après la décantation primaire, l'eau partiellement épurée est ensuite traitée par une opération dite « à boues activées », qui consiste à insuffler de l'air ou à brasser de l'eau usée, afin de fournir l'oxygène nécessaire aux micro-organismes responsables de la consommation de la matière organique et une partie des matières nutritives (Azote et phosphore) de l'effluent. Il faut noter que d'autres techniques, telle que l'épuration par lit bactérien peuvent être utilisées pour ce type de traitement

II.4.2.1. La décantation secondaire

L'eau provenant du bassin d'aération subit une deuxième décantation après passage dans le clarificateur formant ainsi les boues secondaires dont une partie est recyclée. Les boues primaires et secondaires sont en général mélangées pour donner les boues mixtes fraîches qui doivent être ultérieurement traitées pour réduire les nuisances (PASSAVANT, 1994).

Ces boues en excès également prélevées au niveau des décanteurs secondaires sont envoyées vers la stabilisation.

PARTIE PRATIQUE:

*CHAPITRE 01 : MATÉRIELS ET
MÉTODES*

CHAPITRE 01 :MATERIELS ET METHODES

Ce travail a été réalisé pour objectif d'élaboration d'un bilan des boues et des sols traités par ces boues afin de déterminer l'efficacité et l'intérêt de ces boues vis-à-vis du sol et de la culture en place.

I. Les boues:

Dans cette étude, les boues prélevées au niveau de la station d'épuration au mois de Décembre 2016 (Figure N°05), ont fait l'objet de séchage et des analyses physico-chimiques.



Figure5 : les boues utilisées pour notre essai

I.1. Préparation du bassin de séchage

- . Nous apportons un bassin de verre rectangulaire et un récipient en verre avec un tube perforé pour sortir de l'eau;
- . On Applique une couche de gravier grossier de 3 cm;
- . On ajoute une autre couche de gravier d'une épaisseur de 2 cm;
- . On ajoute une autre couche de sol rouge à 1 cm d'épaisseur.
- . Placer le vase sous le bassin de séchage pour contenir de l'eau filtrée(**Figure N°6**)(ONA, 2014)

I.2. Séchage des boues :

- . Nous avons pris 12Kg des boues à partir les bassins d'épuration;
- . Sur le bassin de séchage, laissez les boues récoltés à séchés pendant 18 jours(**Figure N°6**).
- . Nous avons pris 6échantillons de boues pour fiaient les analyses.



Figure N°6 : Bassin de séchage des boues

I. 3. Analyses effectuées :

I. 3. 1. Détermination de la Matière sèche (MS) :

➤ Le principe :

Cette méthode est basée sur l'évaporation de l'échantillon à une température de 105 pendant 24 heures dans l' étuve pour déterminer les matériaux secs

➤ Les outils utilisés :

1. Crusset.
2. Bisher.
3. balance électronique.
4. l' étuve.
5. Dessiccateur.

➤ Méthode de travail :

- 1-Placez un certain poids de la boue liquide dans le bisher.
- 2-Prend le poids du creusset vide en grammes.
- 3-Placez les boues liquides dans le creusset précédemment mesuré .
- 4-Placer le creusset au étuve à 105 ° C pendant 24 heures
- 5-Retirez le creusset de l' étuve et placez dans le Dessiccateur pendant 15 minutes(Lizili , 2011).

I. 3.2.Détermination de la Siccité

➤ **Les outils utilisés :**

- 1- Creusst.
- 2- Etuve.
- 3- Balance électronique.

➤ **La méthode de travail :**

1. Prendre un échantillon de boues séchées;
2. Le poids du Creusst vide;
3. Le poids du creusst au l'étuve et l'échantillon séché après 7jours et après 18 jours;
4. Mettre l'échantillon dans l'étuve à 105 ° C pendant 24 heures;
5. Placez le creusst dans la sécheuse pour un court laps de temps;
6. Le poids de l'échantillon avec balance électronique.

✓ **Le loi de travail**

P_0 : Le poids du Creusst vide;

P_1 : Le poids du creusst + le poids de boues séché

P_2 : Le poids du creusst + le poids de boues séché Situé dans l'étuve

$$CCT = \frac{P_1 - P_0}{P_2 - P_0} \times 100$$

I. 3. 3.Détermination du potentiel en hydrogène (pH) :

Par définition, il est l'unité de mesure de la concentration en ions d'hydrogènes, permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il existe plusieurs méthodes de mesure du pH. La méthoderéalisée est électro métrique au pH mètre dans une suspension sol /eau (rapport 1/5) (JAROZ, 1985).

I. 3. 4.Détermination de la conductivité électrique :

La conductivité électrique s'effectue de la même manière que le pH (1/5 rapports du sol/eau), mais par le conductimètre à la place du pH mètre(SAMAI, 2007).

I. 3. 5. Dosage du Phosphate, Potassium, Magnésium, Calcium et Sodium :**➤ Phosphates (PO_2O_5):**

Il est mesuré à l'aide d'un Spectrophotomètre avec le réactif spécifique au PO_2O_5 ; bicarbonate de sodium à 0,9 m.

➤ Dosage du Potassium, Magnésium, Calcium, Sodium :

Cette analyse a été effectuée selon la méthode colorimétrique ou l'échantillon analysé est séché dans l'étuve (70°C pendant 72 heures), puis broyé. Après refroidissement progressif, on place 0.5 g de matière sèche dans une capsule en porcelaine mise à son tour dans un four à moufle dont la température est augmentée progressivement pour atteindre 500°C . Après refroidissement, les cendres récupérées sont soumises à une attaque acide par acide chlorhydrique à 2N. Par la suite les échantillons préparés sont soumis à une analyse colorimétrique.

II. Matériel végétal:

Pour notre essai concernant la plante-test des boues résiduelles, on a utilisé le poivron (*Capsicum Annuum*) leur utilisation comme de fumier pour cette culture.

III. Le sol et ses caractéristiques:

Il s'agit d'un sol du périmètre cultivé de la commune de Robbah qui est situé dans la partie Sud-Ouest de la wilaya d'El Oued.

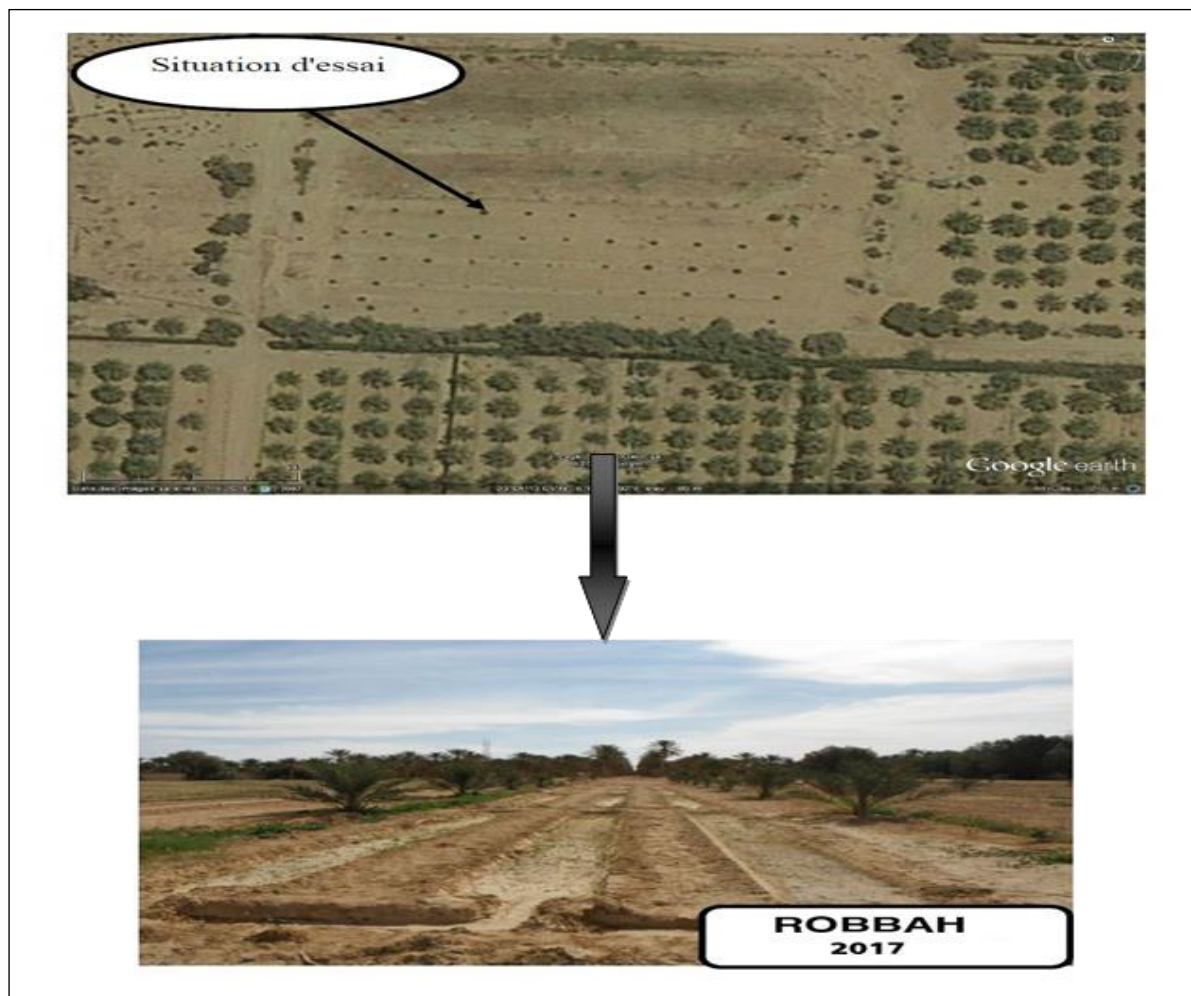


Figure N° 7: Situation géographique du périmètre cultivé.

Avant prise d'essai on a fait un échantillonnage du sol pour déterminer ces caractéristiques physico-chimiques.

III. 1. Analyses effectuées:

La préparation de l'échantillon est nécessaire pour le rendre représentatif à l'analyse. Les échantillons prélevés ont été tout d'abord séchés à l'air libre puis tamisés à 2mm. La fraction du sol < 2mm a été utilisée pour faire les analyses physico-chimiques.

III.1.1.Dosage d'Ammonium et Nitrates:

➤ Le principe :

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

➤ Méthode de travail :

- 1-Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- 2-Ajouter 4 ml du réactif I.
- 3- Ajouter 4 ml du réactif II et ajouter à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h.30mn.
- 4- Effectuer la lecture à 655nm.

IV. Dispositif de l'expérimentation :

Nous avons utilisé un dispositif expérimentale comprenant 4 parcelles d'une surface de 10m² chacune, disposées côte à côte. Les traitements appliqués correspondent à l'application au sol de trois doses de boues (b1, b2 et b3) soit 2.5, 5, 7.5 kg /m² avec un témoin qui correspond à un sol sans aucun apport de boues.

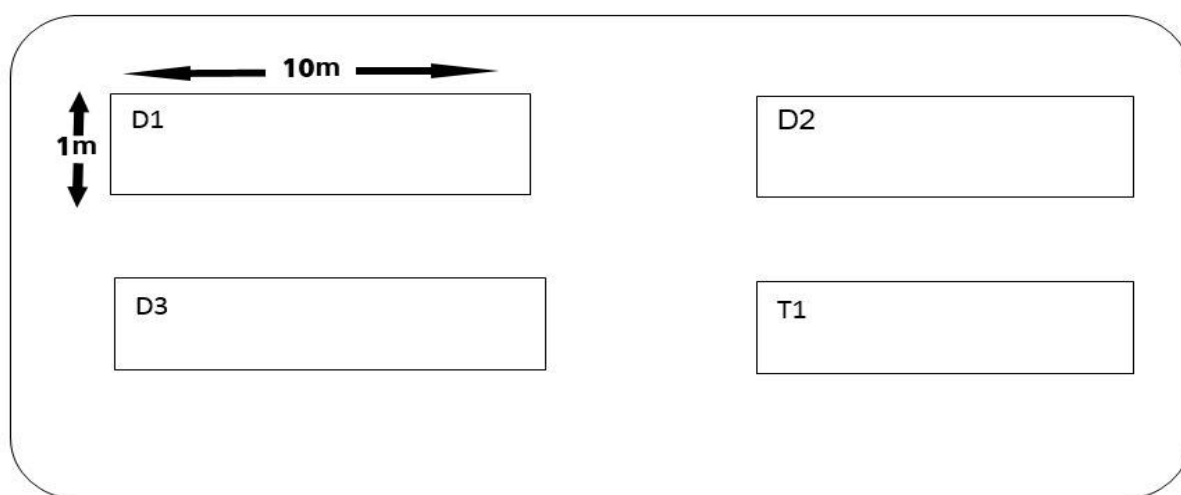


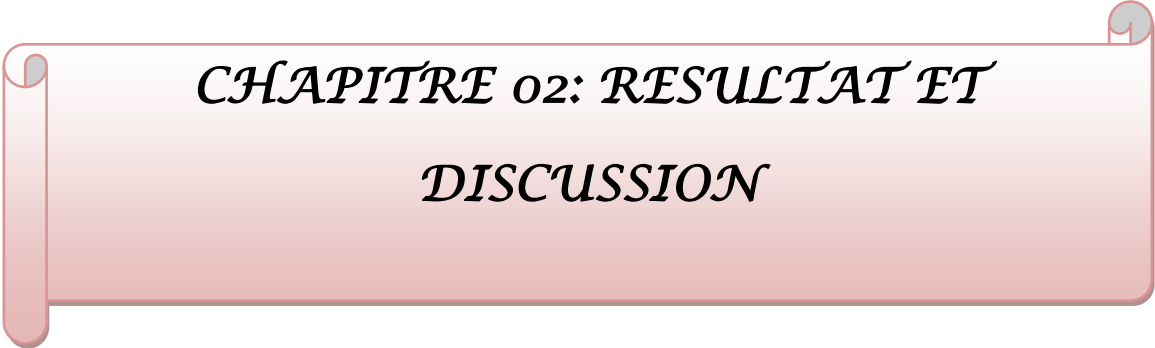
Figure 8: Schéma du dispositif expérimental.

La fertilisation s'est limitée à l'amendement organique par les boues résiduaire à différentes doses selon les données expérimentales.

Le semis a été réalisé le 02/05/2017 manuellement. L'irrigation est effectuée par submersion.

Au sein de chaque parcelle, nous avons mesuré le rendement par la pesée des poivres le 10/07/2017.

CHAPITRE 02



CHAPITRE 02: RESULTAT ET DISCUSSION

CHAPITRE 02: RESULTAT ET DISCUSSION

Avant l'étude de l'effet des boues résiduelles de la station d'épuration de Kouinine sur les caractéristiques physico- chimiques des sols et le rendement des cultures, il est nécessaire de déterminer de la qualité physico-chimique de ces boues.

1. Caractéristiques physico-chimiques des boues de la station d'épuration des eaux usées de Kouinine:

Les résultats des analyses physico-chimiques des boues de la station d'épuration de Kouinine sont représentés dans le tableau N°9.

L'examen de l'ensemble de ces résultats permet de distinguer les faits suivants :

- Les boues ayant une teneur de 95% de matière sèche MS, suivant la classification des boues proposée par l'AFNOR (**Thirion et chabot; 2003**); ces boues sont sèches;
- Le pH de la boue est 8.36, c'est un PH basique;
- Les boues ont une faible conductivité électrique (104.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$) ;
- La teneur de la boue en éléments fertilisants (le phosphore est 0.3%, le potassium est 0.81%) est acceptable et permettent de subvenir aux besoins des cultures même les plus exigeantes;
- Les cations sont présent en quantités importantes; 2122.8 ppm pour le magnésium, 2221.39 ppm pour le calcium et 265.15 ppm pour le sodium; qui montre leurs aptitudes à enrichir le sol en éléments minéraux.

Tableau N 9 : Caractéristiques physico-chimiques des boues.

Paramètres	Valeurs
Siccité(%)	95
pH	8.36
CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	104.9
P (%)	0.3
Mg ⁺⁺ (ppm)	2122.80
Ca ⁺⁺ (ppm)	2221.39
Na (ppm)	265 ,15

2. Effet des boues sur les caractéristiques physico-chimiques des sols:

1-Ammonium NH_4

Selon le résultat représenté dans la figure N°9; le sol a une teneur d'ammonium de 7.72ppm avant la culture et 8.68ppm après la culture; la quantité d'ammonium des sols augmente légèrement avec l'amendement par les boues. Ce indique l'effet positif de la boue sur le sol.

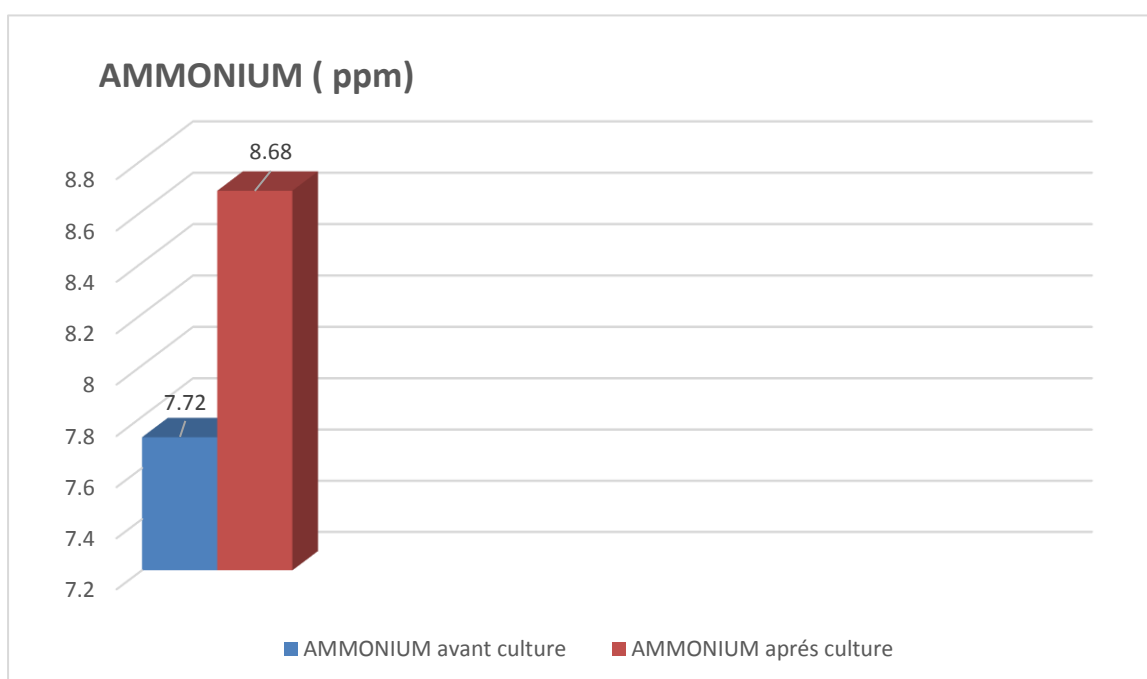


Figure N°09 : Teneur d'Ammonium dans le sol

2- Nitrates NO_3^-

L'analyse de la figure N°10 montre que la teneur de nitrates dans le sol avant la culture est faible (20.1ppm) qui est multipliée sept fois par l'utilisation des boues (140ppm).

Puisque, le nitrate est un élément minéral nutritif pour les végétaux et les microorganismes (BANAS et LATA; 2014), on peut dire que l'application permis d'augmenter la teneur du sol en éléments nutritifs.

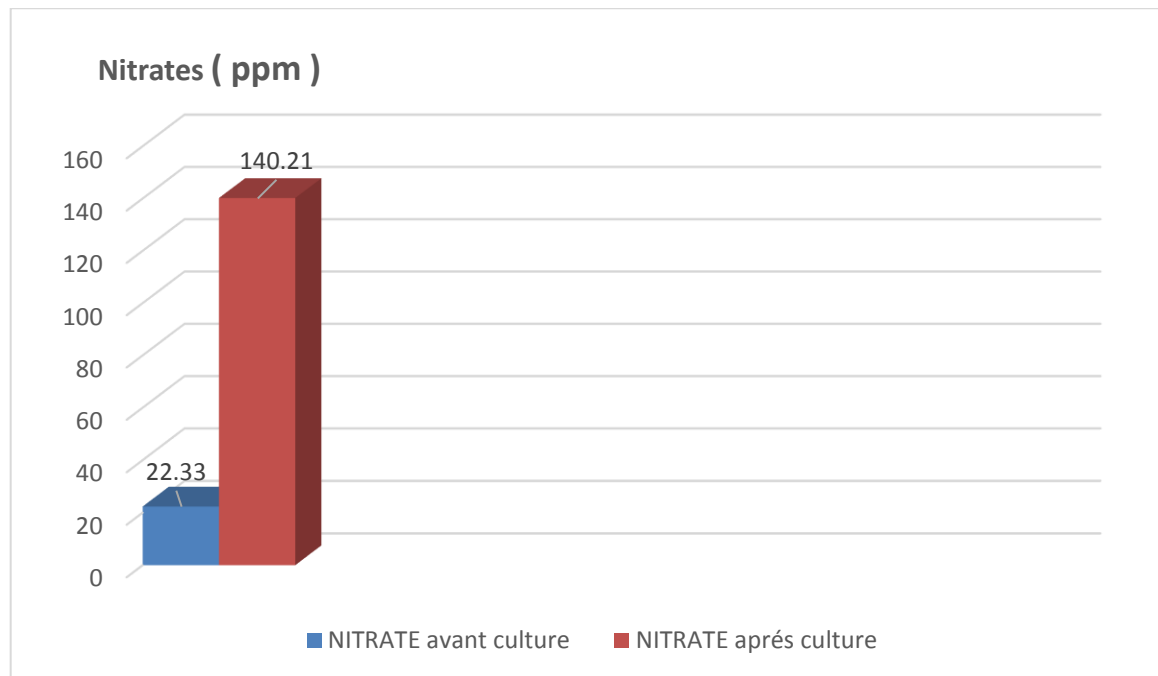


Figure N°10 : Teneur de Nitrates dans le sol

3- Phosphate P_2O_5

Selon la figure N°11, la teneur en phosphate dans le sol a diminué de 50.85 ppm avant la culture à 27.07 ppm après la culture, on peut expliquer cette diminution par l'absorption des phosphates par les plantes.

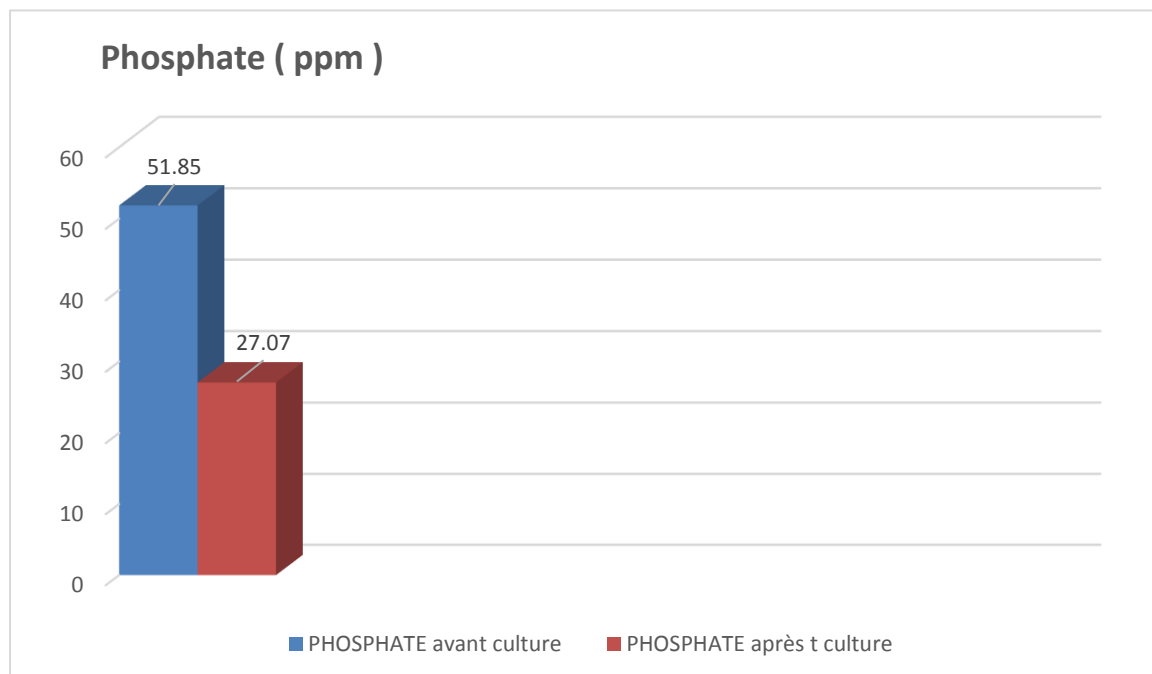


Figure N°11 : Teneur de phosphates dans le sol

4- Magnésium Mg

On constate que la teneur de magnésium est importante dans les sols après culture (124.93ppm) par rapport aux sols avant la culture (74.96ppm) (Figure 12).

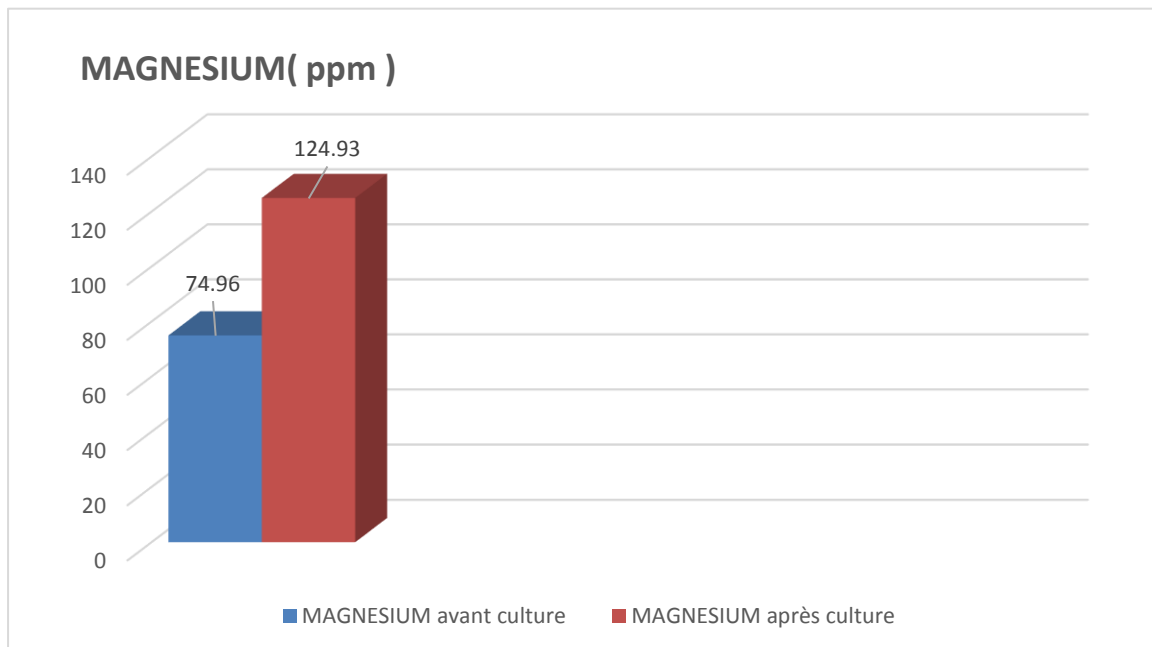


Figure N°12 : Teneur de Magnésium dans le sol

5- Calcium Ca

Selon la figure N°13, la teneur en calcium du sol augmente de 320.64 ppm avant la culture à 360.72 ppm après l'amendement par la boue.

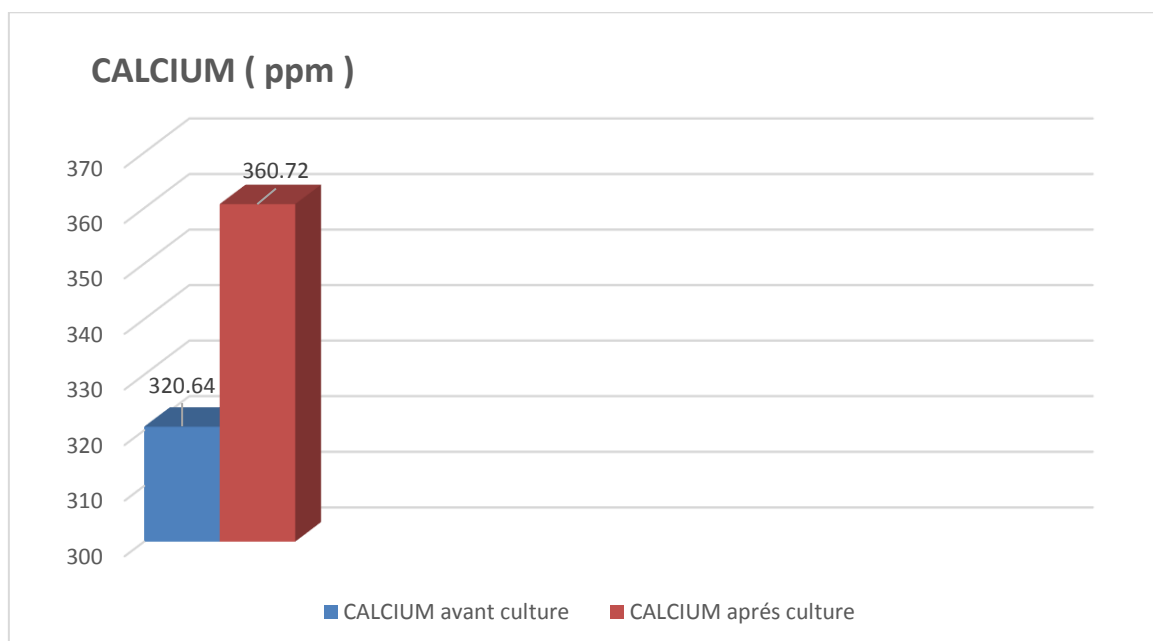


Figure N°13 : Teneur de Calcium dans le sol

6- Sodium Na

L'utilisation des boues dans l'amendement des sols permis d'augmenter de la teneur de sodium de 127.77 ppm à 664.58ppm (Figure 14).

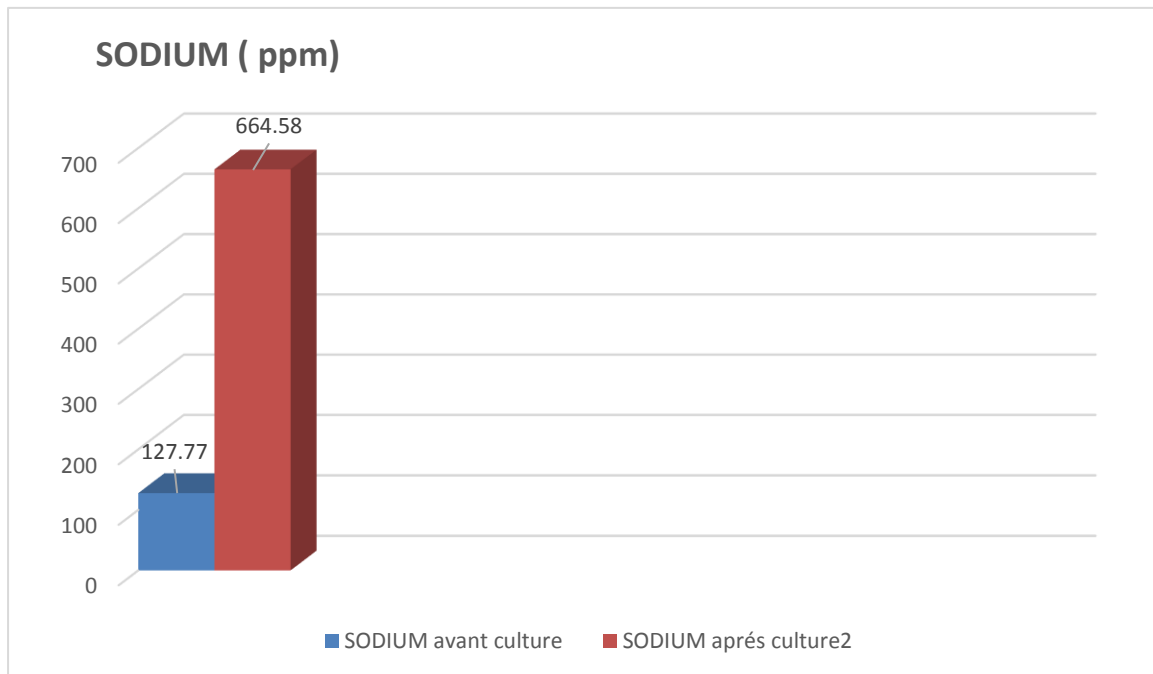


Figure N°14 : Teneur de Sodium dans le sol

3. Effet des boues sur le rendement des cultures:

Les observations sur le rendement, montrent la présence d'une relation de corrélation directe entre la dose de la boue d'amendement et le rendement, le meilleur rendement a été obtenu avec la dose de 7,5 kg/m² de boues, le plus faible étant obtenu pour le témoin (T). Cela est dû à l'effet des boues par l'apport d'éléments nutritifs nécessaires à la production de récoltes.

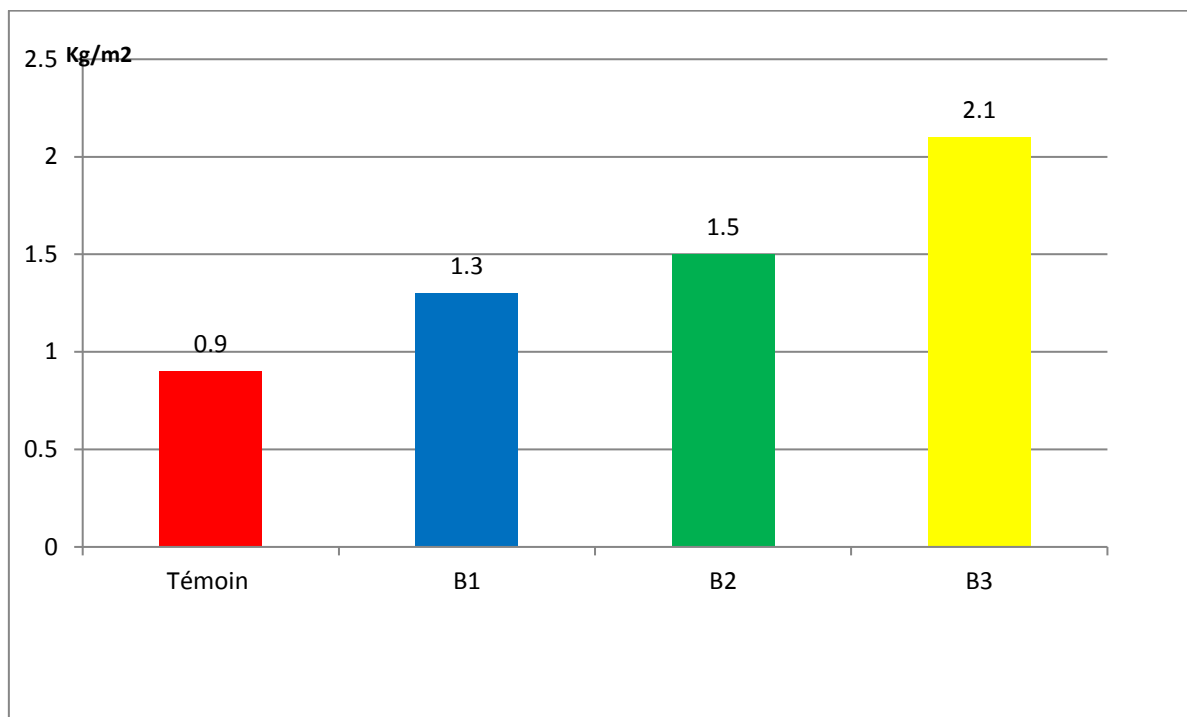


Figure N° 15 : Evolution des rendements en fonction des doses de boues appliquées

Conclusion

Cette étude met en évidence l'intérêt notable de l'utilisation des boues des stations d'épuration pour le sol et la culture. Elle permet en premier lieu de caractériser les boues issues de la station d'épuration de Kouinine.

Les valeurs obtenues montrent que les boues de type sec et caractérisées par un pH basique et une faible conductivité électrique. Elles ont une teneur en éléments fertilisants (le phosphore, le potassium) acceptable, les cations (le magnésium, le calcium et le sodium) sont présents en quantités importantes qui montrent leurs aptitudes à enrichir le sol en éléments minéraux.

L'application de ces boues en agriculture a en effet permis d'améliorer la richesse du sol en Ammonium, Nitrates, Magnésium, Calcium et Sodium et d'augmenter la production de la culture expérimentée.

Enfin, il serait très important de mener une étude sur la qualité microbiologique des boues et leurs teneurs en éléments traces afin de protéger l'environnement et la santé des travailleurs et des consommateurs.

Références bibliographique

Références bibliographique

1. **ADEME et CABINET A ., (1999)-** Situation du recyclage agricole des boues d'épuration urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde. Collection "valorisation agricole des boues d'épuration".
2. **ADEME., (1999) -** Situation du recyclage agricole des boues d'épuration urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde, Ademe édition, Paris, pp. 159.
3. **ALTAYANE et SOUFIYA D., (2009)-** Valorisation agricole et énergétique des boues issues de l'épuration des eaux usées de la ville Marrakeche . Mémoire de fin d'études, Université Cadi Ayyad Marrakech.
4. **ANONYME 3., (2003)-** Station d'épuration des eaux usées HaoudBerkaoui. Manuel d'entretien des équipements et d'exploitation de la station. Volume 1. SONATRACH , pp1-6
5. **ASSOCIATION FRANCAISEPOURL'ETUDEDES EAUX ., (1974).**
6. **AZOUZZI et AIT Y.,(2012)-** Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech. Mémoire de fin d'études, Université Cadi Ayyad Marrakech.
7. **AZZABI A .,(2012)-** Influence des boues résiduelles sur le comportement d'une culture sous-jacente à Tougourt .Mémoire de fin d'études, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA.
8. **BAES et MESMER E., (1976)-** The hydrolysis of cations.Wiley, New York, 496 p.
9. **BANAS et LATA J., (2014)-** Les boues. Laboratoire d'Ecologie Systématique et Evolution. Université Paris-Sud. France.10p.
10. **BARBER L., (1995)-** Soil Nutrient bio availability a mechanistic approach second edition. 361p.
11. **BETTAHAR et HAMDI A., (2011)-**Traitement des eaux usées urbaines par lagunage et possibilité de valorisation de sous-produits en pisciculture (cas de la station d'Ouargla).Mémoire .Ing. biologie aquaculture. Université Ouargla.65p.
12. **BOEGLIN J., (2001) –** Traitements et destinations finales des boues résiduelles ingénieur chimiste. Thèse d'Inge., IPI, Colmar, 26 p..
13. **BOEGLIN JEAN C., (2001)-** Propriétés des eaux naturelles. Dossier N° G1110. Environnement Technologies de l'eau. technique de l'ingénieur.
14. **CAUCHI et all .,(1996) -** Dossier : la réutilisation des eaux après épuration. Technique. Sciences et Méthodes2 -81-118p.
15. **CEMAGREF et all., (2002) -** Etude des prétraitement compacts basés uniquement sur Le tamisage fin, cas du traitement des eaux usées résiduelles Urbaines ou domestiques .e d.

Références bibliographique

99-109p.

16. **CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.,(2003)-** Détermination des nitrates et des nitrites dans les sols agricoles et les boues : extraction au KCl et dosage par la méthode colorimétrique automatisée avec le sulfate d'hydrazine et le N.E.D, MA. 205 – NO₃ 1.0, Ministère de l'Environnement du Québec, 2003, 17 p.

17. **CHEHMAA A.,(2011)-** Le Sahara en Algérie, Situation et défis. CMEP TASSILI N°09 MDU 754.pp1-8.

18. **CHICOUCHE M., (2004)-** Influence de l'ajout pozzolnique (argile cuite)sur les caractéristiques physico-chimiques des ciments. Thèse de magister, Université de Med BoudiafMslia.

19. **CNTPP.,(2014)-** Manuel du délégué pour l'environnement. Centre National des Technologies de production plus propre, 3^{ème} édition. Algérie. 22p.

20. **DAJOZ R., (1985) -** Précis de pédologie. Ed. Bordas. Paris. DunodUniversité.p 331

21. **DEBBAMB., (1998) -** Contribution à l'étude des boues résiduaire : intérêt

22. **DEGREEMENT., (1978) -** Mémento technique de l'eau usée, 8^{ème} Ed.

23. **DEGREMENT., (1978) -** Mémento technique de l'eau, 9^{ème} Edition, technique et

24. **DEGREMENT., (1989) -**Mémento technique de l'eau, 8^{ème} Edition, technique et

25. **DIGNAC et all., (2005)-** "Pyrolytic study of compost and waste organic matter."Org. Geochem 36: 1054-1071.

26. **DREUX P., (1974) -** Précis d'écologie. Ed. Presses Univ. France, Coll.«le biologiste» Paris, 231 p.

27. **FEDDY Y ., (1992)-** Diffusion de gaz, carbonique et retrait de la pâte de ciment durcit. thèse N°1108.

28. **FORMATION ET DE DOCUMENTATION SUR L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL, PARIS 06 – FRANCE.**

29. **GLEMAS P., (1980)-** Fertilisation Boue, gadoue , composts de finition

30. **GUERIN et THOMAZEAU., (1987)-** Environnement T 01.Edition doin.

31. **GRENIER Y., (1989) –** La valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux pour la fertilisation des forêts. Thèse ing Canada, rech, forest, l89 p.

32. **GRENIER Y., (1989) -** La valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux pour

33. **JAROZJ., (1985)-** Le traitement des boues des stations d'épuration, centre de

Références bibliographique

34. **JUSTE et CATROUX G., (1980)-** Intérêt agronomique des boues résiduelles et condition préalables a leurs utilisation .C.R . séminaire.EAS. Bale ,pp .1-24
35. **JU-ZHEN et LI-MINGZ., (2008)** Removal of methylene blue dye from aqueous solution
36. **KRAUSS et SALEQUE;(1987).** Determination of the radiant around a root by radio-autography frozen.soil.selection plant and soil.
37. **L'HOMME et LA NATURE. 31p.LEMEE G ., (1986)** –Précis d'écologie végétale. Edition Masson
38. **LE HYARIC R., (2009)-**Caractérisation, traitabilité et valorisation des refus de dégrillage des stations d'épurations. Thèse Doctorat Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain .L'Institut National des Sciences appliquées de Lyon, pp 30-34.
39. **LI et RUTHERFORD.,(1996)-** Effect of bauxite properties on the settling of red mud International Journal of Mineral Processing, vol. 48, pp.169-182.
40. **MAHMA S., (1995)-**Caractérisation physico-chimique des boues de station d'épuration de Touggourt : Intérêt agricole Thèse, Ingénieur, ITAS, Ouargla.65p.
41. **MATHIAN R., (1986)** - Les procédés physico-chimiques d'épuration des eaux
42. **MEKHALIF M., (2009)** - Réutilisation des eaux résiduelles industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mém. Magister. Pollution chimique et environnement. Université SKIKDA.158p.
43. **MESMOUDI T., (1990)** -Station d'épuration d'eaux usées de la ville de sidi OkbaW. Biskra thèse d'ingénieur en hydraulique Biskra.
44. **METAHRI M.,(2012)-** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes.cas de la STEP est de la ville de Tizi ouzou.These.doc. Agronomie .Géne des procédés. Université Tizi-Ouzou.172p
45. **MOREL J .,(1978)-** quelques aspects nouveaux de la dynamique du carbone et azote ann .agro. vol N°24. P357-379.
46. **NADJAH A., (1971)** - Les Oasis du Souf, Edit Maison de livre, Algérie.174p.
47. **NOZET H.,(1976)-** Textiles chimiques et fibres modernes, Edition Eyrolles, Paris,.page 237.
48. **O.N.M. Gmare.,(2011)** - Office National de la Météorologie Gmare.
49. **Office national d'assainissement(ONA),.(2007)-**
50. **OUAZANI R., (2009)** – Les boues des stations d'épuration. Cours Master I et Inge de Manage et Assaini. Université Cadi Ayad. FSSM, 26 p.Paris.
51. **PASSAVANT ., (1994)** – « Traitement des eaux et des boues » . Technique pour

Références bibliographique

protection de l'environnement .Edition ministère de l'intérieur .

52. **RADEEMA., (2007)** - Réalisation des études de schéma directeur d'assainissement liquide de la ville de Marrakech. Mission -A- : Investigations préliminaires, 400 p..
53. **RAMADE F., (2003)**– Eléments d'écologie – Ecologie appliquée. Ed. Mc Graw–Hill Inc.Paris, 576 p.
54. **SATIN et BECHIR S ., (1999)** -Guide technique de l'assainissement « Le Moniteur » 2ème édition, 354 p..
55. **STEP KOUININE., (2014)** -station technique d'épuration ponctuelle de Quinine.
56. **TAUZIN et JUSTE C., (1986)** - Effet de l'application à long terme de diverses matières fertilisantes sur l'enrichissement en métaux lourds des parcelles. Rapport du contrat 4084/93. Ministère de l'environnement, France.
57. **THEMAZEAU R., (1981)** - Station dépurative, eaux potables, eaux potables , eaux usées Ed LAVOISIR
58. **THIRION F et CHBOT F.,(2003)**- Epandage des boues résiduaires et effluents organiques, Matériels et pratiques. Cenagref . Paris.66p.
59. **TOURENQ et NGOCLAN T.,(1989)** -Mise en évidence des argiles par l'essai au bleu de méthylène » Application aux sols , roches et granulats .Edition Laboratoire central des ponts et chaussées. 82p
60. **TRAN Ngoc T., (2009)**- Valorisation de sédiments marins et fluviaux en technique routière l'Université d'Artois.Thèse de doctorat-Université d'Artois
61. **TRAN Ngoc T.,(2009)**- «Valorisation de sédiments marins et fluviaux en technique routière», Thèse de doctorat de l'université d'Artois. Spécialité : Génie Civil.
62. **VADE MICUM ., (1990)** – Références à l'usage des inspecteurs chargés de l
63. **VIEHLAND D.,(1996)**-Mesostructure of calcium silicate hydrate (CSH) gels in portland cement paste :shortrange ordering, Nanocrystallinity, and local compositional order.J.am.Ceram.Soc .79: p.1731-1744.
64. **VOISIN J.,(2004)** - Le Souf. Ed. El Walid, El-Oued. 319 p.
65. **ZINAT H.,(2010)**- Contribution à l'étude de la relation entre les microorganismes et les plantes au cours du procédé de traitement des eaux usées dans la station d'épuration Waste water Gardens. Mém .Ing. Eco et env. Ecosystème steppiques et sahariens. Université Ouargla.79p.
66. **ZURICH .,(1978)**- Liant minéraux.SociétéSuisse des Ingénieurs et Architect. Norme SIA 215.