



الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية



République Algérienne Démocratique Et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش الجزائر

Ecole nationale supérieure agronomique-El Harrach-Alger

Département : Génie rural

القسم : الهندسة الريفية

Spécialité : Sciences et techniques

التخصص : علوم وتقنيات تجهيزات الفلاحة

Des Agroéquipements

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

Analyse expérimentale des performances de traction des tracteurs agricoles en système conventionnel

Présenté par : MAHDJOUB Malak

Soutenu Publiquement le :21/06/2026

Devant le jury composé de :

Président :

M. FEDDAL Mohamed Amine

Professeur à l'ENSA d'El-Harrach

Promotrice :

Mme. LABAD Rima

Maitre de conférences A à l'ENSA d'El-Harrach

Examineur :

M. MOHAMMEDI Zekari

Maitre de conférences A à l'ENSA d'El-Harrach

Promotion : 2021/2026

Résumé

Dans le cadre du travail conventionnel du sol, les performances de traction des tracteurs agricoles sont un facteur essentiel pour évaluer l'efficacité énergétique et de la productivité des travaux agricoles. Ces performances dépendent étroitement des interactions entre les paramètres du sol, les outils aratoires et les conditions du travail. Cette étude s'inscrit dans une démarche visant à analyser les performances de traction du tracteur agricole en relation avec les paramètres de sol lors du travail conventionnel. L'objectif principale est de déterminer les performances de traction du deux tracteurs agricoles en travail conventionnel et sous l'influence des paramètres du sol, en analysant les variables essentielles tels que l'humidité, la porosité, la densité apparente, le taux de saturation de la porosité et la résistance à la pénétration. Le travail a été réalisé durant la campagne agricole 2025/2026 sur deux parcelles, l'une à la station expérimentale de l'École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) d'El-Harrach et l'autre la station expérimentale d'Institut Technique des Grandes Cultures (l'ITGC). Les résultats obtenus montrent que les paramètres du sol influencent les performances de traction du tracteur, comme observé dans le site (ENSA). De plus le surdimensionnement du travail de la charrue a un impact notable sur ces performances, comme constaté dans le site (l'ITGC). Enfin, le glissement du tracteur, influencé par le poids du tracteur-outil dans les deux sites étudiés. Ces observations confirment qu'il est nécessaire de contrôler les paramètres du sol, les dimensions du travail, ainsi que les caractéristiques techniques du tracteur pour optimiser les performances de traction et éviter les pertes d'énergie.

Mots-clés : Performances de traction, tracteur, glissement, travail conventionnel, paramètres du sol, poids tracteurs-outils.

Abstract

In conventional tillage, the traction performance of agricultural tractors is a key factor in assessing the energy efficiency and productivity of agricultural work. This performance is closely linked to the interactions between soil parameters; tillage implements and working conditions. This study forms part of an initiative aimed at analyzing the traction performance of agricultural tractors under the influence of soil parameters during conventional farming practices. The main objective is to determine the traction performance of two agricultural tractors during conventional tillage and under the influence of soil parameters, by analyzing key variables such as moisture content, porosity, bulk density, porosity saturation and penetration resistance. The work was carried out during the 2025/2026 agricultural season on two plots, one at the experimental station of the National School of Agronomy (ENSA) in El-Harrach and the other at the experimental station of the Technical Institute of Field Crops (ITGC). The results obtained show that soil parameters influence the tractor's traction performance, as observed at the ENSA site. Furthermore, over-tilling with the plough has a significant impact on this performance, as noted at the ITGC site. Finally, tractor slippage was influenced by the weight of the tractor-implement combination at both sites studied. These observations confirm that it is necessary to control soil parameters, ploughing depth, and the technical characteristics of the tractor in order to optimize traction performance and avoid energy losses.

Keywords: Traction performances, tractor, slippage, conventional tillage, soil parameters, tractor-implement weight.

ملخص

في إطار الزراعة التقليدية، تُعد أداءات الجر لدى الجرارات الزراعية عاملاً أساسياً لتقييم كفاءة الطاقة والإنتاجية في الأعمال الزراعية. وترتبط هذه الأداءات ارتباطاً وثيقاً بالتفاعلات بين خصائص التربة وأدوات الحراثة وظروف العمل. تتدرج هذه الدراسة في إطار نهج يهدف إلى تحليل أداء الجر للجرار الزراعي تحت تأثير معلمات التربة أثناء الممارسات الزراعية التقليدية. الهدف الرئيسي هو تحديد أداء الجر لجرارين زراعيين في العمل التقليدي وتحت تأثير معلمات التربة، من خلال تحليل المتغيرات الأساسية مثل الرطوبة، والمسامية، والكثافة الظاهرية، ومعدل تشبع المسامية، ومقاومة الاختراق. وقد تم تنفيذ هذا العمل خلال الموسم الزراعي 2025/2026 على قطعتين من الأرض، إحداهما في المحطة التجريبية التابعة للمدرسة الوطنية العليا للزراعة (ENSA) في الحراش، والأخرى في المحطة التجريبية التابعة للمعهد التقني للزراعة (ITGC). تُظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن معلمات التربة تؤثر على أداء الجر للجرار، كما لوحظ في موقع (ENSA) علاوة على ذلك، فإن زيادة حجم عمل المحراث له تأثير ملحوظ على هذا الأداء، كما لوحظ في موقع (ITGC) وأخيراً، فإن انزلاق الجرار يتأثر بوزن الجرار والآلة في الموقعين المدروسين. تؤكد هذه الملاحظات على ضرورة التحكم في معلمات التربة، وأبعاد العمل، وكذلك الخصائص التقنية للجرار من أجل تحسين أداء الجر وتجنب فقدان الطاقة.

الكلمات المفتاحية: أداء الجر، الجرار، الانزلاق، العمل التقليدي، معلمات التربة، وزن الجرار-

الأداة

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Résumé

Introduction générale..... 1

premier chapitre:Etude bibliographique

Introduction 4

1.1. Travail du sol conventionnel et exigences en traction..... 4

1.1.1.Réglage des outils et gestion de la charge tractée 5

1.1.2.Utilisation optimale du tracteur..... 5

1.2. Optimisation des performances de traction en système conventionnel..... 6

1.2.1.Performances de traction des tracteurs agricoles 6

1.2.1.1. Performances de traction des tracteurs à chenilles..... 6

1.2.2.Influence du sol et des passages répétés 6

1.2.3.Gestion du lestage et de la charge tractée 7

1.2.4.Rôle de l'interaction roue-sol 7

1.3. Paramètre de traction 7

1.3.1.Glisement..... 9

1.3.2.Le coefficient de traction 12

1.3.3.Efficience de traction 13

1.3.4.Le coefficient de résistance au roulement..... 14

1.3.5 Le poids spécifique 16

1.4. Paramètres influençant les performances de traction 18

Conclusion 19

Deuxième chapitre :Matériels et méthodes

Introduction 23

2.1. Site expérimental 23

2.2. Caractéristiques pédoclimatiques climatiques des zones d'étude 24

2.2.1. Caractéristiques climatiques 24

2.2.2. Caractéristiques pédologiques 25

2.3. Protocole expérimental 26

2.3.1. Site ENSA Alger..... 26

2.3.2. Site ITGC Sétif 27

2.4. Matériel utilisé..... 28

2.4.1. Tracteurs	28
2.4.2. Charrue.....	30
2.4.3. Cover-Crop	27
2.4.4. Vibroculteur	28
2.5. Paramètres mesurés	29
2.5.1. Paramètres liés au sol.....	29
2.5.1.1. Humidité du sol	29
2.5.1.2. Densité apparente	35
2.5.1.3. Densité réelle.....	36
2.5.1.4. Porosité du sol	36
2.5.1.5. Résistance pénétrométrique R_p (MPa).....	37
2.5.1.6. Taux de saturation de la porosité du sol	37
2.5.2 Paramètres liés aux tracteurs et aux outils.....	34
2.5.2.1. Vitesse théorique à vide	38
2.5.2.2. Vitesse d'avancement réelle	38
2.5.2.3. Le glissement des roues.....	38
2.5.2.4. Le coefficient de traction.....	38
2.5.2.5. La force de traction	39
2.5.2.6. Puissance de traction	35
2.5.2.7. Efficience de traction	36
2.6. Traitement statistique	36
Conclusion	36

Troisième chapitre :Résultats et discussion

Introduction	38
3.1. Paramètre du sol Cas d'Alger	38
3.1.1. Humidité du sol.....	38
3.1.2. Porosité et densité apparente du sol	44
3.1.3. La résistance pénétrométrique	44
3.1.4. Taux de saturation de la porosité du sol.....	46
3.1.5. Analyse des corrélations entre les paramètres du sol.....	48
3.1.6. Analyse par régression linéaire multiple de la résistance pénétrométrique en relation avec les paramètres du sol selon les différents niveau de travail du sol	58
3.1.6.1 Cas à l'état initial du sol	54
3.1.6.2 Cas du tracteur avec charrue	55
3.1.6.3. Cas du tracteur avec cover crop	56

3.1.6.4. Cas du tracteur avec vibroculteur.....	57
3.2. Paramètre du sol Cas Sétif.....	58
3.2.1. Humidité du sol.....	58
3.2.2. Porosité et densité du sol.....	61
3.2.3. La résistance pénétrométrique	66
3.2.4. Le taux de saturation de la porosité du sol.....	69
3.2.5. Matrice de corrélation	76
3.2.6. Analyse par régression linéaire multiple de la résistance pénétrométrique en relation avec les paramètres du sol selon les différents niveau de travail du sol	74
3.2.6.1 Avant le labour	75
3.1.6.2 Après le labour	76
3.3. Les paramètres de traction	77
3.3.1. Variation des paramètres de traction en fonction des outils aratoires.....	77
3.3.2. Etude de paramètres de traction en fonction des propriétés du sol	78
3.3.3. Le glissement en relation avec le poids du tracteur-outil et des paramètres du sol	86
3.3.3.1. Au niveau d'Alger.....	86
3.3.3.2 Au niveau de Sétif.....	84
3.4. Performance de traction en fonction des caractéristiques du sol.....	86
Conclusion	87
Conclusion générale	89
Références Bibliographique	91