

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 الحراش – الجزائر
Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach – Alger

Département : Productions végétales
Spécialité : Ressources génétiques et amélioration
des productions végétales

قسم الإنتاج النباتي
تخصص موارد وراثية و تحسين نباتي

Mémoire De Fin D'études
En vue de l'obtention du Diplôme de Master

THEME

**Étude de l'effet des doses croissantes de phosphore sur la fève
(vicia faba L.) et sur l'activité biologique du sol**

Réalisé par : AOUCHER Smail
FERHAH Sofiane

Soutenu le : 27 -07-2021

Devant le jury composé de :

- Président : M. MEKLIICHE A. Professeur, ENSA, Alger
- Promotrice : Mme BELOUCHRANI A.S. MCA, ENSA, Alger
- Examinatrice : Mme DJEBARI B. MCB, ENSA, Alger

Promotion 2016/2021

Table des Matières

Remerciements	10
Remerciements	11
Dédicace.....	12
Dédicaces	13
Liste des tableaux	14
Liste des figures.....	16
Liste des abréviations.....	19
Table des Matières	21
Introduction générale.....	10
Partie I : Synthèse bibliographique	10
Chapitre I : Généralités sur les légumineuses alimentaires.....	4
I.1. Description des légumineuses alimentaires.....	4
I.2. Importance des légumineuses alimentaires.....	4
2.1 Importance agronomique.....	4
2.1.1 Capacité à fixer le diazote (N ₂)	4
2.1.2 Importance dans les systèmes de culture	5
2.2 Importance écologique	5
I.3 Situation des légumineuses alimentaires dans le monde et en Algérie.....	5
3.1 Dans le monde	5
3.2 En Algérie.....	6
Chapitre II : La fève <i>Vicia faba</i> L.....	7
II.1. Origine et évolution de la fève :	7
II.2. Situation de la fève dans le monde et en Algérie	7
2.1 Dans le monde	7

2.2 En Algérie.....	8
II.2.3. Fève : biologie et écologie	9
2.3.1 Position systématique.....	9
2.3.2 Description botanique de la fève :.....	10
2.3.2.1 Système racinaire :	10
2.3.2.2 Tige.....	11
2.3.2.3 Feuilles.....	11
2.3.2.4 Fleurs	11
2.3.2.5 Fruits.....	12
2.3.2.6 Graines	12
2.3.2.7 Cycle biologique	13
2.3.3 Différentes variétés de la fève (V. faba) présentes en Algérie	14
II.2.4. Exigences de la fève	15
2.4.1 Exigences édaphiques.....	15
2.4.1.1 La texture	15
2.4.1.2 Humidité de sol	15
2.4.1.3 pH	15
2.4.2 Exigences climatiques	15
2.4.2.1 Altitude	15
2.4.2.2 Eau.....	15
2.4.2.3 Température	16
2.4.2.4 Photopériodisme.....	16
2.4.3 Exigences agro-techniques	16
2.4.3.1 Préparation du sol.....	16
2.4.3.2 Semis	16

2.4.3.3 Fertilisation	16
2.4.3.4 Irrigation	17
2.4.3.5 Désherbage.....	17
2.4.3.6 Récolte	17
II.2.5. Contraintes de la culture de la fève en Algérie	18
2.5.1 Contraintes abiotiques	18
2.5.1.1 Froid hivernal et les gelées printanières	18
2.5.1.2 Sécheresse terminale	18
2.5.1.3 Chaleur.....	18
2.5.1.4 Salinité	18
2.5.2 Contraintes culturelles et socio-économique	19
2.5.2.1 Contraintes culturelles	19
2.5.2.2 Contraintes socio-économiques	19
2.5.3 Contraintes biotiques.....	19
2.5.3.1 Parasites	19
2.5.3.1.1 Plante parasite « L’Orobanche »	19
2.5.3.1.2 Nématodes.....	20
2.5.3.2 Maladies fongiques.....	20
2.5.3.2.1 Taches chocolat	20
2.5.3.2.2 Ascochytose	20
2.5.3.2.3 Rouille de fève.....	21
2.5.3.2.4 Pourriture racinaire	21
2.5.3.2.5 Virus.....	21
2.5.3.3 Sensibilité aux déprédateurs	22
2.5.3.3.1 Puceron noir de la fève (Aphis fabae)	22

2.5.3.3.3 Bruche de la fève (<i>B. rufimanus</i>).....	22
2.5.3.3.3 Cétoine (<i>Tropinota hirta</i>)	22
II.2.6. Intérêt de la fève	22
2.6.1 Intérêts Agronomique.....	22
2.6.1.1 Enrichissement de sol en N par la FSN	22
2.6.1.2 Cultures associées en fève	23
2.6.1.3 Rotations introduisant la fève	23
2.6.2 Intérêts Ecologiques	23
2.6.3 Intérêts économiques.....	23
2.6.4 Intérêts alimentaires	23
Chapitre III : Phosphore.....	25
III.1 Rôle du phosphore	25
III.3 Phosphore dans la plante.....	26
3.1 Besoins en phosphore de la plante	26
3.2 Fève et le phosphore.....	27
3.3 Excès et carence en phosphore	27
3.3.1 Carence	28
3.3.2 Excès.....	28
III.4 Phosphore dans le sol.....	29
4.1 Formes et états du phosphore dans le sol	29
4.1.1 Phosphore total.....	29
4.1.2 Phosphore organique	30
4.1.3 Phosphore libre ou forme ionique	30
4.1.4 Phosphore assimilable	30
4.1.5 Phosphore soluble	30

4.1.6 Phosphore facilement échangeable	30
4.1.7 Phosphore précipité (peu soluble)	30
4.2 Facteurs influençant la disponibilité et l'évolution du phosphore dans le sol.....	31
4.2.1 Facteurs physiques	31
4.2.1.1 État hydrique du sol.....	31
4.2.1.2 Texture	31
4.2.1.3 Aération et compactage du sol	31
4.2.2 Facteurs chimiques.....	32
4.2.2.1 PH.....	32
4.2.2.2 Matière organique.....	32
4.2.2.3 Calcaire	33
4.2.2.4 Éléments nutritifs et sels solubles.....	33
4.2.3 Facteurs biologiques.....	33
4.2.3.1 Effet des exsudats racinaires	33
4.2.3.2 Effet de l'activité microbienne	33
4.2.3.3 Transporteurs de Pi chez les plantes.....	34
4.3 Efficacité d'utilisation du phosphore (EUP)	34
III.5 Phosphatases dans le sol	34
III.6 Phosphore et azote dans le sol	35
6.1 Cycle de l'azote	35
6.2 Interaction phosphore-azote	36
Chapitre IV : Activité biologique du sol.....	37
IV.1 Matière organique dans le sol.....	37
IV.3 Respiration du sol	38
IV.4 Fixation de l'azote	38

4.1 Symbiose	38
4.2 Processus de la symbiose	40
4.3 Échange au sein de la symbiose.....	41
IV.5 Effet du phosphore sur la biomasse microbienne du sol	42
IV.6 Effet du phosphore sur les activités des phosphatases acides et phytases.....	43
Chapitre V : Séquestration du carbone.....	44
V.1. Définition de la séquestration du carbone :	45
6.2. Cycle du carbone	46
6.2.1 <i>Cycle globale du carbone</i>	47
6.2.2 <i>Cycle du carbone organique</i>	49
6.2.2.1 Cycle court.....	49
6.2.2.2 Cycle long.....	51
6.3.3 <i>Cycle du carbone inorganique</i>	51
6.3 Effet de l'azote et du phosphore sur la séquestration du carbone :.....	52
Partie II : Matériels et Méthodes.....	10
II.1. Conditions de milieu.....	56
1.1 Présentation du site de l'essai	56
1.2 Caractéristique édaphique et climatique du milieu	57
1.2.1 Caractéristique édaphique du milieu	57
1.2.1.1 Échantillonnage du sol.....	57
1.2.1.2 Analyses du sol	58
1.2.1.3 Précédent cultural	58
1.2.2 Caractéristique climatique du milieu.....	59
1.2.2.1 Température	59
1.2.2.2 Précipitations.....	60

1.2.2.3 Diagramme ombrothermique	60
II.2. Matériels végétales	61
2.1 Caractéristique du matériel végétale	61
2.2 Poids de 100 graines de semence.....	61
2.3 Faculté germinative.....	61
II.3. Méthodologie	62
3.1 Dispositif expérimental.....	62
II.4. Conduite de la culture :.....	63
4.1 Installation de la culture	63
4.1.1 Préparation du sol.....	63
4.1.2 Fertilisation	63
4.1.3 Semis	63
4.2 Entretien de la culture.....	64
4.2.1 Désherbage	64
4.2.2 Binage.....	64
4.2.3 Démariage.....	64
4.2.4 Butage.....	64
4.2.5 Traitement phytosanitaire	64
4.2.6 Irrigation	65
4.2.6 Récolte.....	65
II.5. Les paramètres mesurés :	65
II.6. Efficience d'utilisation du phosphore (EUP) :	66
II.7. Étude de l'activité biologique du sol.....	67
7.1 Étude de l'activité biologique au cours de la culture	67
7.1.1 Dispositif expérimentale.....	67

7.1.2 Différentes doses du phosphore	67
7.1.3 Test respirométrique et dosage du CO ₂ dégagé	67
7.3 Étude de l'activité biologique au laboratoire	68
7.3.1 Dosage du CO ₂ dégagé.....	68
8. Étude statistique.....	68
Partie III : Résultats et Discussions.....	10
I. Caractères morphologiques.....	70
I.1 Hauteur de la tige.....	70
I.2 Nombres de ramifications par plant :	71
II. Composantes du rendement.....	72
II.1 Nombre de pied par m²	72
II.2 Nombre de gousses par plant	74
II.3 Nombre de graines par gousses.....	75
II.4 Poids frais de 100 graines.....	76
II.5 Rendement réel en gousses (q/ha)	77
II.6 Rendement théorique calculé en graines (q/ha)	79
II.7 Efficience d'utilisation du phosphore	80
III. Activité biologique du sol	81
III.1 Quantité de C-CO₂ dégagée par les microorganismes du sol.....	81
1.1 – 8 semaines après le semis (stade végétation).....	81
1.2 – 10 semaines après le semis (stade floraison)	82
1.2 – 14 semaines après le semis (fin floraison, début de formation des gousses)....	84
1.3 Le cumul moyen de dégagement de C-CO ₂ pendant la durée de la culture (6 mois)	85
III.2 Corrélations entre le C-CO₂ dégagé et les traitements.....	88

Conclusion générale	90
Perspectives	91
Références bibliographiques.....	10
Annexes.....	10
Annexe I : Matériels et méthodes	107
Annexe II : Tableaux d'analyses de la variance.....	111
II.1 Hauteur de la tige aux stades : levée, floraison, maturité	111
II.2 Nombre de ramifications au stade floraison.....	112
II.3 Nombre de plants par m²	113
II.4 Nombre de gousses par plant	113
II.5 Nombre de graines par gousse	114
II.6 Poids frais de 100 graines.....	114
II.7 Rendement réel en gousses.....	115
II.8 Rendement théorique en graines	115
II.9 Quantité de C-CO₂ dégagée par les microorganismes du sol 8 semaines après le semis	116
II.10 Quantité de C-CO₂ dégagée par les microorganismes du sol 10 semaines après le semis	116
II.11 Quantité de C-CO₂ dégagée par les microorganismes du sol 14 semaines après le semis	117
II.12 Cumul du C-CO₂ dégagé par les microorganismes pendant la durée de la culture (6 mois)	118

Résumé

Cette étude a un double objectif : Étudier l'effet de la fertilisation phosphatée sur les paramètres morphologiques et sur le rendement, le second objectif est d'étudier l'effet de la fertilisation phosphatée sur l'activité biologique du sol sous culture de la fève. Nous avons utilisé une population locale provenant de la région de Makouda, Tizi Ouzou avec quatre doses de P_2O_5 ($P_0=0U$, $P_1=70 U$, $P_2=140 U$, $P_3= 210 U$). L'essai a eu lieu en plein champ à la station expérimentale de l'ENSA, nous avons travaillé avec un dispositif expérimental en bloc de Fisher avec quatre répétitions (16 parcelles) pour contrôler le gradient d'hétérogénéité. Les principaux résultats obtenus ont montré que les paramètres morphologiques réagissent de manière différente à la fertilisation phosphatée. L'étude statistique sur les paramètres morphologiques a montré que l'effet des traitements phosphatés a été très hautement significatif pour la hauteur des tiges mais non significatif pour le nombre de ramifications par plant. L'analyse des composantes du rendement à savoir le nombre de gousses par plant, le nombre de graines par gousse, et le rendement réel en gousse est non significatif. Cependant, l'analyse de la variance pour le nombre de plants par m^2 , le poids frais de 100 graines, et le rendement théorique calculé en graines est significative. Les résultats sur les composantes du rendement peuvent s'expliquer par les différentes attaques de parasites que la culture de la fève a subies tout au long de son développement. Concernant l'activité biologique du sol, les résultats obtenus ont montré que la fertilisation phosphatée a un effet statistiquement significatif et négatif sur la respiration des micro-organismes du sol. En effet, le cumul moyen de dégagement de $C-CO_2$ a diminué avec les doses de phosphore P_1 - P_2 et P_3 par rapport à P_0 qui enregistre la valeur la plus élevée soit 9,12 mg/kg de sol, cela implique une relation inversement proportionnelle entre l'activité microbiologique et les doses de phosphores appliquées. Les résultats obtenus mettent bien en relief l'effet des doses croissantes de phosphore sur l'activité biologique du sol.

Mots clés : phosphore, fève (*Vicia faba* L.), paramètres morphologiques, sol, activité biologique du sol.

Abstract

This study has a double objective: studying the effect of phosphate fertilisation on faba bean's morphological parameters and yield, the second objective is to study the effect of phosphate fertilisation on the biological activity of the soil under the bean crop. We used a local population from the region of Makouda, Tizi Ouzou with four doses of P_2O_5 ($P_0=0U$, $P_1=70 U$, $P_2=140 U$, $P_3= 210 U$). The trial took place in the open field at the ENSA experimental station, we worked with a Fisher block design with four replicates (16 microplots) to control the heterogeneity gradient. The main results obtained showed that morphological parameters react differently to phosphate fertilisation. The statistical study on morphological parameters showed that the effect of phosphate treatments was very highly significant for stem height but not significant for the number of branches per plant. The analysis of yield components namely number of pods per plant, number of seeds per pod, and actual pod yield was insignificant. However, the analysis of variance for the number of plants per m^2 , fresh weight of 100 seeds, and the calculated theoretical seed yield is significant. The results on the yield components can be explained by the different pest attacks that the bean crop underwent throughout its development. Concerning the biological activity of the soil, the results obtained showed that phosphate fertilisation has statistically a significant and negative effect on the respiration of soil micro-organisms. Indeed, the average cumulative release of C-CO₂ decreased with the phosphorus doses P1-P2 and P3 compared to P0, which records the highest value (9.12 mg/kg of soil), which implies an inversely proportional relationship between microbiological activity and the applied phosphorus doses. The results obtained highlight the effect of increasing doses of phosphorus on the biological activity of the soil.

Key words: phosphorus, faba bean (*Vicia faba* L.), morphological parameters, soil, soil biological activity.

ملخص

هذه الدراسة لها هدف مزدوج: أولاً، دراسة تأثير التسميد الفسفاتي على الخصائص المورفولوجية وعلى المحصول، والهدف الثاني هو دراسة تأثير التسميد الفسفاتي على النشاط البيولوجي للتربة تحت نبات الفول. استخدمنا مجموعة متنوعة من البذور من منطقة مكودة، تيزي وزو، مع أربع جرعات متزايدة من السماد الفسفاتي. أجريت التجربة في الميدان في المحطة التجريبية للمدرسة الوطنية العليا للفلاحة بالجزائر، حيث تمت زراعة الفول مع جرعات الفوسفور الأربع مع أربع تكرارات (16 قطعة أرض صغيرة) لتفادي أضرار عدم تجانس الميدان. أظهرت النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها أن الخصائص المورفولوجية تتأثر بشكل مختلف مع التسميد الفسفاتي حيث أظهرت الدراسة الإحصائية للخصائص المورفولوجية أن تأثير كميات السماد الفسفاتي كان معنوياً جداً لارتفاع السيقان ولكن ليس معنوياً بالنسبة لعدد الأغصان الفرعية لكل نبات. في حين تحليل خصائص مكونات المحصول أي عدد القرون لكل نبات، وعدد البذور لكل جراب، والإنتاجية الفعلية للقرون يعتبر غير معنوي. ومع ذلك، فإن تحليل التباين لعدد النباتات لكل متر مربع، والوزن الطازج لـ 100 بذرة، والمحصول النظري للبذور يعتبر معنوياً. يمكن تفسير النتائج على مكونات المردود من خلال هجمات الطفيليات المختلفة التي عانت منها نباتات الفول طوال تطورها. فيما يتعلق بالنشاط البيولوجي للتربة، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن التسميد الفسفاتي له إحصائياً تأثير معنوي وسلبي على تنفس الكائنات الحية الدقيقة في التربة. خلال التجربة، انخفض متوسط الإطلاق التراكمي لثاني أكسيد الكربون مع جرعات الفوسفور P1، P2، و P3 مقارنة بـ P0 الذي يسجل أعلى قيمة، أي 9.12 مغ / كغ من التربة، وهذا يعني وجود علاقة عكسية تناسب النشاط الميكروبيولوجي وجرعات الفوسفور المطبقة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بوضوح تأثير زيادة جرعات الفوسفور على النشاط البيولوجي للتربة.

الكلمات المفتاحية: الفوسفور، الفول، الخصائص المورفولوجية، التربة، النشاط البيولوجي للتربة.