



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

Département : Productions végétales

Spécialité : Ressources génétique et amélioration des
productions végétales

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم : إنتاج نباتي

التخصص : موارد وراثية و تحسين الانتاج النباتي

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Présenté Par :

BISKRI Bouchra

THEME

**Effet des PGPR sur l'amélioration des performances de la
luzerne (*Medicago sativa L.*) en condition de stress hydrique**

Soutenu Publiquement le 05 /11/2023

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M. KADRI Adel

MCA, ENSA

Président :

M. MEFTI Mohammed

Professeur, ENSA

Examinatrice :

Mme. ABIDI Lila

MCA, ENSA

Promotion 2018/2023

Table des matières

Dédicace

Remerciement

ABSTRACT

ملخص

Résumé

Liste des tableaux

Listes des figures

Listes des abréviations

Introduction générale : 1

PARTIE 01 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur la rhizosphère et les PGPR..... 4

I. La rhizosphère..... 4

1. Définition..... 4

2. La microbiologie rhizosphérique..... 5

II. Les rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes (PGPR) 5

1. Définition des PGPR 5

2. La biodiversité des PGPR dans la rhizosphère 6

2.1. Les Rhizobias 6

2.2. Les PGPR diazotrophes 6

2.3. Les Bacillus..... 7

2.4. Les Pseudomonas..... 7

3. Mécanismes d'action des PGPR..... 8

3.1. Mécanismes d'action directes 9

3.1.1 La fixation d'azote atmosphérique 9

3.1.2 La solubilisation du phosphate 10

3.1.3 La solubilisation du potassium 11

3.1.4 La production des phytohormones 11

3.2. Mécanismes d'action indirectes 14

3.2.1 La compétition pour l'espace et les nutriments 14

3.2.2 L'antibiose 15

3.2.3 Le parasitisme..... 15

3.2.4 La résistance systémique induite ISR (Induced Systemic Resistance)..... 15

3.2.5 Effet phytoprotecteur des Sidérophores 15

Chapitre II :	Effet du stress hydrique sur la luzerne cultivée (<i>Medicago sativa</i> L.).....	16
I.	Les légumineuses fourragères.....	16
1.	Généralités.....	16
2.	Importance.....	16
II.	Espèce étudiée : la luzerne cultivé (<i>Medicago sativa</i> L.).....	17
1.	Présentation de l'espèce.....	17
1.1.	Origine de la luzerne.....	17
1.2.	Taxonomie et classification botanique.....	17
1.3.	Morphologie.....	18
1.3.1	La racine.....	18
1.3.2	La tige.....	18
1.3.3	La fleur.....	19
1.3.4	Le fruit.....	19
1.4.	Cycle de vie.....	20
1.4.1	Phase végétative.....	20
1.4.2	Phase reproductrice.....	20
2.	Intérêt et importance de la luzerne.....	20
3.	Exigences de la luzerne.....	21
3.1.	Facteur climatique.....	21
3.2.	Facteur édaphique.....	22
3.3.	Exigence en éléments minéraux.....	22
III.	Le stress hydrique et la plante.....	23
1.	Effet du stress hydrique sur la plante.....	25
1.1.	L'effet du stress hydrique sur la physiologie de la plante.....	25
1.1.1	L'effet sur la photosynthèse.....	25
1.1.2	L'effet sur la transpiration.....	25
1.2.	L'effet sur la croissance.....	26
1.3.	L'effet sur la matière sèche.....	26
1.4.	L'effet sur la fixation d'azote.....	26
1.5.	L'effet sur le rendement et ses composantes.....	27
2.	Mécanismes d'adaptation des plantes aux stress abiotiques.....	27
2.1.	L'esquive.....	27
2.2.	L'évitement.....	27

2.3.	La tolérance.....	28
------	-------------------	----

PARTIE 02 : MATERIELS ET METHODES

1.	Présentation du site d'étude.....	30
1.1.	Situation géographique de la zone d'étude	30
1.2.	Site expérimental	30
1.3.	Le climat	30
1.4.	La température	31
2.	Protocole expérimental	33
2.1.	Objectif de l'expérimentation	33
2.2.	Matériel végétal	33
2.3.	Matériel biologique.....	34
2.4.	Substrat de la culture.....	34
2.5.	Dispositif expérimental.....	34
3.	Conduite de l'essai.....	35
3.1.	Préparation du substrat.....	35
3.2.	Désinfection des graines	36
3.3.	Isolement des bactéries	36
3.4.	Inoculation des graines par les PGPR.....	39
3.5.	La mise en culture	39
3.6.	Cycle de stress.....	41
4.	Paramètres étudiés	42
4.1.	Paramètres morphologiques.....	42
4.2.	Paramètres de rendement	44
4.3.	Paramètres physiologiques.....	44
4.4.	Paramètres biochimiques	48
4.5.	Paramètres édaphiques.....	49
5.	Analyses statistiques.....	51

PARTIE 03 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I.	Analyse de la variance (ANOVA)	53
1.	Analyse des paramètres morphologiques	53
1.1.	Effet des facteurs étudiés sur la hauteur du plant (HP).....	53
1.2.	Effets des facteurs sur la longueur des racines (LR).....	54
1.3.	Effets des facteurs sur le nombre des ramifications principales (RP)	56
1.4.	Effets des facteurs sur le nombre d'entre nœuds (NEN)	57
1.5.	Effets des facteurs sur la surface foliaire (SF)	59
1.6.	Effets des facteurs sur le poids spécifique foliaire (PSF)	60

2.	Analyses des paramètres de rendement	61
2.1.	Effet des facteurs sur le rendement en matière fraîche aérienne (PF)	61
2.2.	Effet des facteurs sur le rendement en matière sèche aérienne (PS).....	62
2.3.	Effet des facteurs sur le rendement en matière fraîche racinaire (PFR)	63
2.4.	Effet des facteurs sur le rendement en matière sèche racinaire (PSR)	64
3.	Analyse des paramètres physiologique.....	67
3.1.	Effet des facteurs sur la teneur relative en eau (TRE)	67
3.2.	Effet des facteurs sur les pigments chlorophylliens (Chl (a+b))	69
3.3.	Effet des facteurs sur l'intégrité cellulaire (IC%)	70
3.4.	Effet des facteurs sur la teneur en azote total du plant (N%).....	72
4.	Analyses des paramètres biochimiques	76
4.1.	Effet des facteurs sur la teneur en proline (TPr)	76
4.2.	Effet des facteurs sur la teneur en sucres solubles (TSs).....	78
5.	Analyses des paramètres édaphiques.....	80
5.1.	Effet des facteurs sur la teneur en azote total du sol (Nsol%)	80
5.2.	Effet des facteurs sur la teneur en phosphore du sol (P).....	81
5.3.	Effet des facteurs sur la teneur en carbone du sol (C)	83
II.	Analyse en composante principale (ACP)	85
1.	En situation de stress	85
1.1.	Variance expliqué totale	85
1.2.	Qualité de représentation des variables étudiées	85
1.3.	Qualité de représentation des traitements étudiés	87
1.4.	Matrice des corrélations	88
2.	En situation non stressée.....	91
2.1.	Variance expliqué totale	91
2.2.	Qualité de représentation des variables étudiées	92
2.3.	Qualité de représentation des traitements étudiés	93
2.4.	Matrice des corrélations	95
	Conclusion générale.....	99
	Références Bibliographiques :	102

ABSTRACT

This study aims to assess the effect of PGPR on improved performance of cultivated alfalfa under severe and cyclical water stress. The stress was applied by reducing the useful water reserve of the soil to a rate of drying up of 80% at the development stage of six leaves, the first branch of alfalfa for four cycles.

Three bacterial strains, isolated from different rhizospheres in Algeria, were applied by inoculation of alfalfa seeds which are *Pseudomonas plecoglossicidae* (Pp20), *Bacillus sp* (Bt04) and *Lysinibacillus fusiformis* (S7).

A field experiment was conducted under a complete random block device with three repetitions, two modalities of water regime (stressed «S» and not stressed «NS») and four modalities of bacterial combinations consisting of C1 = Pp20, C2= Pp20+Bt04, C3= Pp20+Bt04+S7 and T= untreated control.

The results showed that alfalfa was strongly influenced by the applied water stress, which was manifested by different morphological, physiological and biochemical reactions. The bacterial combinations used had a significant effect on the accumulated proline content in the leaves as well as on the total carbon and nitrogen content of the soil.

Key Words: PGPR, water stress, alfalfa.

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى تقييم تأثير البكتيريا الريزوسفيرية على تحسين أداء الفصاة المعمرة المزروعة تحت الإجهاد المائي الشديد و الدوري. حيث تم تطبيق هذا الإجهاد عن طريق تقليل احتياطي المياه المستعملة من طرف التربة إلى معدل تجفيف يصل إلى 80٪ ، وهذا خلال مرحلة تطوير الورقة السادسة مع ظهور أول فرع من البرسيم و ذلك لأربع دورات تسلسلية من الإجهاد .

تم تلقيح بذور البرسيم باستخدام ثلاث سلالات بكتيرية، معزولة من مختلف الجذور في الجزائر، وهي : بسودوموناس ، باسيلوس و ليزينيباسيلوس.

أجريت تجربة ميدانية باستعمال مخطط الكتلة العشوائية الكاملة بثلاثة تكرارات مع طريقتان لنظام المياه (نظام الإجهاد المائي و نظام الري المنتظم) و أربع مستويات من التركيبات البكتيرية و التي تتمثل في : مجموعة الشواهد غير المعالجة، التركيبية الأولى تتكون من سلالة بسودوموناس، التركيبية الثانية تتكون من سلالاتي بسودوموناس و باسيلوس و التركيبية الثالثة تتكون من مزيج السلالات الثلاثة مع بعض.

اظهرت النتائج أن البرسيم تأثر بشدة بالإجهاد المائي المطبق، والذي تمثل في تفاعلات مورفولوجية و فسيولوجية و كيميولوجية مختلفة. كان للتركيبات البكتيرية المستخدمة تأثير كبير على محتوى البرولين المتراكم في الأوراق وكذلك على إجمالي محتوى الكربون والنيتروجين في التربة.

الكلمات المفتاحية : بكتيريا ريزوسفيرية ، الإجهاد المائي، الفصاة.

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'effet des PGPR sur l'amélioration des performances de la luzerne cultivée soumise à un stress hydrique sévère et cyclique. Le stress a été appliqué en réduisant la réserve utile en eau du sol à un taux de tarissement de 80% au stade de développement de six feuilles, première ramification de la luzerne durant quatre cycles.

Trois souches bactériennes, isolées de différentes rhizosphères en Algérie, ont été appliquées par inoculation des graines de la luzerne qui sont *Pseudomonas plecoglossicidae* (Pp20), *Bacillus sp* (Bt04) et *Lysinibacillus fusiformis* (S7).

Une expérience sur le terrain a été menée sous un dispositif en bloc aléatoire complet avec trois répétitions, deux modalités de régime hydrique (stressé « S » et non stressé « NS ») et quatre modalités de combinaisons bactériennes constituées de C1= Pp20, C2= Pp20+Bt04, C3= Pp20+Bt04+S7 et T= témoin non traité.

Les résultats obtenus ont montré que la luzerne a été fortement influencée par le stress hydrique appliqué, ce qui s'est manifesté par différentes réactions morphologiques, physiologiques et biochimiques. Les combinaisons bactériennes utilisées ont eu un effet significatif sur la teneur en proline accumulé dans les feuilles ainsi que sur la teneur en carbone et en azote total du sol.

Mots clés : PGPR, stress hydrique, luzerne.