



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الفلاحة
Ecole Supérieure Agronomique El herrach – Alger

Département: Génie Rural
Spécialité: Sciences et techniques des agroéquipements

القسم هندسة ريفية
التخصص علوم وتقنيات تجهيزات الفلاحة

Mémoire De Fin D'études
Pour L'obtention du Diplôme de Master
THEME

Étude de l'effet du tassement mécanique d'un sol limoneux sur quelques propriétés physiques du sol en contexte de labour conventionnel

Présenté Par:

Soutenu 22/10/2025

GHODBANE Hadyl
DAHMANE Fatima Zohra

Devant le jury composé de:

Président:

Mr. FEDDAL Mohammed Amine Professeur à l'ENSA d'El-Harrach.

Mémoire dirigé par:

Mme. LABAD Rima Maître de conférence à l'ENSA d'El-Herrach

Examineur:

Dr. Mohehmedi Zekari MCA. ENSA

Promotion: 2020 / 2025

Table des matières

Liste des figures.....	11
Liste des tableaux	12
Liste des abréviations	13
Introduction Générale	1
I. Etude Bibliographique	3
Introduction	3
I.1. Systèmes agricoles	3
I.2. Système conventionnel	4
I.2.1. Caractéristiques de système	4
I.3. Système de conservation	5
I.3.1. Evaluation de la conservation des sols	6
I.4. L'agriculture conventionnelle par apport à d'autres systèmes agricoles	7
I.5. Systèmes conventionnels à l'échelle mondiale	8
I.6. Compactage du sol	9
I.6.1. Les types de compaction des sols	10
I.6.1.1. Compaction de la surface	10
I.6.1.2. Compaction de profondeur.....	10
I.6.1.3. La semelle de labour	11
I.6.2. Facteurs influençant le compactage du sol	11
I.6.2.1. Humidité du sol	12
I.6.2.2. La charge attelée	13
I.6.2.3. Pneumatique et surface de contact	13
I.6.2.4. Caractéristiques physico-mécaniques du sol.....	14
I.6.3. Conséquences du compactage sur les sols	15
I.6.4. Impact des propriétés de sol sur le compactage	16
I.6.5. Approches pour limiter le compactage	17
I.6.5.1. Phase 1	18
I.6.5.2. Phase 2	18
I.6.5.3. Phase 3	18
I.6.5.4. Phase 4	18

Conclusion	19
II. Matériels et méthodes.....	20
Introduction.....	20
II.1. Objectif de l'étude	20
II.2. Zone d'étude.....	20
II.2.1 Conditions climatique.....	21
II.2.2. Caractéristique pédologique	22
II.3. Déroulement de l'essai	23
II.3.1. Dispositif expérimental	23
II.3.2. Matériel agricole utilisé.....	24
II.3.2.1. Tracteur agricole.....	24
II.3.2.1.1. Pneumatique	25
II.3.2.2 Charrue à socs	27
II.3.2.3. Cover crop utilisé	27
II.3.2.4. Vibroculteur	28
II.3.3. Paramètres mesurés	29
II.3.3.1. Humidité du sol	29
II.3.3.2. Densité apparente et porosité.....	31
II.3.3.3. Résistance à la pénétration	33
II.3.3.4. Pénétrromètre.....	34
III. Résultats et discussion	36
Introduction.....	36
III.1. L'humidité du sol.....	36
III.2. Porosité.....	38
III.3. Résistance pénétrométrique	40
III.4. Analyse statistique.....	42
III.4.1. Analyse de l'effet de la succession des outils aratoires sur la porosité.....	42
III.4.1.1. Test de Kruskal-Wallis	43
III.4.1.2. Interprétation du test	43
III.4.1.3. Comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Steel-Dwass-Critchlow- ..	43
Fligner / Test bilatéral	43
III.4.2. Analyse de l'effet de la succession des outils aratoires sur l'humidité du sol.....	44
III.4.2.1. Test de Kruskal-Wallis	44

III.4.2.3. Comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner / Test bilatéral	44
III.4.3. Effet de la succession des outils aratoires sur Rp	45
III.4.3.1 Test de Kruskal-Wallis	45
III.4.3.2. Interprétation du test	45
III.4.3.3. Comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner / Test bilatéral	46
III.4.4. Analyses statistiques de relation entre différents paramètres étudiés.	46
III.4.4.1. Présentation de la matrice de corrélation des différents paramètres étudiés pour les chaînes d'outils	46
III.4.4.2. Analyse de la corrélation entre les différentes variables étudiées	48
III.4.4.3. Matrice de corrélation (Pearson)	48
III.4.4.4. Relation entre les paramètres du sol.....	51
III.4.4.4.1. La relation entre Rp, SMC et P	51
III.4.5. Analyse de la relation entre la résistance à la pénétration, l'humidité et la porosité du sol	53
Conclusion générale	55
Références	57

Abstract

Soil compaction is today one of the main factors contributing to the physical degradation of agricultural land, particularly in conventional farming systems, where repeated passes of machinery and tillage implements exert significant pressure on the upper soil layers. This study aims to better understand soil behavior under mechanical stress in conventional tillage conditions. The main objective is to assess the effect of successive machinery passes on the soil's physical structure by analyzing three fundamental parameters: moisture content, porosity, and penetration resistance. The fieldwork was carried out during the 2024/2025 agricultural season on a plot managed under a conventional system. Sampling and measurements were conducted at different depths to evaluate the intensity of compaction and the vertical variability of soil properties. The results obtained reveal a notable increase in penetrometric resistance and a gradual decrease in porosity following equipment passes, indicating a tightening of soil particles and a reduction in permeability. Soil moisture proved to be a determining factor in the degree of compaction observed: the wetter the soil, the more susceptible it becomes to applied pressure. When compared with previous research, the study confirms that conventional tillage, although widely used, tends to accelerate the physical degradation of soils. It therefore highlights the need to adopt more sustainable management practices and to consider the integration of soil conservation techniques in order to preserve soil structural quality and ensure the long-term sustainability of agricultural production systems.

Résumé

Le compactage du sol représente aujourd'hui l'un des principaux facteurs de dégradation physique des terres agricoles, notamment dans les systèmes conventionnels où les passages répétés des engins et outils aratoires exercent une pression importante sur les couches superficielles. Cette étude s'inscrit dans une démarche visant à mieux comprendre le comportement du sol soumis à ces contraintes mécaniques en technique conventionnelle. L'objectif principal est d'évaluer l'effet des passages successifs du matériel agricole sur la structure physique du sol, à travers l'analyse de trois paramètres fondamentaux : l'humidité, la porosité et la résistance à la pénétration. Le travail a été réalisé durant la campagne agricole 2024/2025 sur une parcelle exploitée en système conventionnel. Des prélèvements et mesures ont été effectués à différentes profondeurs pour apprécier l'intensité du compactage et la variabilité verticale des propriétés du sol. Les résultats obtenus montrent une augmentation notable de la résistance pénétrométrique ainsi qu'une diminution progressive de la porosité après le passage des outils, traduisant un resserrement des particules et une réduction de la perméabilité. L'humidité du sol s'est révélée être un facteur déterminant dans le degré de compaction observé : plus le sol est humide, plus il devient sensible à la pression exercée. En confrontant ces résultats aux travaux antérieurs, l'étude confirme que la technique conventionnelle, bien que largement utilisée, tend à accélérer la dégradation physique du sol. Elle souligne la nécessité d'adopter des pratiques de gestion plus raisonnées et d'envisager l'intégration de techniques de conservation afin de préserver la qualité structurelle du sol et la durabilité des systèmes de production agricole.

الملخص

يُعدّ انضغاط التربة أحد أهم العوامل المؤدية إلى تدهور الخصائص الفيزيائية للأراضي الزراعية، خصوصًا في النظم الزراعية التقليدية حيث تتعرض التربة لضغط ميكانيكي متكرر نتيجة مرور الآلات والمعدات الفلاحية. تهدف هذه الدراسة إلى فهم سلوك التربة تحت تأثير عمليات الحرث المتكررة في النظام التقليدي، وذلك من خلال تقييم تأثير مرور الأدوات الزراعية على البنية الفيزيائية للتربة.

يرتكز هذا العمل على تحليل ثلاثة مؤشرات أساسية هي: رطوبة التربة، مساميتها، ومقاومتها للاختراق. وقد أُجريت التجارب خلال الموسم الزراعي 2025/2024 على قطعة أرض تُدار بالنظام التقليدي، حيث تم أخذ عينات وقياس الخصائص الفيزيائية على أعماق مختلفة لتحديد شدة الانضغاط وتوزيعه العمودي داخل طبقات التربة. أظهرت النتائج زيادة واضحة في مقاومة التربة للاختراق وانخفاضًا تدريجيًا في نسبة المسامية بعد مرور المعدات الزراعية، مما يشير إلى تماسك الجزيئات وانخفاض قدرة التربة على نفاذ الماء والهواء. كما تبين أن رطوبة التربة تلعب دورًا أساسيًا في درجة الانضغاط، إذ تزداد حساسية التربة كلما ارتفعت نسبة الرطوبة.

ومن خلال مقارنة هذه النتائج مع الدراسات السابقة، يتضح أن النظام التقليدي رغم شيوع استخدامه، يُسهم في تسريع تدهور البنية الفيزيائية للتربة. وتؤكد الدراسة ضرورة اعتماد ممارسات زراعية أكثر ترشيديًا، والعمل على إدماج تقنيات الزراعة

المحافظة من أجل الحفاظ على جودة التربة وضمان استدامة الإنتاج الزراعي.