



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Génie rural

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité: Science de l'eau

التخصص: علم المياه

Mémoire De Fin D'études

En vue de L'obtention Du Diplôme Master

**THEME**

**Effet à court terme de l'application des boues d'épuration urbaines brutes et compostées sur le pH et la porosité totale d'un sol alluvial cultivé dans la wilaya de Tizi-Ouzou**

Présenté Par : **TADJINE HOUDA**

Soutenu publiquement le 14 /12/2021

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

**M. CHABACA MN.**

**Professeur (ENSA, Alger)**

Co-promotrice :

**Mme OMOURI O.**

**Maitre- assistante A (UMMTO)**

Président (e) :

**M. SELLAM F.**

**Maitre- assistant A (ENSA, Alger)**

Examineurs :

**M. MERIDJA S.**

**Maitre de conférences B (ENSA, Alger)**

**M. MANSOURI D.**

**Maitre- assistant B (ENSA, Alger)**

2016/2021

## TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
LISTE DES TABLEAUX .....	I
LISTE DES FIGURES .....	II
LISTE DES ABREVIATIONS .....	IV
Introduction générale .....	1
I.1. Les sols alluviaux .....	3
1. Généralités .....	3
2. Définition des sols alluviaux .....	3
3. Caractéristiques des sols alluviaux .....	4
4. Répartition des sols alluviaux .....	5
4.1 Dans le monde .....	5
4.2 En Algérie .....	5
5. Formation et évolution des sols alluviaux .....	6
6. Classification des sols alluviaux .....	6
6.1 Classification américaine ou Soil Taxonomie (U.S.D.A, 1998) .....	6
6.2. Classification de la FAO (1998) .....	6
6.3. Classification française (CPCS, 1967) .....	7
7. Propriétés physico-chimiques des sols .....	8
7.1. Teneur en eau .....	8
7.2. Conductivité électrique .....	8

7.3. pH.....	8
7.4. Densité apparente .....	9
7.5. Porosité totale.....	9
7.6. Infiltration.....	9
II . Les boues urbaines et leur valorisation agricole .....	10
II.1. Définition et origine des boues urbaines.....	10
1. Législation de l'épandage des boues. ....	10
1.1 Dans le monde.....	10
2.2. En Algérie.....	10
2. Les différents types de boues .....	11
2.1 Boues primaires.....	11
2.2 Boues secondaires .....	11
2.3 Boues physico-chimiques.....	11
2.4 Boues mixtes .....	11
3. La composition des boues .....	12
3.1 Teneur en matières organiques.....	12
3.2 Éléments traces métalliques (ETM) .....	13
3.3 Composés traces organiques (CTO).....	13
3.4 Éléments minéraux .....	13
3.4.1 Azote .....	14
3.4.2 Phosphore .....	14
3.4.3 Potassium.....	14

3.4.4	Calcium .....	14
3.4.5	Magnésium .....	14
3.5	Micro-organismes pathogènes.....	14
4.	Caractéristiques des boues.....	15
4.1	Matières sèche (MS).....	15
4.2	Siccité .....	15
4.3	Matières en suspension MES .....	15
4.4	Matières volatiles (MV) .....	16
4.5	Viscosité .....	16
4.6	Indice de boue SVI (Sludge Volume Index) .....	16
5.	Procédés de traitement des boues .....	16
5.1	Stabilisation des boues .....	16
5.1.1	Stabilisation biologique .....	17
5.1.2	Stabilisation chimique .....	17
5.1.3	Stabilisation physique.....	17
5.2	Réduction de la teneur en eau.....	18
5.2.1	Épaississement des boues.....	18
5.2.2	Déshydratation.....	18
5.2.3	Le séchage .....	19
6.	Compostage .....	19
6.1	Processus du compostage .....	20
6.2	Intérêt agronomique et environnemental.....	20

6.3	Effet du compost de boues sur les propriétés des sols .....	21
6.4	Le compostage et son effet hygiénisant .....	21
7.	Les voies de valorisations et d'élimination des boues .....	21
7.1	Valorisation des boues.....	21
7.1.1	Valorisation thermique .....	22
7.1.2	Valorisation énergétique.....	22
7.1.3	Valorisation industrielle .....	22
7.1.4	Valorisation agricole .....	22
7.2	Élimination .....	23
8.	Intérêt agronomique des boues d'épuration .....	23
9.	Effets des boues urbaines sur le sol.....	25
9.1	Effet de l'épandage sur la composante bio chimique.....	25
9.1.1	Matières organiques mortes.....	25
9.1.2	Éléments minéraux .....	25
9.1.3	Capacité d'échange cationique et pH .....	26
9.2	Effets de l'épandage sur la composante physique.....	26
9.2.1	Structure et propriétés hydriques d'un sol amendé en boues .....	26
10.	Impacts environnementaux et sanitaires des boues .....	28
11.	Quantités des boues dans certaines stations d'épuration en Algérie .....	28
12.	Conclusion.....	29
	CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.....	30
1.	Objectif de l'étude .....	30

2. Description de la région d'étude.....	30
2.1 Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou .....	30
2.2 Contexte physique de la région .....	32
2.2.1 Géologie .....	32
2.2.2 Climatologie .....	32
2.2.3 Pédologie.....	34
3. Les boues résiduaires urbaines .....	34
3.1 Le choix des boues .....	34
3.2 Situation géographique de la STEP.....	35
3.3 Caractéristiques générales de la STEP de Boukhalfa.....	35
4. Le choix du sol .....	36
4.1 Le choix de la parcelle.....	36
4.2 Localisation, caractéristiques et paramètres de la parcelle.....	37
4.3 Dispositif expérimental .....	38
4.4 Échantillonnage du sol .....	39
4.4.1 Densité apparente et porosité totale.....	39
4.4.2 pH.....	40
4.5 Analyses du sol.....	41
4.5.1. La densité apparente (da).....	41
<b>4.5.1.1 Principe</b> .....	41
<b>4.5.1.2 Méthode</b> .....	41
4.5.2 Détermination de la porosité totale du sol.....	42

4.5.2.1	<b>Principe</b> .....	42
4.5.2.2	<b>Méthode</b> .....	43
4.5.2.3	<b>Calcul de la porosité totale (Pt)</b> .....	44
4.6	Analyses physico-chimiques .....	44
4.6.1	pH 44	
4.6.1.1	<b>Principe</b> .....	44
4.6.1.2	<b>Méthode</b> .....	44
4.6.2	Mesure du pH du sol .....	46
4.6.2.1	<b>Méthode</b> .....	46
4.6.2.2	<b>Interprétation du pH</b> .....	47
5.	Traitements statistiques .....	47
	Chapitre III : Résultats et discussion .....	48
	I. Résultats .....	48
1.	Les résultats du pH .....	48
1.1	Les résultats du pH 9 mois après épandage.....	48
1.1.1	Les résultats du pH 12 mois après épandage.....	50
1.1.2	Évolution du pH entre 9 et 12 mois après épandage .....	51
1.2	Porosité totale .....	52
1.2.1	Porosité totale 9 mois après épandage.....	52
1.2.2	Porosité totale 12 mois après épandage.....	53
1.2.3	Évolution de la porosité totale entre 9 et 12 mois .....	54
2.	Conclusion.....	55

II. Discussion .....	56
1. Effet de l'apport des boues urbaines et des boues compostées sur le pH du sol .....	56
2. Effet de l'apport des boues urbaines et des boues compostées sur la porosité totale du sol ....	56
Conclusion générale .....	58
Références bibliographiques.....	59
Annexes .....	69



## Résumé

Ce travail porte sur l'étude de l'évolution des paramètres physico-chimiques d'un sol alluvial sous l'effet de l'épandage de deux types de boues ; une boue urbaine brute et une boue compostée incorporées au sol à différentes doses. L'objectif est d'étudier l'effet de la boue sur les propriétés physiques et chimiques (porosité totale et pH). Nous avons suivi l'effet de quatre doses : 25, 50, 75 tonnes de boues urbaines compostées et 30 tonnes de boues urbaines brutes appliquées à l'hectare par rapport à un témoin sans boue. Les paramètres de l'étude ont été analysés sur la base de prélèvements effectués en deux temps : 9 mois après l'épandage des boues puis à 12 mois. Les résultats obtenus montrent que l'ajout au sol de deux types d'amendements organiques utilisés a eu un effet bénéfique sur les propriétés physiques et chimiques du sol en améliorant la porosité totale et le pH du sol.

**Mots clés :** la boue urbaine, boue compostée, porosité totale, pH, sol alluvial

### ملخص

يتعلق موضوع هذا العمل بدراسة تطور العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة الغرينية (تيزي وزو). تحت تأثير نوعين من الحمأة. تم دمج الطين الحضري والطين السماد في التربة بجرعات مختلفة. الهدف هو دراسة تأثير الحمأة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية (المسامية الكلية ودرجة الحموضة). وهكذا قمنا بفحص نتيجة أربع جرعات: 25، 50، 75 طنًا من الحمأة الحضرية المُسمّدة و30 طنًا من الحمأة الحضرية الخام المطبقة لكل هكتار مقارنة بالمجموعة الضابطة بدون الحمأة. تم تحليل معاملات الدراسة على أساس العينات المأخوذة على مرحلتين: 9 أشهر بعد نثر الحمأة ثم بعد 12 شهرًا. أظهرت النتائج أن إضافة نوعين من التعديلات العضوية المستخدمة إلى التربة كان لهما أثر مفيد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. يحسن المسامية الكلية ودرجة الحموضة. من النتائج التي حصلنا عليها، استنتجنا أن تأثير إضافة الحمأة التي استخدمناها مفيد على المعلمات: يحسن المسامية الكلية ويزيد الرقم الهيدروجيني.

الكلمات المفتاحية: الطين الحضري، الطين السماد، المسامية الكلية، الأس الهيدروجيني، التربة الغرينية.

### Abstract

The theme of this work relates to the study of the evolution of the physical and chemical parameters of an alluvial soil (Tizi Ouzou). Under the effect of two types of sludge; urban mud and composted mud incorporated into the soil at different doses.

The objective is to study the effect of sludge on the physical and chemical properties (total porosity and pH). Thus we examined the consequence of four doses: 25, 50, 75 tons of composted urban sludge and 30 tons of raw urban sludge applied per hectare compared to a control without sludge. The study parameters were analyzed on the basis of samples taken in two stages: 9 months after spreading the sludge and then at 12 months. The results obtained show that the addition to the soil of two types of organic amendments used had a beneficial effect on the physical and chemical properties of the soil. It improved total porosity and pH.

From the results we obtained, we conclude that the effect of adding the sludge that we used is beneficial on the parameters: improves the total porosity and increases the pH.

**Keywords:** urban mud, total porosity, pH, alluvial soil, composted mud.