



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Science des sols

القسم: علم التربة

Spécialité : Sol, protection et mise en valeur des terres

التخصص: التربة، حماية وتحسين الاراض

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

**Etude du rôle de la matière organique dans
l'amélioration des propriétés mécaniques d'un sol
limoneux.**

Présenté Par : M^{elle} AILANE Samah

Soutenu le : 22/12/2022

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M. OULDFERROUKH M.E.H.

Maitre-assistant A à l'ENSA

Président :

M. DAOUD Y.

Professeur à l'ENSA

Examineurs :

M. HADJ MILOUD S.

Maitre de conférence A à l'ENSA

M. OUAMERALI A.

Maitre-assistant A à l'ENSA

Promotion : 2019 – 2022

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES PHOTOS	VIII
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES ABREVIATIONS.....	X
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.COMPACTAGE DU SOL	3
1.DEFINITION DU COMPACTAGE DU SOL.....	3
2.LES DIFFERENTS TYPES DE COMPACTAGE	3
2.1. Les machines agricoles	3
2.2. Le piétinement des animaux	3
2.3. Le piétinement humain	4
3.FACTEURS POUVANT INFLUENCER LE COMPACTAGE DU SOL	5
3.1. L'énergie appliquée	5
3.2. La texture du sol.....	5
3.3. La teneur en eau du sol	6
3.4. La matière organique	6
3.5. La salinité du sol.....	9
3.6. Le calcaire	9
4.CONSEQUENCES DU COMPACTAGE	10
4.1. Sur la structure du sol	10
4.2. Sur la porosité et la densité apparente	10
4.3. Sur la rétention en eau	11

4.4. Sur l'enracinement	11
4.5. Sur la biologie du sol	12
4.6. Sur le rendement	12
5. METHODES DE MESURE DU COMPACTAGE	13
5.1. Test Proctor	13
5.2. Compactage statique	14
5.3. Essais de résistance à la compression uniaxiale	15
II. LES LIMITES D'ATTERBERG	16
1. DEFINITIONS.....	16
1.1 La limite de retrait (LR)	16
1.2. La limite de plasticité (LP)	17
1.3. La limite de liquidité (LL).....	17
1.4. L'indice de plasticité (IP)	17
2. FACTEURS INFLUENÇANT LES LIMITES D'ATTERBERG	17
2.1. La texture	17
2.1.1. Sur la limite de retrait	17
2.1.2. Sur la limite de plasticité et la limite de liquidité.....	18
2.2. La minéralogie des argiles	18
2.3. La matière organique	19
2.3.1. Sur la limite de plasticité et la limite de liquidité.....	19
2.3.2. Sur la limite de retrait	19
3. METHODES DE MESURE DES LIMITES D'ATTERBERG	20
3.1. La Limite de plasticité : méthode au rouleau	20
3.2. La Limite de liquidité	20
3.3. Limite de retrait	20

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	21
1.MATERIEL.....	21
1.1. Le sol.....	21
1.2. Le fumier de bovin.....	22
1.3.Les mélanges sol/matière organique	22
2.METHODES.....	23
2.1.Analyses de caractérisation du sol.....	23
2.2.Essai Proctor	24
2.2.1.Préparation du matériau	24
2.2.2.Procédé opératoire.....	24
2.2.2.1.Caractéristiques des outils utilisés	24
2.2.2.2.Choix des énergies de compactage.	25
2.2.2.3.Calcul de la porosité totale	26
2.3.Les limites d'Atterberg	26
2.3.1.La Limite de plasticité (LP)	26
2.3.2.La Limite de liquidité (LL)	27
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	28
I. LE TEST PROCTOR.....	28
1.PRESENTATION DES RESULTATS.....	28
1.2.Description des courbes de compactage de D_0 à différentes contraintes mécaniques	28
1.2.1. D_0 sous l'énergie de compactage E_{523}	28
1.2.2. D_0 sous l'énergie de compactage E_{1308}	29
1.2.3. D_0 sous l'énergie de compactage E_{2093}	30
1.3. Description des courbes de compactage de D_1 à différentes contraintes mécaniques	30

1.3.1.D ₁ sous l'énergie de compactage E ₅₂₃	30
1.3.2.D ₁ sous l'énergie de compactage E ₁₃₀₈	31
1.3.3.D ₁ sous l'énergie de compactage E ₂₀₉₃	32
1.4. Description des courbes de compactage de D ₂ à différentes contraintes mécaniques...32	
1.4.1.D ₂ sous l'énergie de compactage E ₅₂₃	32
1.4.2.D ₂ sous l'énergie de compactage E ₁₃₀₈	33
1.4.3.D ₂ sous l'énergie de compactage E ₂₀₉₃	34
2. EFFET DE LA M.O SUR LE COMPACTAGE DU SOL.....	34
3. EFFET DE LA VARIATION DE L'ENERGIE APPLIQUEE SUR LE COMPACTAGE DU SOL.....	37
4. EFFET DES DIFFERENTES ENERGIES ET DE LA MO SUR LA POROSITE DES TROIS SOLS	39
II. LES LIMITES D'ATTERBERG	42
1. PRESENTATION DES RESULTATS.....	42
1.1. Limite de liquidité (LL)	42
1.1.1.Limite de liquidité de D ₀	42
1.1.2.Limite de liquidité de D ₁	43
1.1.3.Limite de liquidité de D ₂	43
1.1.4.Comparaison de W _{LL} (%) des trois matériaux	44
1.2. Limite de plasticité (LP)	45
1.3. Indice de plasticité (IP)	45
DISCUSSION	50
CONCLUSION.....	50
REFERENC ES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

RESUME

Dans cette étude, il s'agissait d'analyser le comportement mécanique d'un sol "limon fin" ayant 1,24% de matière organique et de deux autres matériaux constitués de ce sol et de 3,70% et 6,16% de M.O, apportée sous forme de fumier de bovin. En testant trois énergies de compactage croissantes (E_{523} , E_{1308} , et E_{2093}), l'importance de la contrainte appliquée dans la réorganisation du sol en structure plus serrée a été vérifié. Cela provoque l'apparition de l'Optimum Proctor plus rapidement (moins d'eau) et avec une masse volumique plus élevée.

Le rôle protecteur de la M.O contre le compactage a été également démontré. L'optimum Proctor est alors atteint moins rapidement et avec moins de sévérité (plus faible masse volumique) grâce à la présence de M.O, quel que soit la force appliquée.

La matière organique semble également améliorer la résistance au risque de l'érosion en masse, par exemple, en décalant l'apparition de la limite de liquidité à des teneurs en eau plus importantes. L'entrée en plasticité nécessite aussi plus d'eau du fait de plus de M.O. Il faut cependant, remarquer qu'un seuil en M.O semble limiter cette réponse.

Mots-clés : sol, limon fin, matière organique, compactage, Proctor, limites d'Atterberg

ملخص

في هذه الدراسة ، كان الأمر يتعلق بتحليل السلوك الميكانيكي لتربة "الطمي الناعم" التي تحتوي على 1.24% من المواد العضوية ومادتان أخريان مكونتان من هذه التربة و 3.70% و 6.16% من المادة العضوية، يتم توفيرها على شكل روث الماشية. من خلال اختبار ثلاث طاقات ضغط متزايدة (E_{523} و E_{1308} و E_{2093}) ، تم التحقق من أهمية الضغط المطبق في إعادة تنظيم التربة إلى بنية أكثر إحكامًا. وهذا يتسبب في ظهور Optimum Proctor بشكل أسرع (أقل من الماء) وبكثافة أعلى .

كما تم توضيح الدور الوقائي لـ M.O ضد الضغط. ثم يتم الوصول إلى المستوى الأمثل من Proctor بسرعة أقل وبشدة أقل (كثافة أقل) بفضل وجود M.O ، مهما كانت القوة المطبقة.

يبدو أن المادة العضوية تعمل أيضًا على تحسين مقاومة مخاطر التآكل الكلي ، على سبيل المثال ، عن طريق تأخير ظهور الحد السائل عند محتويات الماء الأعلى. يتطلب الدخول إلى اللينة أيضًا مزيدًا من الماء بسبب وجود المزيد من المادة العضوية. ومع ذلك ، تجدر الإشارة إلى أن العتبة في المادة العضوية يبدو أنها تحد من هذه الاستجابة.

الكلمات المفتاحية : التربة، الطمي الناعم، المادة العضوية ، الضغط ، Proctor ، حدود Atterbeg .

ABSTRACT

In this study, it was a question of analyzing the mechanical behavior of a "fine silt" soil having 1.24% organic matter and two other materials made up of this soil and 3.70% and 6.16% of M.O, supplied in the form of cattle manure. By testing three increasing compaction energies (E_{523} , E_{1308} , and E_{2093}), the importance of applied stress in reorganizing the soil into a tighter structure was verified. This causes the Optimum Proctor to appear more quickly (less of water) and with a higher density.

The protective role of M.O against compaction has also been demonstrated. The Proctor optimum is then reached less quickly and with less severity (lower density) thanks to the presence of M.O, whatever the force applied.

Organic matter also seems to improve the resistance to the risk of mass erosion, for example, by delaying the appearance of the liquid limit at higher water contents. The entry into plasticity also requires more water because of more M.O. It should however be noted that a threshold in M.O seems to limit this response.

Keywords :soil, silt loam, compaction, organic matter (O.M), Proctor, Atterberg limits.