



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Ahmed Draïa Adrar
Faculté des Sciences et de la Technologie



MEMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : science de la nature et de la vie

Filière : science agronomique

Spécialité : système de production agro écologique

Intitulé

Rôle des *Pseudomonas* rhézosphériques
dans l'allègement de l'effet du stress salin sur
la fève

Présenté par :

HABALLAH Rachida

TIMILALI Souhila

Soutenu publiquement le 21/06/2018

Devant le jury :

Président :	Dr HADEF KH.	MCB	Univ. Adrar
Promoteur :	Mr OUAINI A.	MAB	Univ. Adrar
Co-promoteur :	Mr IDDER B.	/	Univ. Mostaganem
Examineur :	Dr BOUFELDJA W.	MAB	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et de Courage pour réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous tiens tout d'abord à remercier et ma gratitude s'adressent à ma promotrice Mr OUAINI Abderrahmane et Co-promotrice Mr IDDER Boubakeurr pour son aide, ses orientations, sa patience et sa disponibilité.

C'est avec beaucoup de reconnaissance que j'adresse mes sincères remerciements à Madame HADEF KH. , d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Mes sincères remerciements vont également à Madame BOUFELDJA W, de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes chers parents

A vous les premiers je vous dédie ce travail ; le témoignage de toute ma gratitude pour vos sacrifices pour mon éducation et ma construction. Qu'ALLAH vous donne bonne santé.

A mes très chers et adorables sœurs et frères

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A tous les membres de ma famille.

A mes amies et mes collègues

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A tous les membres de ma promotion.

Rachida

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes parents : Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mes très chers et adorables sœurs et frères

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A tous les membres de ma famille.

A mes amies et mes collègues

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A tous les membres de ma promotion.

Souhila

Résumé

La salinité est un problème majeur agissant sur la qualité des sols et, par conséquent, sur la production agricole. Ce qui a rendu ce sujet l'une des priorités de la recherche scientifique visant à mieux comprendre le phénomène afin de pouvoir sélectionner des plantes plus tolérantes.

Dans ce contexte, cette étude qui consiste à l'inoculation de deux variétés (locale et Aguadulce) de la fève avec trois souches bactériennes présélectionnées P1, P2, P3 en présence de chlorure de sodium est réalisée dans le but d'apprécier l'effet positif des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR sur l'amélioration de la germination.

Selon les résultats obtenus, sous stress salin, le pourcentage de germination des graines des deux variétés de la fève inoculée et non inoculées avec la souche bactérienne diminue proportionnellement à la concentration de chlorure de sodium.

Pour la variété locale, le pourcentage et la vitesse de germination diminuaient en présence de stress salin de 100 et 200 mM en présence de l'inoculation. Par contre, pour les graines de la variété Aguadulce, l'inoculation bactérienne a significativement augmenté le taux et la vitesse de germination sous conditions de stress salin.

Mots-clés: *Pseudomonas*, PGPR, Salinité, *Vicia faba*, germination

Abstract

Salinity is a major problem that acting on the quality of soil and consequently at agricultural production that made this issue a priority of scientific research to better understand the phenomenon in order to select more tolerant plants.

In this context, this study which consists of inoculating two varieties (local and Aguadulce) of the bean with three preselected bacterial strains P1, P2, P3 in the presence of sodium chloride is carried out in order to assess the positive effect. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR on germination enhancement...

According to the results obtained, under salt stress, the percentage of germination in the bean seeds inoculated and not inoculated with the bacterial strain decreases proportionally to the concentration of sodium chloride.

For the local variety, the percentage and rate of germination decreased with 100 and 200 mM salt stress in the presence of inoculation. On the other hand, for seeds of the Aguadulce variety, bacterial inoculation significantly increased the rate and rate of germination under salt stress conditions.

Keywords: Pseudomonas, PGPR, Salinity, Vicia faba, germination..

ملخص

تعتبر الملوحة من أهم المشاكل الطبيعية التي تؤثر على نوعية التربة وبالتالي على الإنتاج الزراعي مما جعل من هذه القضية إحدى أولويات البحث العلمي الذي يهدف إلى فهم الظاهرة وذلك بغية الوصول إلى اختبار جيد للنباتات الأكثر تحملا للملوحة.

في هذا السياق أجريت هذه الدراسة على تطعيم صنفين من بذور الفول (المحلي و Aguadulce) من قبل ثلاثة أنواع من البكتيريا الداعمة للنباتات P1, P2, P3 في وجود كلور الصوديوم، من أجل تقييم الأثر الإيجابي للبكتيريا الداعمة لنمو النباتات (PGPR لتحسين الإنتاش).

حسب النتائج التي تم الحصول عليها تحت إجهاد الملوحة فإن نسبة الإنتاش لدى بذور الفول المطعمة، والغير مطعمة بالأصناف البكتيرية انخفضت تناسبيا مع تراكيز كلور الصوديوم.

بالنسبة للصنف المحلي فإن نسبة و سرعة الإنتاش انخفضت في وجود الإجهاد الملحي 100 و 200 م.مول مع وجود التطعيم.

أما بالنسبة لبذور الصنف Aguadulce ، التطعيم بالبكتيريا زاد الى حد كبير من نسبة و سرعة الإنتاش تحت الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: Pseudomonas، البكتيريا الداعمة لنمو النباتات، الملوحة، Vicia faba، الإنتاش.

Liste des figures

Figure 01 : description de fève.....	13
Figure 02 : la variété locale	27
Figure 03 : la variété super Aguadulce	27
Figure 04 : la préparation de milieu de bouillon nutritif liquide	28
Figure 05 : la préparation de l'inoculum bactérien	28
Figure 06 : la préparation des graines de variété aguadulce	29
Figure 07 : la préparation des graines de variété locale	29
Figure 08 : absorbances des milieux de culture de test de résistance à la salinité des bactéries à sélectionner ; P1: SHA21 ; P2 :PSB3 ; P3 :PSB58 ; P4 :PSB16 ; P5 :PSB66.....	33
Figure09: Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur le taux de germination de variété Super Aguadulce.....	33
Figure 10 : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur la vitesse de germination de variété Super Aguadulce.....	34
Figure 11 : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation de bactéries sur le temps moyen de germination t50 de variété super Aguadulce	35
Figure 12 : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur le taux de germination de variété local.....	35
Figure 13 : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur la vitesse de germination de variété local.....	36
Figure 14 : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur le temps moyenne de germination de variété local	36
Figure 15 : Comparaison de taux de germination entre les deux variétés en fonction de la différente concentration de sel	37
Figure 16 : Comparaison de temps moyenne de germination entre les deux variétés en fonction de la différente concentration de NaCl	38

Liste des tableaux

Tableau 01 : la qualité de l'eau	04
Tableau 02 : absorbances des milieux de culture de test de résistance à la salinité des bactéries à sélectionner ; P1: SHA21 ; P2 :PSB3 ; P3 :PSB58 ; P4 :PSB16 ; P5 :PSB66	32
Tableau03: taux de germination de deux variétés	37
Tableau04 : temps moyenne de germination de deux variétés.....	38

LISTE des ABRÉVIATIONS

AIA :	Acide Indole Acétique
ARN :	Acide Ribo Nucléaire
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
HCN:	Hydro cyanidric acid
ISR :	Résistance systémique induite
NaCl :	Chlorure de Sodium
N ₂ :	gaz d'azote
nm:	nanomètre
PGPR:	Plant Growth Promoting Rhizobacteria
PH :	Potentiel Hydrogène
RFLP :	Restriction Fragment Length Polymorphism

Sommaire

Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
LISTE des ABRÉVIATIONS.....	
.....	
Introduction	1
Chapitre I <u>généralité sur la salinité</u>	
I-1 <u>généralité sur la salinité</u> 1	4
I-1-1- Définition de la salinité :	4
I-1-2- la salinité des sols :	4
I-1-3- la salinité de l'eau :	4
I-1-4- la salinité dans le monde et en ALGERIE :	5
I-1-5- La salinisation :	5
I-2- le stress salin :	6
I-2-1- Les composante de la salinité :	6
I-2-1-1 Le stress hydrique :	6
I-2-1- 2- stress ionique :	6
I-2-1-3- stress nutritionnel.....	7
I-3- L'effet de la salinité sur les plantes	7
I-3-1- Effet sur la germination	7
I-3-2- L'effet sur la morphologie des plantes :	8
I-3-3- Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante	8
I-4- L'adaptation des plante sur le stress salin :	9
Chapitre II <u>la fève</u>	
II-1- les légumineuses	11
II-2- La fève	11

II -2- 1-Généralité :	11
II -2-3-Classification botanique :	12
II -2-4-Caractères taxonomiques de fève :	12
II -2-5- Description	12
II -2-6-les exigences agro-écologique :	13
II -2-7- La valeur de fève :	15
II -2-8-Intérêt de fève :	15
II -2-9- La féverole un maitre atout au niveau agronomique :	16
II -2-10- les contraintes biotiques :	16
chapitre III_Les bactéries promotrices de la croissance des plantes	
III -1- Les bactéries promotrices de la croissance des plantes(PGPR).....	19
III 1-1 Généralité :	19
III -1-2- Taxonomie des PGPRs :	19
III -1-2-1- Proteobactéries :	20
III -1-2-2- Firmucutes :	20
III -1-2-3-Actinobactérie :	20
III -1-3- Mode d'action :	21
III -1-3-1-Mode direct :	21
III -1-3-2-Effets indirects	22
III -2-la bactérie de <i>Pseudomonas</i>	23
III -2-1-Définition :	23
III -2-2-Habitat :	24
III -2-2-classification botanique :	24
III -2-3-Caractéristiques :	24
Chapitre IV_matériels et méthodes	
V -5-Protocole expérimentale :	26
IV -4.Expérimentation de la germination :	27

IV -1-le matériel	27
IV -3.2. Préparation de l'inoculum bactérien	29
IV -3.3. Préparation des solutions salines :.....	30
IV -3-4. Préparation des graines :.....	30
IV -3-5-2. Teste de résistance à la salinité:	30
Chapitre V Résultat et discussion	
V -I-Résultats.....	32
V-1-Teste de résistance à la salinité :.....	32
V-2-1-Effet combiné de la salinité et de l'inoculation sur la germination.....	32
V-1-la variété super Aguadulce :.....	32
V-1-Taux de germination (TG) :	32
V-2-vitesse de germination (VG) :	33
V-3-le temps moyenne de germination (T_{50}) :.....	34
V-2- La variété locale :	35
V-1-Le taux de germination :	35
V-2-La vitesse de germination :.....	36
V-3-Comparaison inter-variétale	37
V-3-1-Taux de germination.....	37
V-3-2 -Temps moyen de germination	38
V-II- Discussion.....	39
Conclusion général	40
Références.....	42
Bibliographiques	42
Annexes.....	49

Introduction

Générale

Introduction générale

Introduction

La salinisation, un processus par laquelle les sols deviennent salés, correspond à l'accumulation de sels très solubles dans le sol, qui a pour conséquence une baisse de la fertilité des sols. L'alimentation en eau des plantes est rendue plus difficile, certains éléments peuvent avoir en Outre un effet toxique spécifique (Na, Cl, B, Se), le sodium enfin peut se fixer sur les argiles et modifier leur comportement en présence d'eau. Les propriétés physiques globales du sol (Capacité d'infiltration, conductivité hydraulique) sont alors dégradées (Issifou , 2011)

La salinité du sol constitue l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes cultivées. Cette salinité peut être naturelle ou induite par les activités agricoles comme l'irrigation (avec de l'eau de faible qualité) ou l'utilisation de certains types d'engrais (Mehdi ,2008). Elle constitue l'une des principales contraintes responsables de la perte de rendement des cultures et de la détérioration du couvert végétal (HAMMIA , 2012). En effet, la salinité provoque au sein de la plante des effets d'ordre osmotique, toxique ou nutritionnel, qui peuvent affecter la croissance et le développement de la plupart des espèces végétales cultivées, conduisant à terme à des baisses de rendement et de la qualité des productions agricoles (Bassirou, 2013).

Diverses recherches, visant à développer les approches technologiques consistant à modifier le sol salé par des mesures de remise en état ou à l'adoption des approches biotiques par l'utilisation des cultures végétales tolérantes au sel, ne sont pas une démarche facile et économique pour une agriculture durable. L'utilisation des technologies microbiennes dans l'agriculture s'étend très rapidement par l'identification de nouvelles souches bactériennes efficaces dans l'amélioration de la croissance des plantes (PGPR, Plant Growth Promoting Rhizobacteria) (CHERIF, 2014).

Les rhizobactéries qui favorisent la croissance des plantes (PGPR), stimulent directement la croissance de celles-ci en augmentant le prélèvement des éléments nutritifs du sol, en induisant et produisant des régulateurs de croissance végétale et en activant les mécanismes de résistance induite chez les végétaux. Ils stimulent indirectement la croissance des végétaux par leur effet antagoniste sur la microflore qui leur est néfaste, en transformant les métabolites toxiques et en stimulant la nodulation des légumineuses par les rhizobia (Beauchamp,1993)

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est l'étude d'interaction Plante-Rhizobactérie, où nous recherchons l'effet de stress salin sur la germination et l'effet de l'inoculation par des

Introduction générale

souches de *Pseudomonas* isolées et sélectionnées sur la germination dans des conditions salines.

Notre travail a été réalisé en trois parties suivantes :

1. Analyses bibliographique : comprend trois chapitres :

➤ La Salinité du sol : comprend l'effet du stress salin sur différents processus physiologiques des plantes ;

➤ La fève *Vicia faba* L: contient des généralités sur les légumineuses et la plante de la fève.

➤ Les PGPRs: présentation des PGPRs, *Pseudomonas*, sa classification et sa caractérisation physiologique et biochimique, et en fin les différents effets sur la plante.

2. Matériel et méthodes : Une description du matériel et des méthodes utilisées dans l'essai

3. Résultats et discussions : Présentation des résultats obtenus et leur discussion et une conclusion générale.

Chapitre I

Généralité sur la salinité

I- Généralité sur la salinité

I-1- Définition de la salinité :

La salinité peut être définie comme une accumulation excessive de sels dans les sols ou dans les eaux à un seuil pouvant avoir un impact sur les activités humaines et naturelles (plantes, animaux, écosystèmes aquatiques, approvisionnement en eau, agriculture,...). On distingue deux types de salinité, une salinité primaire où l'augmentation de sels est uniquement due à des processus naturels et une salinité secondaire ou induite où les augmentations ont eu lieu en raison des changements des pratiques d'utilisation des terres par les activités humaines (Soukeina, 2010).

I-2- la salinité des sols :

Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons –ou de tout leur ensemble- sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier du sodium (AUBERT, 1975).

I-3- la salinité de l'eau :

La qualité de l'eau d'irrigation est déterminée par sa teneur en sels solubles, teneurs en sodium, bore et bicarbonates. Plus cette teneur en sels sera grande ; plus il y aura risque de créer un sol salé ou d'aboutir à une eau du sol impropre au développement des plantes (LALLEMAND, 1980).

I-3-1- Caractéristique des eaux d'irrigation :

Selon la Classification américaine, les eaux sont classées en quatre catégories établies sur les valeurs de conductivité électrique

Tableau 01 : la qualité de l'eau

Teneur en sel g/l	Conductivité électrique micro mhos/cm à 25°C	
< 0,2	< 250	C ₁ Eaux faiblement salines
0,2-0,5	250 - 750	C ₂ Salinité moyenne
0,5-1,5	750 - 2250	C ₃ Salinité forte
1,5-3	> 2250	C ₄ Très forte salinité

Les eaux faiblement salines peuvent être utilisées pour irriguer la plupart des cultures sur pratiquement tous les sols, mais quand la salinité croît, l'eau devient moins appropriée pour les plantes sensibles au sel et pour l'utilisation sur sol peu perméables.

Les eaux à fort forte salinité ne peuvent être utilisées que pour les plantes très tolérantes au sel, avec des techniques d'aménagement particulières sur sol perméables bien drainés (LALLEMAN, 1980).

I-4-la salinité dans le monde et en ALGERIE :

I-4-1-la salinité dans le monde :

Les terres émergées représentent 13,5 milliard d'ha. Mais, quand on a retiré les déserts, les hautes montagnes, l'Antarctique, le Groenland, il reste 3 milliards d'ha cultivables, soit 22% du total; c'est seulement 50 fois la France. Et, la moitié de ces 3 milliards d'ha cultivables sont déjà cultivés. Comme on prévoit à court terme le doublement des populations humaines, il est plus que temps de se préoccuper de la sauvegarde du capital sol. Or, ce capital est inextensible et menacé. La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe. Selon la FAO et les estimations les plus récentes, elle affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente. Elle est donc très importante quantitativement puisque, encore une fois, nous n'avons qu'un milliard et demi d'ha cultivés sur la Terre (Jean-Paul, 2009).

I-4-2-la salinité en Algérie :

En Algérie, il n'est recensé aucune étude cartographique fiable et précise permettant de délimiter les zones touchées par la salinité des terres et la quantification de la teneur des sels dans le sol. Néanmoins il existe quelques données fragmentaires qui donnent une idée générale sur le phénomène de salinité et de la dégradation des terres.

D'après SZABLOCS (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient (INSID, 2008).

I-5- La salinisation :

Processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol ; il s'en suit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol (Mermoud, 2006). Il comprend 02 types :

I-5-1 salinisation primaire ou naturelle :

La salinisation d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altération des roches, de dynamique des eaux. D'après Szablocs (1986) et la FAO cité in Robert(1996), la superficie totale concernée par cette salinisation naturelle est proche d mille millions d'hectares (995 ha) soit près de 5 % de la surface du globe (Madani, 2008).

I-5-2-Salinisation secondaire :

La salinisation secondaire est la forme de dégradation des sols la plus rapide dans les périmètres irrigués. Elle affecte environ 160 000 ha, soit environ 16 % des terres irriguées Les principales causes de la salinisation secondaire sont l'aridité du climat, l'utilisation d'eau chargée en sels solubles, le mauvais drainage associé à la remontée de la nappe phréatique, l'utilisation de techniques d'irrigation peu économes en eau, et dans une moindre mesure l'utilisation abusive des engrais chimiques (BADRAOUI, 2006).

I- 2-le stress salin :

est un excès d'ions en particulier mais pas exclusivement aux ions Na^+ et Cl^- (Ghamnia,2014).

I- 2-1- Les composante de la salinité :

Les composantes de la salinité sont : les stress osmotique (hydrique), ionique, nutritionnel.

a-Le stress hydrique :

Le sel inhiber la capacité des plantes à capter l'eau du sol. La sécheresse menant au stress hydrique dans la plante, il se traduit par une série de modification qui touche les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques à partir du moment où les besoin en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles. Le déficit hydrique joue un rôle direct sur la physiologie des plantes; toutes les fonctions physiologiques ne sont pas affectés en même temps et avec la même ampleur (Oudina et Selfaoui, 2016).

b-stress ionique :

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (GHAMNIA Youcef ,2014).Ce composant supplémentaire de stress salin est attribuable au rapport $(\text{K}^+) / (\text{Na}^+)$, échangeable et la concentration du (Na^+) qui sont néfastes aux plantes. La toxicité du Na^+ ionique peut être manifestée dans l'apoplaste cellulaire dû à son déplacement de / ou substitution pour le (Ca^{2+}) .Les fortes concentrations en (Na^+) peuvent perturber aussi les

fonctions enzymatiques Cytologiques parce que le (K⁺) est un activateur essentiel de plus de 50 enzymes, le (Na⁺) est incapable de remplacer le (K⁺) dans ce rôle L'accumulation du sel dans la plantule peut réduire la surface foliaire photosynthétique à travers l'inhibition du (Na⁺) de la division et l'expansion et cellulaire (LEMZERI, 2007).

c- stress nutritionnel

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate (KADRI et MIDOUN, 2015).

I- 3- L'effet de la salinité sur les plantes

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale .L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement. Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (LAHOUEL, 2014).

I- 3-1-Effet sur la germination

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et en particulier par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel. Ainsi, la germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique. On peut considérer que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence du sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée.

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique :

-Les effets osmotiques se traduisent par l' inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination.

-Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination. (NASRI, 2014)

I- 3-2- L'effet sur la morphologie des plantes :

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques mais c'est le poids de la matière sèche et la longueur des tiges qui représente le mieux la tolérance ou la sensibilisation des plantes aux sels (DERKAOUI, 2011).

1- l'effet sur les feuilles :

Les racines sont moins affectées par la salinité que la partie aérienne. En effet un jaunissement apparaît sur les jeunes feuilles. Il peut se former des décolorations ou des brûlures dues à la toxicité des sels à fortes doses. Les chercheurs ont constatés que la surface foliaire est réduite sous stress salin. (DERKAOUI, 2011)

2- l'effet sur la tige :

Si la concentration des sels dans le sol est importante, la partie aérienne est réduite (DERKAOUI, 2011). La longueur des tiges est réduite par l'excès de sel dans le sol pour le tournesol, La réduction de la hauteur de la tige est de 30 cm. (TEGGAR, 2015)

3- l'effet sur les racines :

Les racines sont les premiers organes confrontés à l'augmentation du sel, il a été observé que des concentrations importantes de polypeptides appelés osmotine, s'accumulent dans les plantes au niveau des vacuoles de cellules de tabac soumises à des doses élevées de sel (ELFEIHA, 2010). Les racines sont les premières à réagir. L'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines. La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles (TEGGAR, 2015).

I- 3-3- Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. La glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés. L'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium est également réduite. La plante montre alors des signes de stress par la production d'anthocyanes ou la destruction de la chlorophylle. Si chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sel, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance. Des stress extrêmes conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (BABA SIDI-KACI, 2010).

I- 4-L'adaptation des plante sur le stress salin :**I- 4-1-Accumulation de proline**

La proline s'accumule grandement dans les plantes exposées au stress salin et varie dans les organes avec l'âge de la plante (Moulay Belkhodja, 1995). La proline et les sucres solubles se sont significativement accumulés dans les feuilles sous l'effet du sel. Ils participeraient aux phénomènes d'ajustement osmotique. Le transport ou/et l'utilisation de l'amidon ont été perturbés causant son accumulation dans les chloroplastes (BOUZID, 2010).

I- 4-2-Accumulation de sucre soluble

D'autres espèces s'adaptent à la salinité en accumulent des sucres solubles produits par (blocage de la glycolyse) ou le saccharose (provenant de l'hydrolyse de l'amidon). Ces sucres sont abondants dans le cas de concentrations fortement salines et déshydratantes. L'accumulation des sucres solubles est très prononcée chez les plantes soumises à la contrainte saline, ces sucres ont pour rôle l'établissement de l'équilibre osmotique (BOUHADDI, 2009).

I- 4-3-Adaptations morphologiques

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires augmente, se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles. L'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes (BABA SIDI-KACI, 2010).

I- 4-4 Accumulation des composés azotés :

La vie en milieu salé se caractérise souvent par la formation et l'accumulation dans les tissus de composés azotés. C'est parmi ces composés qu'on trouve le plus de substances à molécules non toxiques, susceptibles de jouer un rôle osmotique dans le cytoplasme.

Le sel freine la protéogenèse et augmente la protéolyse. Ces perturbations entraînent une accumulation d'acides aminés libres. Parmi ces acides, c'est la proline qui accumulée en quantités très importantes chez les halophytes, comme chez les glycophytes cultivés en présence du sel et c'est à cet acide qu'on attribue le plus souvent le rôle osmotique dans le cytoplasme. Cette hypothèse est appuyée par la corrélation étroite qui existe entre la teneur en proline et celle du chlorure de sodium et par la non toxicité aussi de cet acide (HAMDOUD, 2012).

Chapitre II

la fève

II-Les légumineuses

II -1- Présentation générale des légumineuses

Les légumineuses sont des espèces végétales qui appartiennent à la famille des *Leguminosae* (communément appelée la famille du pois) qui produisent des graines comestibles utilisées dans l'alimentation humaine et animale depuis des milliers d'années.

La FAO range parmi les légumineuses les plantes récoltées pour l'obtention de grains secs et à faible teneur en calories. En revanche, ne sont pas rangées dans cette catégorie les plantes récoltées vertes pour la consommation alimentaire (par exemple, les petits pois et les haricots verts) qui sont classées dans la catégorie des cultures légumières. (FAO, 2016)

Les légumineuses alimentaires en Algérie ont toujours occupé, sur le plan de la superficie, le troisième rang après les céréales et les fourrages. Leur superficie soit de l'ordre de 90 mille ha représentant 0,21 % de la superficie agricole totale en 2014. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre : la fève, la fève, le pois chiche, le pois sec, les lentilles et l'haricot sec. (RAHMANI, 2015)

II -1-2 intérêts agronomiques de légumineuses :

Sur le plan agronomique, la présence des légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et les rendements des cultures. Rappelons que 79,08% du volume en gaz N₂ de la biosphère se trouve dans l'atmosphère constituant ainsi la principale source d'azote. L'usage de ces légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols en azote et les rendements des cultures (GAID, 2015)

II -2-La fève

II - 2- 1-Généralité :

L'espèce, *vicia faba* L. est l'une des légumineuses alimentaires qui fait partie de nos systèmes agraires depuis longtemps. C'est une culture importante considérée comme une source cruciale de protéines pour les humains et les animaux, notamment pour les pays méditerranéens et la Chine. Également, la fève joue un rôle dans la rotation des cultures, la fixation d'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols. La fève représente une production mondiale de 35 157 48 T. La Chine est le plus grand pays producteur avec 16 500 000 T pour la campagne 2009/2010, puis vient l'Éthiopie en deuxième position avec une production de 6 108 45 T. La France est classée en troisième position (BENTAMA et BOURSAS, 2016)

II- 2-2-L'origine :

La majorité des auteurs considère l'origine de la fève à l'Est et l'Ouest de l'Asie. Selon Bond (1986) la fève fut cultivée dans l'Asie de l'Ouest il ya environ 6000 ans. Pour Abdallah (1979) l'origine de la fève fut l'Egypte, selon lawes et al...(1983) l'Ethiopie et Afghanistan ; watt (1972) considère que la fève fut cultivée pendant longtemps en Inde.

(CHAFFI, 2011)

II- 2-3-Classification botanique :

Les fèves et fèveole sont des légumineuses (*Leguminosae*) appartenant au genre *Vicia* et à l'espèce *faba* à $2n=12$ chromosomes. Cette espèce présente une assez grande Variabilité morphologique (poids, forme, coloration du grain, hauteur des plantes). La féverole, *Vicia faba* L., est une légumineuse dont la classification prête encore Aujourd'hui à discussion. Un consensus est cependant généralement trouvé sur la Classification de Muratova (1931), cité par Gallais et Bannerot (1992) qui subdivise L'espèce en deux sous espèces, *paucijuga* et *eu-faba*. Dans le groupe *eu-faba*, cette Classification, basée sur une différence de poids, de taille et de forme des graines, Distingue trois variétés botaniques. (BENKERROU et BOUBAYA ,2016)

II- 2-4-Caractères taxonomiques de fève :

D'après Wojciechowski *et al.* (2004), cette classification a été décrite comme suit :

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-Classe : *Rosidae*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.

(Saadi, 2014)

II- 2-5- Description

La fève est une plante annuelle de grande taille, 60 à 200 cm, à port dressé, à grosse tige carrée, creuse et rigide. La plante est glabre, son épiderme lisse et brillant, sa couleur vert franc soutenu. Les fleurs apparaissent en petites grappes de 3 à 8, à l'aisselle d'une feuille, sur un rameau très court. Selon les variétés, le premier étage florifère se situe autour du 5^{ème} ou 7^{ème}

nœud. Le nombre de nœud portant une inflorescence varie de 6 à plus de 10, selon l'alimentation en eau, la croissance de la plante étant indéfinie. Les fleurs sont grandes, 2 à 3 cm, blanches avec une tache noir soyeux. Les plantes à fleurs blanches sans taches noires, ne comportent pas de tanins dans la graine. . (I NA P-G)

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 5 à 10 cm de long selon les

Variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de Couleur verte puis noircissent à maturité. Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau de la graine (GUERNOUG et MILIANI ,2017)



Figure 01 : description de fève

II- 2-6-les exigences agro-écologique :

a-le sol :

Selon Carlu (1952) la fève préfère les sols silico-argileux de consistance moyenne ou compacte Elle se développe dans tous les sols humifère même si leur taux en calcaire est faible. La plupart des sols peuvent convenir à la fève à l'exception des terres chaudes de saveur acre ou amère, humide et puante. La fève craint des sols très secs à PH 7 dont lesquels les fleurs ne se moultent pas ou elle ne produisent que de courtes gousses et des grains mal formés.(CHAFI, 2011)

b- La température :

La fève supporte les faibles galées ne dépassant pas -3 °C. Les températures supérieures à 23°C sont néfastes pour la fève, elles provoquent la chute prématurée des fleurs, stimulent le développement de maladies virale et fongique et rend la plante susceptible à l'attaque des insectes ravageurs (chaux et foury ,1994) une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève (Ouslim ,2016)

c-l'eau :

La fève est une espèce d'hiver qui peut être cultivée comme légume vert ou à l'état sec après la maturité des gousses. Elle est sensible au manque d'eau et exige une alimentation hydrique régulière supérieure à 350 mm/an (Alaoui, Référentiel pour la Conduite Technique de la fève (*Vicia faba*). Vue les irrégularités des précipitations mensuelles et la grande fréquence du déficit hydrique caractérisant la période Mars-Avril, il est préconisé d'apporter des irrigations pendant les stades critiques l'élaboration du rendement, il s'agit du début de la ramification, la floraison et le remplissage des grains. (Qualibou, 2013)

II -2-7- La valeur de fève :**1-Valeur azotée :**

La graine de féverole contient, selon les variétés 24 à 30 % de matières azotées Comparée aux autres graines de légumineuses, la féverole est plus riche en matières azotées que le pois fourrager (20-22 %), mais moins riche que le lupin (30 à 40 %). (Moul)

2-Valeur nutritionnelle

Avec le pois, la lentille et le lupin, la fève a constituée durant toute l'antiquité et le Moyen-âge, une base alimentaire importante jusqu'au développement du haricot et de la Pomme de terre, qui ne devrait être vraiment vulgarisés qu'au XVIIIème siècle. La fève constitue un aliment nutritif très important notamment pour les populations à faible revenu qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéines d'origine animale .D'après Goyoaga et al. (2011), la fève renferme un taux élevé en protéine (=20 % de la M.S), tout en restant un aliment énergétique (55 % de glucides ; 340 cal /100g) (MEZANI ,2016)

3-Valeur énergétique :

La graine de féverole contient de 7 à 11 % de cellulose brute et de 45 à 48d'extractif non azoté. Sa valeur énergétique serait de l'ordre de 1 UF, donc équivalence à celle de l'orge.

(MOULE)

II -2-8-Int-érêt de fève :**1- Intérêts agronomique**

L'espèce *V.faba* comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé. En plus de son intérêt nutritionnel, elle est introduite en rotation avec les céréales, où elle joue un rôle non négligeable dans l'enrichissement du sol en azote Selon Hamadache (2003), la fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg/ha ; elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique. (BENTAMA et BOURSAS, 2016)

2- Intérêts agro-économique

Comme toutes les légumineuses, la fève en association avec les rhizobia peut fixer jusqu'à 120 kg d'azote / ha (Workalemah, 2009). Ainsi, elle contribue au maintien de la fertilité des sols et permet d'économiser au moins une partie des frais d'intrants azotés coûteux et polluants pour l'environnement. Cette plante constitue également une source

importante de protéine, elle est consommée soit comme des légumes verts ou en tant que des semences sèches (Bissar, soupe, etc.). Après la récolte, la paille est également utilisée pour nourrir le bétail. Les graines mûres de la fève constituent une bonne source de protéines, amidon, cellulose, vitamine C et de minéraux (Besmouche et Lounis, 2017).

En Algérie, bien que le rendement à clairement diminue ces deux dernière décennées 4,71qx/ha, la fève occupe toujours la première place parmi les légumes secs. On la cultive sur les plaines côtières et les zones sub littorales, avec une surface cultivé d'environ 49000ha, soit 46 % de la superficie consacré aux légumineuses et une production qui dépasse les 200000qx/ans (SOUANA, 2011)

II - 2-9- La féverole un maitre atout au niveau agronomique

- Comme toute légumineuse, la féverole fixe l'azote de l'air et ne nécessite, dès lors, aucune fumure azotée minérale ou organique. C'est donc un bon précédent pour le froment qui bénéficiera d'une restitution en azote permettant un meilleur rendement qu'après une betterave, un maïs ou un froment (+ 500 à 800 kg/ha).

- Son intégration dans la rotation, en tant que tête de rotation, permet de diversifier les cultures et, ainsi, de faciliter la gestion des adventices et des maladies.

- Sa conduite, du semis à la récolte, peut se faire au départ du matériel céréalier présent dans toutes les exploitations.

- Elle présente de nombreux débouchés, principalement en alimentation animale (autonomie protéique locale) et en alimentation humaine (graine entière ou ingrédient alimentaire comme agent de blanchiment des farines). (ABRAS et al...)

II - 2-10- les contraintes biotiques

a-les maladies fongiques

Les maladies fongiques les plus importantes de la fève sont les suivant :

a-1-les taches chocolat :

Sur les feuilles seulement nombreuses petites taches brun chocolat dispersées sur la feuille, souvent de 2-3 mm de diamètre. Elle finit par provoquer des nécroses importantes à l'origine de la chute précoce des feuilles. La propagation de cette maladie à partir des résidus de récoltes et mauvaises herbes. La maladie est favorisée par une température de 15-20°C en présence d'une humidité saturante (élevé de 80%) sont favorables à son développement. (Benjamin ,2014)

a-2- la rouille :

La rouille est la maladie la plus pré-judiciable. Elle peut occasionner des pertes de rendement jusqu'à 25q/h en cas d'attaque précoce et importante. L'antracnose touche principalement la féverole d'hiver. Les semences étant un vecteur de propagation, mieux vaut utiliser des semences certifiées. (ITAB, 2014)

b- les maladies virales :

Les principales maladies virales de la fève d'après Kumari et Van Leur (2010) sont :

- le virus des taches de la fève transmis par les pucerons selon le mode non persistant.
- le virus jaune nécrotique de la fève transmis par les pucerons selon le mode persistant.

(KHELOUL ,2014)

c- les insectes ravageurs :

Les principaux insectes ravageurs de la culture de la fève est le puceron noir (*Aphis fabae*) qui possède un homoptère de 2 mm de long avec un corps trapu. Il forme des colonies noir mat, disposées en manchon le long des tiges et principalement aux extrémités. Les prélèvements de sève provoquent un flétrissement des plantes, une moindre croissance et un avortement des fleurs (d'où une mauvaise fructification), ainsi qu'une déformation et une décoloration des tissus végétaux. *Aphis fabae* est l'une des espèces les plus polyphages qui soit, il peut évoluer sur plus de 200 espèces de plantes et transmettre plus de 30 virus pathogènes (MEZANI ,2016)

Chapitre III

Les bactéries

promotrices de la

croissance des plantes

III -1- Les bactéries promotrices de la croissance des plantes(PGPRs)

III -1-1 Généralité :

Les PGPRS ou «Plant Growth-Promoting Rhizobacteria » en anglais sont des bactéries qui se développent dans la rhizosphère, et qui ont un effet positif sur la plante, pour ces effets on les considère comme rhizobactéries promotrice de la croissance végétale. Ces bactéries sont utilisées en agriculture pour la bio-fertilisation des sols en fixant l'azote atmosphérique qui pourra être par la suite utilisé par les plantes, améliorant leur croissance lorsque l'azote du sol est limitant. (BENMATI ,2014).Donc sont des bactéries phyto-bénéfiques interagissant avec la plante sous la forme d'une symbiose associative, c'est-à-dire une interaction facultative, sans processus de différenciation morphologique des deux partenaires. Leur habitat privilégié est la rhizosphère, même si certaines souches sont capables de coloniser à l'intérieur des plantes, ainsi que les parties aériennes (Olivier, 2009).

Dans les dernières décennies l'utilisation des PGPRs est devenue une alternative pour améliorer la production agricole. ces bactéries peuvent coloniser les racines et exercer des effets bénéfiques sur la croissance des plantes par différents mécanismes grâce à leur pouvoir adapté aux conditions rhizosphériques ajouté à leur mécanisme d'action bénéfiques, ces rhizobactéries améliorent le développement des systèmes racinaires, l'augmentation de la capacité d'absorption de l'eau et des éléments nutritifs, le renforcement des capacités défensives des plantes contre les maladies, elles affectent positivement la rapidité de levée des semences et améliorent le rendement des cultures(BOUKERMA,2012).

III -1-2- Taxonomie des PGPRs :

Au cours de ces dernières années, le nombre des PGPR identifiées a augmenté d'une façon significative, parce que le rôle de la rhizosphère comme écosystèmes a gagné de l'importance dans le fonctionnement de la biosphère et que les mécanismes d'action des PGPR ont été suffisamment étudiés. Ces microorganismes cultivables, présentant une diversité de genres et d'espèce, appartiennent majoritairement aux trois phylums suivants :

Proteobactéries, Firmucutes et Actinobactérie (HAMOUM, 2017).

III -1-2-1- Proteobactéries :

a-Alphaproteobacteria

Les PGPR appartenant à cette classe sont les *Rhizobium* reconnues par leur capacité à fixer l'azote et à noduler les plantes. Ces souches peuvent se comporter comme PGPR quand elles colonisent les racines des plantes non légumineuses dans une relation non spécifique. En effet, le genre *Rhizobium* contient également des souches PGPR qui ont été considérées comme de nouveaux genres : *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* et *Mesorhizobium*.

b-Betaproteobacteria

Dans la famille Burkholderiaceae, le genre *Burkholderia* forme un groupe monophylétique qui contient diverses espèces ayant des propriétés physiologiques et écologiques variées, elles sont isolées à partir des sols et des plantes. Quelques souches ont la capacité de fixer de façon symbiotique l'azote. *Ralstonia* est un genre également attribué à la famille des Burkholderiaceae. Il est, comme le genre *Burkholderia*, omniprésent (HATIM, 2015).

c-Gammaproteobacteria

C'est la classe de bactéries la plus nombreuse, et comprennent des microorganismes très diversifiés sur le plan physiologique. La famille des pseudomonadaceae comprend le genre *Azotobacter*. Ce genre est composé de bactéries qui favorisent la croissance des plantes à cause de sa capacité de fixer l'azote et ne produisant pas de nodules.

III -1-2-2- Firmucutes :

Dans ce phylum, *Bacillus* est le genre le plus prédominant. Elles représentent environ 95% de la flore isolée. Ce sont des bactéries prépondérantes dans l'environnement. Ce sont des bacilles à coloration de Gram positif, isolés ou en chaînes, capables de sporuler, en général mobiles. Ce sont des bactéries aérobies ou aéro-anaérobies facultatives forment des endospores (CHIBANI, 2017).

III -1-2-3- Actinobactérie :

Le genre *Frankia* est fixateur symbiotique d'azote. Cette capacité est une caractéristique du genre. Ces bactéries sont associées à des plantes actinorhiziennes pionnières de la colonisation des sols pauvres ou perturbés. D'autres *Actinobacteria* sont également des promoteurs de croissance des plantes mais ne participent pas à la symbiose. Ils appartiennent aux genres *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Curtobacterium* et *Streptomyces* (CHERIF, 2014).

III -1-3- Mode d'action :

Les PGPR sont capables d'interférer dans les réponses des plantes aux contraintes Environnementales de façon directe ou indirecte, et de leur conférer de nouvelles capacités

Par l'altération de l'ensemble de la communauté microbienne dans la rhizosphère grâce à la Production de substances diverses (AOUANE et HAMANI , 2017)

III -1-3-1-Mode direct :

1-La fixation d'azote :

La fixation de l'azote dans le sol est un mécanisme important, principalement assuré par des microorganismes menant une vie libres ou des microorganismes vivant en symbiose avec des plantes. Tous les genres *susmentionnés* ont déjà été décrits comme PGPR, assurant la fixation de l'azote atmosphérique et favorisant la croissance et le rendement des plantes (AGUENIOU et ZEGGAGH, 2017)

2-La solubilisation des phosphate

Après l'azote, le phosphore est l'élément le plus limitant pour les plantes qui sont capables seulement d'absorber ses formes solubles mono- et dibasiques ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}). *Azotobacterchroococcum*, *Bacillus* spp. *Bradyrhizobium* spp. *Enterobacter agglomerans*, *Pseudomonas putida* et *Rhizobium* spp. Sont des exemples de bactéries rhizosphériques solubilisant le phosphate inorganique en produisant de l'acide gluconique et l'acide 2-cétogluconique. Elles sont aussi capables de minéraliser le phosphate organique par l'excrétion des enzymes extracellulaires telles les phosphatases, les phytases et C-P lyases. (RABHI, 2011)

3- La production de sidérophores et la Compétition pour le fer

Un cas particulier de compétition pour les nutriments repose sur la compétition Pour le fer. Les micro-organismes ont la capacité de synthétiser des siderophores qui sont des molécules chélatrices du fer nécessaire à leur croissance. Ces composés ont une Grande affinité pour le Fe^{3+} . En s'appropriant les ions ferriques présents dans la Rhizosphère, ils les rendent ainsi non disponibles pour le champignon pathogène, ce qui Provoque une diminution de sa croissance. Par exemple, certaines bactéries du genre *Pseudomonas* ont un grand pouvoir de chélation du fer. Elles peuvent reconnaître et Utiliser les sidérophores produits par d'autres souches, alors que ces dernières ne sont pas Capables d'utiliser le sidérophore qu'elles produisent. Cette particularité peut favoriser la Souche dans le processus de la colonisation et la compétition pour le substrat mieux que d'autres habitants microbiens de la rhizosphère (Akram,2008)

4-La production des phytohormones

Produisent des hormones végétales à la fois dans des cultures liquides et des conditions naturelles. Les principales hormones produites sont l'acide indolacétique (IAA). Il est rapporté que 80% des microorganismes isolés de la rhizosphère de diverses cultures possèdent la capacité de synthétiser et de libérer des auxines en tant que métabolites secondaires. IAA joue un rôle très important dans les interactions rhizobactéries-plantes. Les IAA synthétisés par les PGPR ont influencé le développement des racines, le taux de respiration, le métabolisme et la prolifération des racines, ce qui a entraîné une meilleure absorption minérale des plantes inoculées. (Deepmala, 2016) et aussi la production de cytokinines qui forment une classe de phytohormones stimulant les divisions cellulaires, l'élargissement et le développement des tissus. Ce sont des signaux impliqués dans la médiation du stress environnemental des racines vers les parties supérieures de la plante. La production de cytokinines a été rapportée chez *P. fluorescents* (IDDER, 2014).

Les processus de la germination et de l'émergence des graines, de l'induction florale, du développement des fleurs et des fruits et de la vaine la croissance des feuilles comprennent l'implication de la gibbérelline (GA), qui est l'une des phytohormones. Cependant, l'effet physiologique le plus dominant de l'AG est l'élongation des pousses. (Pravin et al, 2016)

5-la Production des enzymes ACC désaminase :

Les PGPR possédant l'ACC désaminase régulent et abaissent les niveaux de l'éthylène en métabolisant l'ACC, un précurseur de l'éthylène. L'ACC désaminase régule la production d'éthylène en réponse à une multitude de stress biotiques et abiotiques comme la salinité, la sécheresse et les variations de température. Les bactéries possédant une ACC désaminase confèrent la tolérance des plantes au sel, une partie importante de l'ACC peut être exsudée par les racines ou les semences et est ensuite consommée par la microflore du sol ou hydrolysée par l'ACC désaminase en ammoniac et en α -cétobutyrate. L'absorption et l'hydrolyse de l'ACC par les microorganismes diminuent sa quantité en dehors la plante (Silini, 2013)

III -1-3-2-Effets indirects

1-Compétition pour l'espace et les nutriments

Le PGPR doit être présent sur les racines en nombre suffisant pour avoir un effet bénéfique sur les plantes et pour être capable d'instaurer une compétition pour les nutriments dans la rhizosphère. Dans certains cas, les rhizobactéries à croissance rapide peuvent éliminer les pathogènes fongiques (Sebihi, 2016) par la compétition pour le carbone et la compétition pour le fer dont la biodisponibilité dans le sol est très faible. (Amandine, 2010).

2- Antibiose

La production des antibiotiques est un critère très important de compétitivité des microorganismes aux autres populations microbiennes. C'est un critère de performance pour la promotion indirecte de la croissance végétale. (KIRDI, 2011)

3- Résistance systémique induite ou ISR

La résistance induite peut être définie comme un état physiologique de capacité défensive accrue stimuli et par conséquent les défenses innées de la plante sont potentialisées contre des défis biotiques ultérieurs. Les plantes bioprimes avec certaines bactéries favorisant la croissance des plantes peuvent également fournir une résistance systémique contre un large éventail de pathogènes végétaux. Les maladies d'origine fongique, bactérienne et virale et dans certains cas même les dommages causés par les insectes et les nématodes peuvent être réduits après l'application de rhizobactéries stimulant la croissance des plantes. De plus, la résistance systémique induite implique une signalisation par jasmonate et par l'éthylène dans la plante et ces hormones stimulent les réponses de défense de la plante hôte contre la variabilité des pathogènes végétaux. (Gupta et al, 2015)

III -2-la bactérie de *Pseudomonas*

III -2-1-Généralité :

Les bactéries du genre *Pseudomonas* sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, généralement mobiles grâce à une ou plusieurs flagelles polaires, aérobies à métabolisme strictement respiratoire et chimio-organotrophes. (MEZAACHE ,2012)

Le genre *Pseudomonas* est un grand groupe bactérien particulièrement important qui appartient à la sous-classe γ des protéobactéries et comprend plus d'une centaine d'espèces ubiquitaires, elles ont une capacité élevée à coloniser la rhizosphère ainsi que les racines des plantes et sont capables de former des associations intimes avec leurs hôtes. Produisent notamment, de nombreux métabolites antifongiques, Ces bactéries sont également capables de synthétiser des sidérophores appelés pyoverdines ou pseudobactines. Ces molécules sont impliquées dans l'amélioration de la croissance et de la santé des plantes et contribuent à l'acquisition du fer par les végétaux. (Amandine, 2010) La plupart étant saprophyte et pouvant coloniser les cellules corticales morte des racines. Elle produit des pigments hydrosolubles se diffusant dans le milieu elles sont largement répandues dans le sol, l'eau et l'air. (SAADI , 2009)

III -2-2-Habitat

Les *Pseudomonas* se rencontrent dans les sols, sur les végétaux et surtout dans les eaux douces et marines. La plupart des souches se développent à basse température (souches psychrophiles), contaminent les denrées alimentaires ou produits pharmaceutiques conservés au réfrigérateur (ADRAR, 2013).

III -2-2-classification botanique :

La classification des *Pseudomonas* est la suivante :(Bounoua Mohammed Djellel,)

Règne : *Bacteria*

Division : *proteobacteria*

Classe : *Gammaproteobacteria*

Ordre : *Pseudomonadales*

Famille : *Pseudomonadaceae*

Genre : *Pseudomonas*

III -2-3-Caractéristiques :

Selon Schroth *et al.* (2006), les espèces de *Pseudomonas* sont reconnues selon différents critères :

➤ Les caractères biochimiques :

- les possibilités d'assimilation de substrats carbonés.
- les besoins en facteurs de croissance.

L'analyse des profils de restriction (RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism) des gènes d'ARN ribosomal : permettant un classement des *Pseudomonas* en 5 groupes (Benyoub, 2011) :

✚ **Groupe I:** *Pseudomonas*.

✚ **Groupe II:** *Burkholderia*.

✚ **Groupe III:** *Acidovorax, Delftia, Comamonas et Hydrogenophaga*.

✚ **Groupe IV :** *Brevundimonas*.

✚ **Groupe V :** *Stenotrophomonas*.

✚ **Autres :** *Alcaligenes, Shewanella, Sphingomonas*

Le genre *pseudomonas* est caractérisé par une grande résistance à de nombreux facteurs (milieu nutritionnellement pauvres, températures très variées, antibiotiques, etc.), et donc par une forte adaptabilité métabolique. Sont des bactéries non seulement mésophiles mais aussi psychrotrophes, ce qui explique leur développement à des températures de 30° c

Chapitre III Les bactéries promotrices de la croissance des plantes

(Température optimale de croissance) et allant jusqu'à 4°C. par ailleurs, un pH compris entre 4 et 5 ralentit leur développement. (Cécile et Coralys, 2015).

Chapitre IV

Matériels et

méthodes

IV -1-Protocole expérimentale :

L'essai est réalisé dans le laboratoire de notre université avec un dispositif expérimental de type randomisation complète bifactoriel avec trois répétitions. Les analyses statistiques de l'ANOVA se feront par le logiciel Statboxv4.6, les histogrammes présentés, rejoignent des valeurs moyennes encadrées par leurs écart- type, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls (Dagnelie, 199.9), basée sur la plus petite valeur significative au seuil=5% On a aussi utilisé l'Excel 2007 pour l'établissement des graphes

IV-2-Expérimentation de la germination :

L'expérimentation a objet de tester la germination des graines de la fève de deux variétés (variété *Aguadulce* et autre locale) sous l'imbibition de trois solutions salines stériles à base de NaCl0, 100 et 200 mM, chaque groupe des graines est inoculée avec trois inoculum de souches de *Pseudomonas* présélectionnées au préalable et un contrôle sans inoculation bactérienne. Cette expérimentation a été faite dans des conditions aseptiques avec un nombre de 108 boites de pétri (90x15mm) ,36 boites à 16 graines pour la variété locale et 72 à 6 graines pour la variété super *Aguadulce*, ce dispositif a été déposé dans un étuve à 25°C durant 9 jours.

L'évaluation de la germination sera effectuée par un comptage quotidien des graines germées dont la radicule de 2 mm et plus,

La durée, la vitesse, le taux et l'indice de germination ont été calculés.

- La durée de germination est exprimée par le temps moyen pour 50% des graines germées.

- La vitesse de germination est le rapport de nombre des graines germées sur le temps, est calculé comme suite : $V_g = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_9/t_9$. n : nombre des graines germé chaque jour ; t : numéro de jour.

- Taux de germination est pourcentage de graines germées par rapport au total des graines.

IV-3 Le matériel végétal

Le matériel végétal ayant fait l'objet de notre étude est composé de semences de deux variétés de la fève, une variété locale d'Adrar, plante rigide et droite, forme des gousses dressées contient 2 à 3 graines. La couleur des graines mûres va du beige au rouge ou violet foncé profond en passant par le brun. Sa tige est de section carrée, les angles sont mis en relief par une proéminence qui naît à la base des feuilles et se prolonge vers le bas, et l'autre variété appelée super Aguadulce qui est une variété demi-précoce, très répandue en culture très productive qui est introduite avec la Séville à partir de l'Espagne.



Figure(02) : la variété locale



Figure(03) : la variété super Aguadulce

L'inoculum : des souches bactériennes : PSB66, PSB16, PSB3, PSB58, SHA21, sont des *Pseudomonas* en qualité de PGPR isolées et identifiées par H. Hamoum et H. Chibani , laboratoire de microbiologie et biologie végétale, (2017) .

IV-4-Préparation de matériel

IV -3.1. Préparation des milieux de culture

1. Milieu de bouillon nutritif liquide.

1 litre de la solution de bouillon nutritif se compose de :

Peptone :	10g
Extrait de viande:	5g
NaCl:	5g
pH :	7,2

On verse les composants dans un erlenmeyer de 2litre puis on complète le volume à 1 litre par l'eau distillé et on met le mélange sur une plaque chauffante avec un adjutateur magnétique pour mélanger la solution jusqu'au elle soit homogène et pure. On conserve le milieu préparé dans des flacons de 250ml après 15 minutes de stérilisation sous une température de 121 °C à l'autoclave.



Figure (04) : la préparation de milieu de bouillon nutritif liquide

2. Milieu King B gélosé.

1 litre du milieu de culture King B solide se compose de :

Peptone de caséine	10g
Peptone de viande.....	10g
Sulfate de magnésium	1,5g
Phosphate bipotassique.....	1,5g
Glycérol	10ml
Agar	18 g
pH :.....	7,2

On suit la même méthode de bouillon nutritif sauf qu'on ajoute l'agar juste après l'homogénéisation de la solution.

IV -3.2. Préparation de l'inoculum bactérien

Après avoir ramené les souches bactériennes de l'université de Mostaganem, conservées en tube à essai avec un milieu de culture de King B gélosé. On a procédé à leur réactivation dans des boîtes de pétri à milieu King B dans une étuve avec une température de 30C°.



Figure (05) : la préparation de l'inoculum bactérien

IV -3-3.Caractérisation des souches d'inoculum.

1.Isolement, identification et Caractérisation :

Les cinq souches ont été isolées et identifiées par H. Hamoum et H.Chibani (2017), puis caractérisées par les tests la solubilisation de phosphate, la production de l'AIA et des Sidérophores.

2.Teste de résistance à la salinité:

Le test a été réalisé avec un milieu de culture de bouillon nutritif liquide à différents concentrations salines à 0, 100 et 200 mM. Après l'ensemencement avec les cinq souches *Pseudomonas*, 15 tubes à essai à 5 ml de milieu de culture (5 par niveau de salinité) ont été déposés dans une étuve (incubateur-adjutateur) avec une température de 29 ± 1 pendant 96 heures.

La croissance sera exprimée en valeur de la densité optique mesurée par un spectrophotomètre avec une longueur d'onde de 620 nm.

IV -3.4. Préparation des solutions salines :

Les traitements salins sont des solutions à différents concentrations 100 et 200 mM. On a les préparé par l'addition de 0, 146 g et 0,292g respectivement à l'eau distillée pour la solution d'inhibition de germination et au bouillon nutritif pour le test de salinité des bactéries.

Les solutions ont été conservées dans des flacons à 250 ml après l'autoclavage.

IV -3-5. Préparation de graines :

Les graines de deux variétés utilisées ont été désinfectées à l'eau de javel à 25% pendant 05 min puis rincées cinq fois à l'eau distillée stérile, puis déposées sur une couche de coton stérile dans des boites pétri de 90x15mm.



Figure (06) : la préparation des graines d'Aguadulce



Figure (07) : la préparation des graines de variété locale

Chapitre V
Résultat et
discussion

V-Résultats

V-1 -Teste de résistance à la salinité :

Tableau (03) : absorbances des milieux de culture de test de résistance à la salinité des bactéries à sélectionner ; P1 : SHA21 ; P2 :PSB3 ; P3 :PSB58 ; P4 :PSB16 ; P5 :PSB66

Souches	0 m mol	100 m mol	200 m mol
SHA21	1,363	1,311	1,262
PSB3	1,505	1,640	1,524
PSB58	1,926	1,883	1,236
PSB58	1,343	1,495	1,223
PSB66	1,086	1,246	1,071

D'après les résultats obtenus dans le tableau 03 montre que les souches P1

P2 et P3 sont les plus résistantes à la salinité.

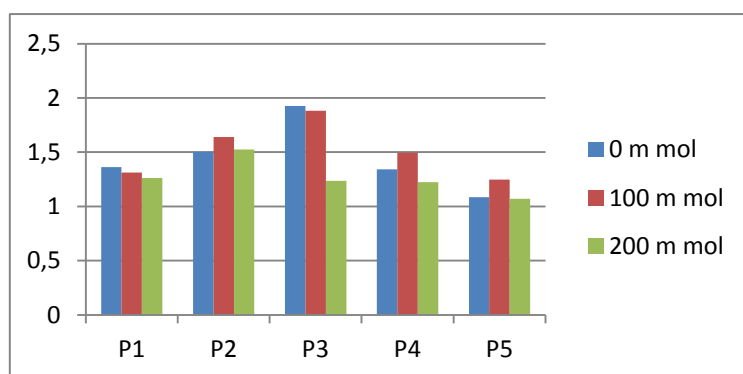


Figure (08) : absorbances des milieux de culture de test de résistance à la salinité des bactéries à sélectionner ; P1 : SHA21 ; P2 : PSB3 ; P3 :PSB58 ; P4 :PSB16 ; P5 :PSB66

V-2- Expérimentation de la germination :

V-2-1-Effet combiné de la salinité et de l'inoculation sur la germination

V-1-la variété super Aguduluce :

V- 1-Taux de germination (TG) :

D'après les résultats obtenus, on a constaté que la salinité affecte inversement proportionnelle le taux de germination des graines non inoculées de la fève avec une diminution de 64,29 et 71,43 % respectivement, alors que dans les groupes des graines inoculées avec P1, P2 et P3, la salinité a provoqué une perturbation dans le TG.

En comparaison des valeurs des TG des graines inoculées avec les souches P1, P2 et P3 avec celles des graines non inoculées, on observe une diminution de 21,43 ; 35,71et 35,71 %

en TG relatif au traitement non salin (0 mM) respectivement, alors qu'une augmentation en TG des graines traitées avec les solutions salines 100 et 200 mM avec un taux de 220,01 et 249,99 % pour les souches P1, de 60 et 125% pour P2 et de 140 et 99,99 % pour P3 respectivement.

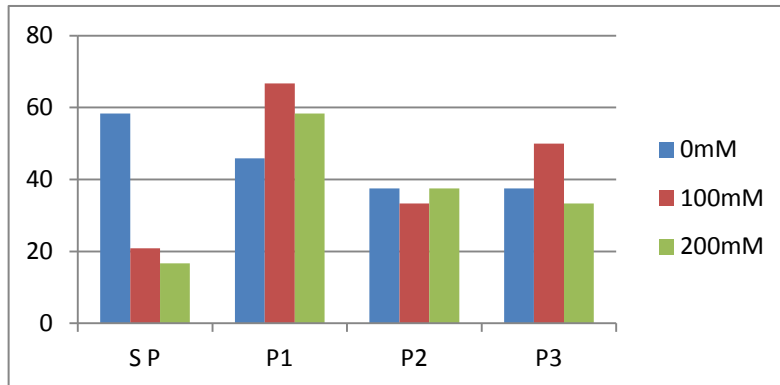


Figure (09) : Effet combiné de la salinité et de l'inoculation sur le taux de germination de la variété Super Aguadulce.

V-2-vitesse de germination (VG)

Les résultats obtenus montrent que la salinité affecte inversement proportionnelle la vitesse de germination des graines non inoculées de la fève en diminuant à 72,33 et 73,56 % pour les doses salines 100 et 200 mM respectivement, la salinité a également diminué la VG des graines inoculée avec P2 avec un taux de 28,15 et 26,44 % pour les doses 100 et 200 mM respectivement. Alors que les traitements salins ont proportionnellement augmenté la VG à 30,75 et 43,35% pour les graines inoculées avec P1 et à 13,92 et 78,90 % pour P3 respectivement.

En parallèle, en absence de salinité, l'inoculation avec P1, P2 et P3 a causé une diminution de 42,53 ; 56,71 et 48,88 % de la VG respectivement comparativement avec les graines non inoculées. En revanche, les souches P1, P2 et P3 ont induit une augmentation en VG de 172,04 ; 12,50 et 111,16 % pour le traitement salin 100 mM et de 212,10 et 20,53 et 246,98 pour le traitement 200 mM respectivement.

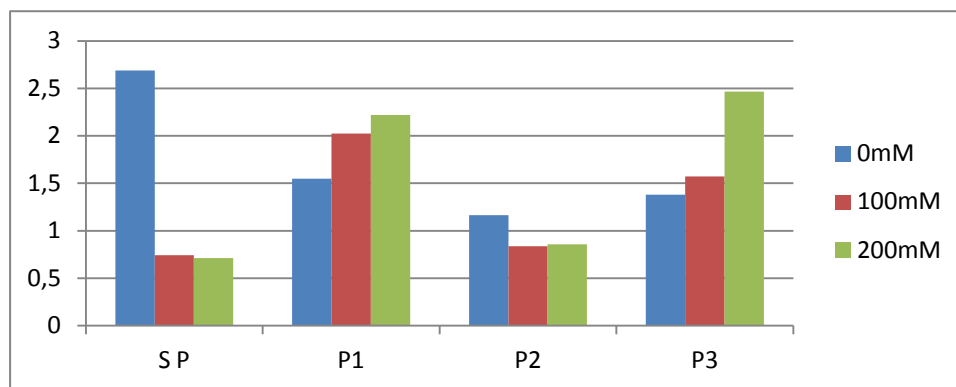


Figure (10) : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur la vitesse de germination de variété Super Aguadulce.

V-3-le temps moyenne de germination (T_{50}) :

Les valeurs du moyen de germinations T_{50} relatives aux graines non inoculées présentent une perturbation, une augmentation de 58,33% a été provoquée par la dose saline 100 mM, par contre la dose 200 mM a diminué le T_{50} à 8,33 %. En revanche, pour les graines inoculées avec P1, P2 et P3 les traitements salins ont proportionnellement augmenté le T_{50} .

Comparativement aux graines non inoculées, l'inoculation avec P1, P2 et P3 a causé une augmentation du temps T_{50} pour tous les traitements salins sauf pour la dose 100 mM en présence de la souche P2 et P3.

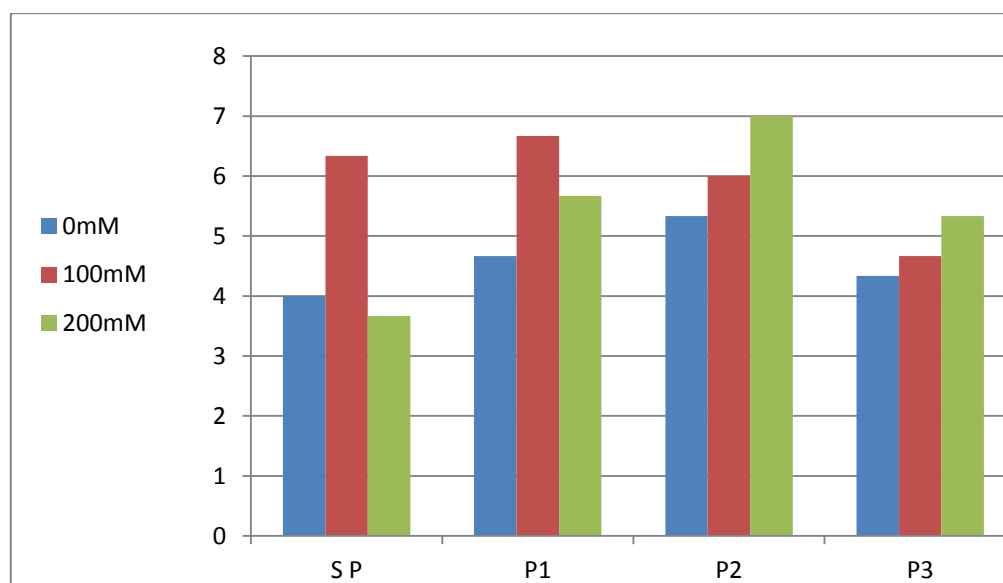


Figure (11) : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation de bactéries sur le temps moyen de germination t_{50} de variété super Aguadulce.

V-2- La variété locale :**V-1-Le taux de germination :**

Les résultats obtenus, montrent que la salinité affecte inversement proportionnelle le taux de germination des graines inoculées avec P1, P2 et P3 et non inoculées de la fève.

En parallèle, les souches P1, P2 et P3 ont provoqué une diminution dans tous les niveaux de salinité sauf qu'au niveau de traitement non salin où les souches P2 et P3 ont présenté une élévation de TG par rapport aux graines non inoculées.

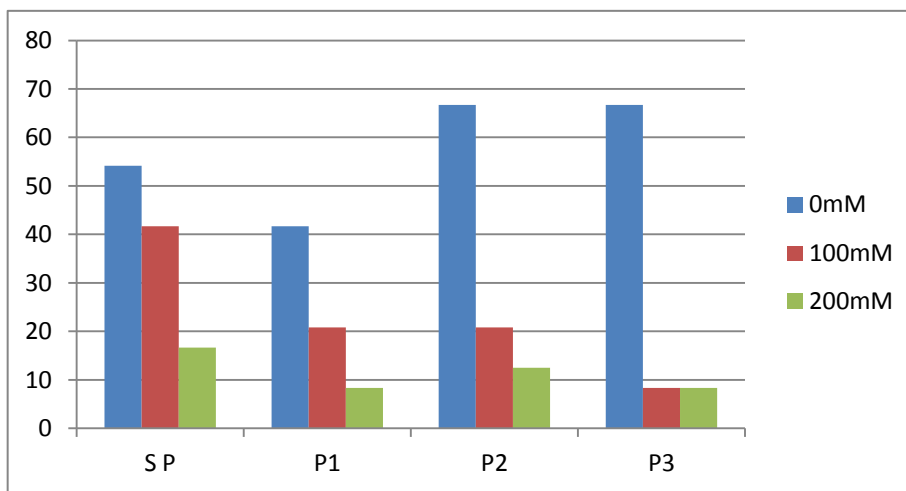
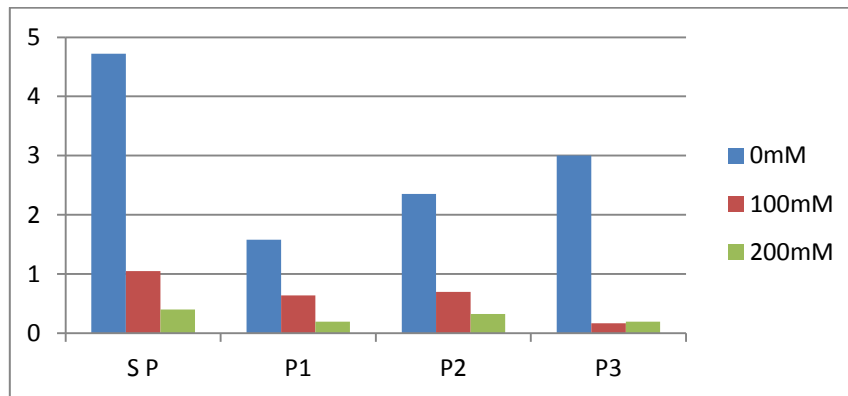


Figure (12) : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur le taux de germination de variété local.

V-2-La vitesse de germination :

D'après les résultats obtenus, le stress salin a significativement un effet inversement proportionnelle sur la vitesse de germination des graines inoculées avec P1, P2 et P3 non inoculées de la fève.

En regard aux valeurs de VG des graines non inoculées, on observe que l'inoculation avec les souches P1, P2 et P3 a significativement baissé la VG aux tous les niveaux de salinité.



Figure(13) : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur la vitesse de germination de variété locale.

V-3-le temps moyenne de germination (t_{50}) :

D'après les résultats obtenus, on a observé que la salinité affecte proportionnellement le temps moyen de germination T50 des graines inoculées avec les souches P1, P2 et P3 et non inoculées de la fève.

L'inoculation avec les souches P1, P2 et P3 a provoqué une augmentation de la VG pour tous les traitements salins sauf que le traitement 100 mM en présence de la souche P2.

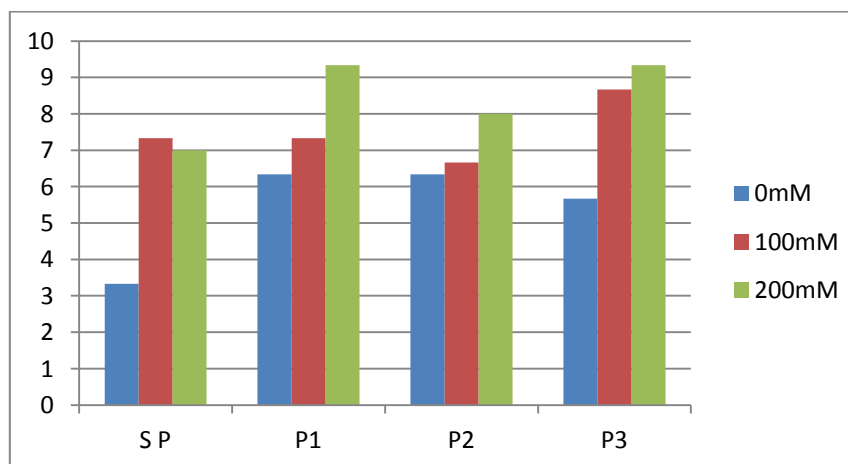


Figure (14) : Effets de différentes concentrations de NaCl et l'inoculation bactériennes sur le temps moyenne de germination de variété locale.

V-3-Comparaison inter-variétale

V-3-1-Taux de germination

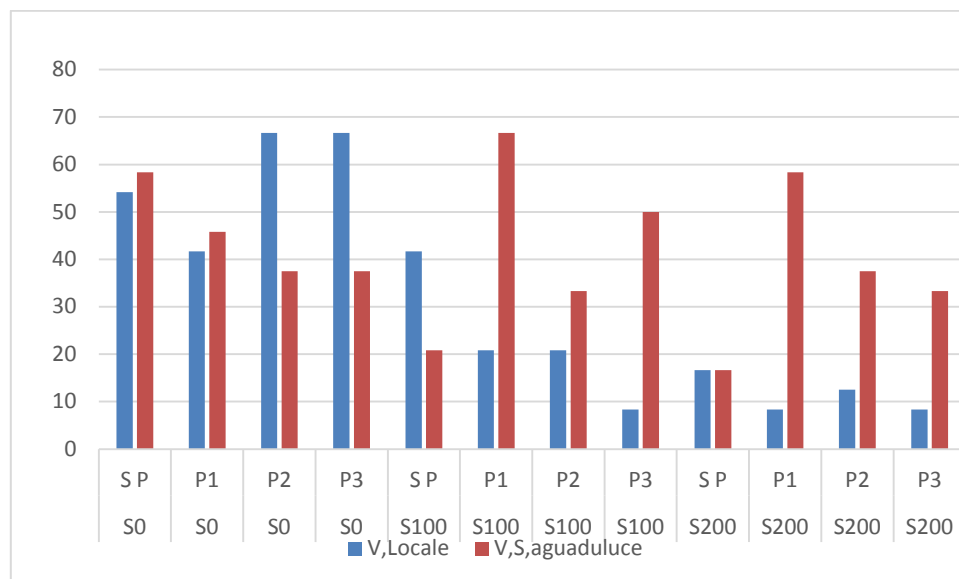


Figure (15) : Comparaison de taux de germination entre les deux variétés en fonction de la différente concentration de sel

Tableau04 : taux de germination de deux variétés

Locale	0mM	100mM	200mM	S.aguaduluce	0mM	100mM	200mM
S P	54,167	41,667	16,667	SP	58,333	20,833	16,667
P1	41,667	20,833	8,333	P1	45,833	66,667	58,333
P2	66,667	20,833	12,5	P2	37,5	33,333	37,5
P3	66,667	8,333	8,333	P3	37,5	50	33,333

Le taux de germination des graines de la variété S.aguaduluce dans tous les niveaux de salinité et d'inoculation supérieur à ceux de la variété locale sauf qu'au niveau de traitement non salin en présence de la souche P2 et P3 et au niveau du traitement 100 mM en absence d'inoculation. Il a été constaté une différence significative de TG dans les milieux salins.

V-3-2 -Temps moyen de germination

Tableau05 : temps moyenne de germination de deux variétés

locale	0mM	100mM	200mM	S.aguaduluce	0mM	100mM	200mM
S P	3,333	7,333	7	SP	4	6,333	3,667
P1	6,333	7,333	9,333	P1	4,667	6,667	5,667
P2	6,333	6,667	8	P2	5,333	6	7
P3	5,667	8,667	9,333	P3	4,333	4,667	5,333

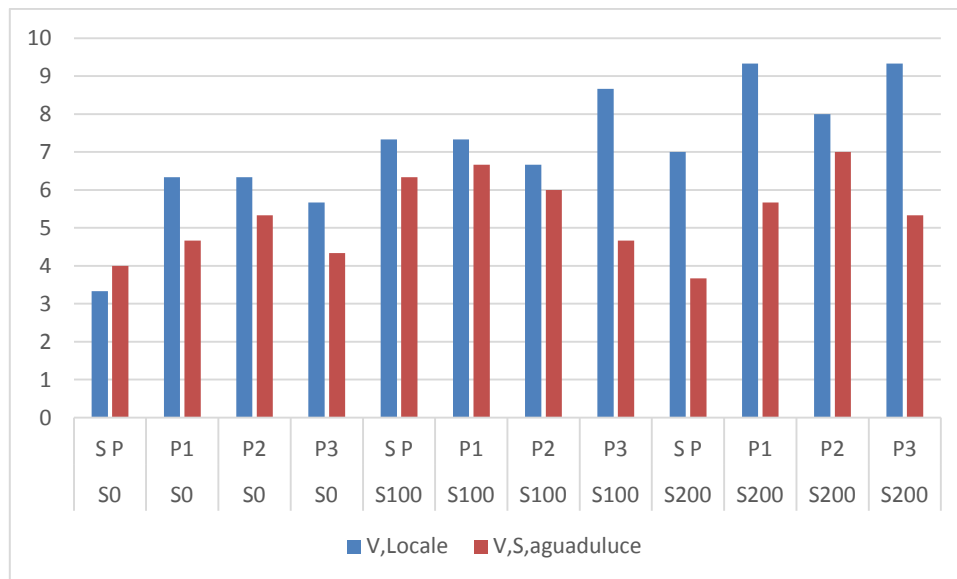


Figure (16) : Comparaison de temps moyenne de germination entre les deux variétés en fonction de la différente concentration de NaCl

Les résultats de T50 monte que la variété S.aguaduluce est rapide comparativement avec la variété locale dans tous les niveaux de salinité et d'inoculation sauf qu'au niveau de traitement non salin et sans inoculation.

V-II- Discussion

Les résultats obtenus de germination montrent que le stress salin a affecté inversement proportionnel le taux et la rapidité (temps d'éclatement d'embryon) de la germination des deux variétés ce qui signifie qu'un effet d'inhibition de germination a été induit par la salinité. Certaines études ont montré que l'augmentation de la concentration des sels retarde la germination (Askri et al 2007) et réduit le pourcentage final de germination (Othman et al 2006) (Bouda 2001). Cette diminution est due selon Othman et al (2006) est due à la réduction de l'utilisation des réserves des graines. (Norlyn 1980). Thiam *et al.* (2013) ont rapporté que la salinité a affecté significativement la réduction de la germination des graines des différentes variétés de pois de vache (*Vigna unguiculata*), quelques variétés ont germé dans des faibles traitements salins (10-50 mM.l⁻¹) alors que des hautes concentrations de NaCl (100, 150 et 200 mM.l⁻¹) conduit à une réduction significative de pourcentage de germination chez des variétés et à une inhibition complète chez d'autres.

L'inoculation bactérienne dans ce travail a réduit la germination dans les conditions non salines cet effet rapporté est similaire à ceux fait par d'autres auteurs tel Puente et al. (1999) qui ont confirmé que parmi les microorganismes bénéfiques, il existe qui inhibe la germination. Alors que dans les conditions salines on a constaté une augmentation du taux et de temps de la germination, cet effet positif est aussi rapporté précédemment par d'autres auteurs. Yao et al. (2009) ont rapporté l'effet positive de ce type des microorganismes sur la germination (pourcentage et rapidité de germination), la stimulation de la germination se fait par la sécrétion de l'AIA et la production des sidérophores (Zheng et al., 2008).

Pour la variété locale dans ce travail, la germination des graines inoculées avec les bactéries ne manifeste aucune différence comparativement avec les graines non inoculées, ces résultats sont conformes aux celles obtenus par Rai Abdelwahab (2017), en absence de stress salin, aucune des souches bactériennes BEA4, BEC9, BOA4 et SEB9 n'a pas affecté le taux de germination final des graines de blé (aucune différence significative par rapport au témoin).

Conclusion général

Conclusion général

Conclusion

Les PGPRs occupent progressivement une place importante en agriculture moderne. Dans ce travail, nous avons examiné le rôle de l'inoculation des graines avec des *Pseudomonas* et sous différentes concentrations de NaCl (100mM et 200mM) dans l'amélioration du taux, vitesse et du temps moyen de la germination.

Les résultats obtenus dans cette étude rapportent que les deux variétés de la fève étudiées sont sensibles à l'action du NaCl, au stade de germination. A des concentrations de sel qui dépassent 100 mM le pourcentage de germination ainsi que la vitesse de germination sont fortement touchées.

L'étude effectuée au laboratoire montre un effet variable du stress salin sur le taux de germination, Nos résultats montrent que le taux, le temps et la vitesse de germination des deux variétés de fève étudiées sont fortement affectées en diminuant proportionnellement avec la concentration du NaCl. Mais, l'inoculation avec les souches bactériennes SHA21, PSB3 et PSB58 a amélioré le taux et la rapidité de germination de la variété super aguadulce dans les conditions salines, cette action n'a été pas constatée pour la variété locale.

Pour la variété locale de fève, les résultats ont montré que les conditions optimales de la germination sont réalisées en milieu non salé sans inoculation, alors que pour la variété super aguadulce la germination atteint son optimum avec l'inoculum SHA21 sous les traitements salins.

Les souches SHA21, PSB3 et PSB58 en général ont amélioré le taux de germination de la variété super aguadulce sous stress salin, mais retardé le processus de germination.

Dans la concentration 100mM et 200mM pour la variété aguadulce, le taux de germination des graines inoculées est optimale et la vitesse de germination des graines est grande par rapport des graines non inoculées dans la même concentration de sel.

D'après les résultats comparatifs de deux variétés, la variété Super aguadulce montre une supériorité du taux et de temps de germination ainsi qu'en termes de résistance à la salinité.

En termes de perspectives, nous envisageons une étude sur les différents effets de stress salin sur l'ensemble des stades végétatifs de la fève qui peut faire un diagnostic et quantifier le risque des stress, ainsi que le rôle de l'inoculation des PGPRs dans l'allègement de ces effets, l'étude aura pour objet de vérifier et d'examiner les mécanismes de régularisation de stress au niveau de végétal adoptés par ce type de bactéries.

Références

Bibliographiques

Les références bibliographiques

ABRAS Morgan, CARTRYSSSE Christine, FROIDMONT Eric, JAMAR Daniel, RONDIA Pierre, WAVREILLE José : la féverole une légumineuse à graines riches en protéines et en énergie, p03.

ADRAR Massine, 2013 : Activité antibactérienne de *Lactobacillus plantarum* à l'égard des *Pseudomonas* spp contaminants des fromages frais de chèvre et essai de valorisation du lactosérum, mémoire de master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, p08.

AGUENIOU Fatiha, ZEGGAGH Hachemi, 2017 : Effet de la physicochimie des sols sur la diversité phénotypique et fonctionnelle des bactéries telluriques et l'interaction Bactérie-Blé dur, thèse de magister, Université A. MIRA – Bejaia, p05.

Aïcha Oualibou, 2013 : Analyse de la place tenue par la fève, ses modes de conduite et sa valorisation dans les exploitations agricoles du périmètre irrigué du Haouz, thèse d'ingénieur royaume du Maroc institut agronomique et vétérinaire HassanII, p35.

Akram ADAM, 2008 : Elicitation de la résistance systémique induite chez la tomate et le concombre et activation de la voie de la lipoxigénase par des rhizobactéries non-pathogènes, Thèse de Doctorat, Université de Liège, p08.

Amandine VIOLLET, 2010 : Influence du système de sécrétion de type III bactérien dans les interactions plante *Pseudomonas* spp. Fluorescents non pathogènes, thèse de doctorat,

Université de Bourgogne, p08.

AOUANE Maroua, HAMANI Hanen, 2017 : Etude des PGPR "Plant Growth Promoting Rhizobacteria" des plantes actinorhiziennes cas de *Casuarina equisetifolia* et d'*Elaeagnus angustifolia*, thème de master, Université des Frères Mentouri Constantine, p21.

Askri H, Rejeb S, Jebari H., Nahdi H. et Rejeb MN, 2007 : Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrus lanatus* L.), p 51-55

AUBERT.G, 1975 : les sols sodiques en Afrique du Nord. Annale de l'INA., Alger, pp 185.

BABA SIDI-KACI Safi, 2010 : Effet du stress salin sur quelques paramètres Phoenologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une Valorisation agronomique, thèse de magister, université Kasdi Merbah Ouargla, p10-14.

BADRAOUI Mohamed, 2006 : Connaissance et utilisation des ressources en sol au Maroc, p108-109.

Les références bibliographiques

Bassirou DIALLO, Samba Arona Ndiaye SAMBA, Djibril SANE et Tahir DIOP, 2013 : Effet du chlorure de sodium sur la germination de graines de *Ricinus communis* L, p02.

Beauchamp, C. (1993) : Mode d'action des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes et potentiel de leur utilisation comme agent de lutte biologique, p19.

Benjamin Pointereau ,2014 : conduit de la féverole de printemps 04 février 2014 le Robillard, p28.

BENKERROU Lynda et BOUBAYA Naoual ,2016 : Effet de l'eau de mer sur quelques paramètres morfo-physiologiques de jeunes plants de *Vicia* sp, thèse de master, Université Mira –Bejaia, p16.

BENMATI Mahbouba, 2014 : PGPR, paranodules, stimulation de la croissance et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Aspects moléculaires et génétiques, thèse de doctorat, université Constantine, p17.

BENTAMA Nour elhouda et BOURSAS Samia ,2016 : Etude de la variation chromosomique chez l'espèce *Vicia faba* L, thème de master, Université des Frères Mentouri Constantine, p01.

Benyoub Khéira,2011 : Isolement de souches de *Pseudomonas* à partir des sols et des nécroses d'oliviers de l'Ouest Algérien Identification et caractérisation biochimique, sérotypique et phytopathologique., Recherche de l'antibiorésistance, d'antagonisme (bactériocine) et d'ADN plasmidique ,thèse de magister, université d'Oran Mohamed Boudiaf, p25.

Besmouche Fatima, Lounis Amina, 2017 : Adaptation à la déficience en phosphore chez la fève : Incidence sur la biodisponibilité du phosphore Dans la rhizosphère, mémoire de master, Université de Khemis Miliana, p09.

BOUDA Said, HADDIOUI Abdelmadjid, 2011 : Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*, p72-79.

BOUHADDI Karima, 2009 : Repenses physiologiques biochimiques et anatomiques chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) au stress de la salinité, thèse de magister, université d'Oran, p23.

Brahimi Rezkia ,2017 : Effet de la salinité sur la germination du niebe vigna *Unguiculata* Subsp *unguiculata* Walp, mémoire de master, Université M'hamed BOUGARA Boumerdes,p51.

C. MOULE : Plantes sarclées, p07-08 -09-13.

Les références bibliographiques

Cécile Laithier et Coralys Robert, 2015 : Gestion des *Pseudomonas* spp en technologie lactique au lait cru de chèvre, p07-08.

CHAFI Mohammed Elhabib, 2011: ficia faba engrais pour la réhabilitation des zones marginalisées (zones et semis arides) algériennes, thèse de doctorat, université d'oran, p72-76.

CHERIF Hafsa, 2014 : Amélioration de la croissance du blé dur en milieu salin par Inoculation avec *Bacillus* sp. Et *Pantoea agglomerans* isolées de sols arides, thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, p10.

Deepmala Katiyar, 2016: Plant Growth Promoting Rhizobacteria-an Efficient Tool for Agriculture Promotion, P05.

DERKAOUI Kada Mokhtar, 2011 : les repenses morphologiques, physiologiques et anatomiques des racines de la tomate solanum (*lycopersicum* L.) vis à vis du stress salin, thèse de magistère, université d'Oran, p15 -16.

ELFEIHA sihem, 2010 : influence de la salinité sur la formation des nodosités chez la fève (*icia faba* L.), Thèse de magister, université d'Oran, p08.

FAO, 2016 : organisation des notions unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rennée internationale de la légumineuse, p01.

GAID Sarra, 2015 : la tolérance à la salinité du pois chiche (*Cicer arietinum* L.), thèse de magister, université d'oran, p01.

GHAMNIA Youcef ,2014 : action de la salinité sur la caractéristique physiologique, biométrique, hydrique, et minérales de la fève *vicia faba* L .conduite dans un substrat sableux amendé à 7% de bentonite, thèse de magister, université d'Oran, p07 ,28.

GUERNOUG Fatima et MILIANI Somia2017 :L'effet de l'époque de semis sur quelques paramètres de croissance et de production de *Vicia faba* minor dans la région de Khemis Miliana, mémoire de master, p15.

Govind Gupta, Shailendra singh Parihar, Narendra kumar Ahirwar, sunil kumar snehi and vinod Singh V, 2015: Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture, p04.

H. Hajlaoui, M. Denden et M. Bouslama, 2007 : Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination, p168-173.

HAMDOUD Nacera, 2012 : Effet du stress salin sur la croissance et la physiologie de la féverole (*icia faba* L.) thèse de magister, Ecole national supérieur agronomique El-Harrach-Alger, P21

Les références bibliographiques

HAMMIA Imane, 2012 : impact de l'irrigation sur la salinisation des sols dans les palmeraies d'Oued Righ, thèse d'ingénieur, université Kasdi Merbah-Ouargla, p01.

HAMOUM Hakim 2017 : screening des diazotrophes non symbiotique associées aux plantes des zones salines de l'ouest algérien : effet phyto –stimulateur sur la croissance du blé dur, thèse de doctorat, université Abdelhamid ben Badic-Mostaganeme, p06.

HATIM Siham, 2015 : Activités enzymatiques et pouvoir solubilisateur du phosphate chez les bactéries fixatrices d'azote nodulant quatre espèces d'*Acacia*, mémoire master, p09-10.

IDDER Boubakeur, 2014 : Effet de la salinité et des pesticides sur l'interaction plante-*pseudomonas spp* : cas de la fève (*vicia faba L.*), thèse de magister, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, p40.

Institut National Agronomique Paris-Grignon, 2002, p01.

Institut Nationale Des Sol, de L'irrigation et de Drainage, 2008, p01.

Institut Technique de l'Agriculture Biologique, 2014, p08.

Jean-Paul Legros ,2009 : la salinisation des terres dans le monde, p01.

Issifou ADAM ,2011 : Cartographie fine et suivi détaillé de la salinité des sols d'un périmètre irrigué au Niger en vue de leur remédiation, thèse de doctorat, l' Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), p15.

KADRI Afaf et MIDOUN Noura, 2015 : effet du stress salin sur quelques paramètres biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa L.*), thème de master, université Kasdi Merbah-Ouargla, p06.

KHELOUL Lynda, 2014 : Inventaire qualitative et quantitative des pesons inféodés à la culture de la fève. Dynamiques des populations de certain espérés caractéristiques dans deux parcelles de ficia faba minorent et ficia faba majore dans la région de Tizi - Rached (Tizi Ouzou) thèse de magister, université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, P19 -20.

KIRDI Billal, 2011 : Rol des PGPR (Plant growth Promoting Rhizobactéria) dans la croissance végétale et la lutte contre les phanérogames parasites, thèse de magister, Ecole Nationale Agronomique –El-Harrach –Alger, p17.

LAHOUEL Habiba, 2014 : Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane, thème de master, Université d'Abou-Bekr belkaid –Tlemcen, p21 -22.

Les références bibliographiques

LALLEMAND-BARRES, 1980 : Aménagement des sols salés irrigation avec des eaux salées, p19.

LEMZERI Houria, 2007 : Réponses écophysiologicals de trois espèces forestières du genre *Acacia*, *Eucalyptus* et *Schinus* (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. mölle*) soumises à un stress salin, thèse de magister, Université Mentouri Constantine, P50.

Madani Djamilia, 2008) : Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphique en zone à déficit hydrique, thème de magister, Université de El Hadj Lakhdar – Batna, p11.

Mehdi jaboune ,2008 : Adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz, thèse de doctorat, centre interactionnelle d'études supérieures en science agronomique, p10.

MEZAACHE Samia 2012 : Localisation des déterminants de la suppression de quelque souche de *pseudomonas* isolées de la rhizosphère de la pomme de terre, thèse de doctorat, Université Ferhat ABBAS Sétif, p21.

Moulay Belkhodja, 1995 : Action de la salinité sur les teneurs en proline des Organes adultes de trois lignées de fève (*Vicia faba* L.) au cours de leur développement, p22.

NASRI Souhila, 2014 : Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances Algériennes d'Arganier (*Argania Spinosa* L), p56.

Olivier COUILLEROT, 2009 : Compatibilité des bactéries phyto-bénéfiques *Azospirillum* et *pseudomonas* dans la rhizosphère, thèse de doctorat, université Claude Bernard-lyon1, p08.

Othman Y., Al-Karaki G., Al-Tawaha A.R. et AlHorani A. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions, p 11-15.

Oudina Aicha Bia et Selfaoui Hanane, 2016 : Effet de la salinité combinée à l'acide salicylique sur les paramètres biochimiques et de croissance de l'*Atriplex halimus* L. au stade juvénile, thème de master, université kasdi merbah-ourgla, p06.

Ouslim Sarah ,2016 : **BNL associées aux légumineuses alimentaires (*vicia faba*) dans l'ouest Algerienne « caractérisation et importance », thèse de doctorat, université d'Oran**

Pravin Vejan, Rosazlin Abdullah, Tumirah Khadiran, Salmah Ismail and Amru Nasrulhaq Boyce, 2016: Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability, p08.

Les références bibliographiques

RABHI Nour El Houda, 2011 : Isolement de *Pseudomonas* spp. Fluorescents d'un sol salé, Effet d'osmoprotecteurs naturels, thèse de magister, université Ferhat Abbas Setif, p21.

RAHMANI Saliha ,2015 :Effet de l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) sur le rendement et ses composantes en zone semi aride, thèse de magister,Université Ferhat Abbas Sétif 1, p01.

RAI Abdelwahab, 2017 : Effet du stress salin sur les bactéries du sol : rôled'extraits dérivés de *Enteromorpha intestinalis*,*Ulva lactuca* et *Opuntia ficus-indica* sur larelation bactérie- plante sous stress salin, thèse de doctorat,Université Ferhat Abbas Sétif 1, p106.

Saadi Hacina, 2014 : Contribution à l'étude de la résistance variétés locales de *Vicia faba*L au nématode de *Ditylenchus dipsaci* dans la région de Biskra, thèse de magister université Mohamed khider-Biskra, p20

SAADI Siham, 2009 : Détection et caractérisation de bactériocines produites par des souches de pseudomonas (*p.savastanoi* et *p. syringae*) phytopathogènes, thèse de magister université d'Oran, p03.

SOUANA Kada, 2011 : répense physiologique et biochimique des grains de la fève (*ficia faba* L.) au stress salin associésà la gibbérelline au cours de la germination, thèse de magister université d'Oran, p08.

Soukeina Mint El Moukhtar, 2010) : Etude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryza sativa* L.) aux premiers stades de développement *vis-à-vis* du stress salin, étudeapprofondies, université cheikh Anta Diop de Dakar, p06.

TEGGAR Naima, 2015 : étude de l'effet du stress Salin sur la nodulation et sur quelques paramètres biochimiques et morphologiques de la lentille (*Lens culinaires* L), thèse de magister université d'Oran, p20.

Annexes

Annexes

Annexe N°1

Variable : Taux de germination

Ecart –type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	19,094	19,094	7,217
2 (F2n2)	36,084	19,094	43,899
3 (F2n3)	21,651	26,021	12,5
4 (F2n4)	12,5	12,5	36,084

Analyse de variance

	S.C.E	DD L	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22131,07	35	632,316				
VAR.FACTEUR 1	451,387	2	225,693	0,371	0,69829		
VAR.FACTEUR 2	3242,186	3	1080,729	1,779	0,17698		
VAR.INTER F1*2	3854,169	6	642,362	1,057	0,41512		
VAR.RESIDUELLE 1	14583,33	24	607,639			24,65	59,66%

Moyenne

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0Mm	100mM	200mM
S P	58,333	20,833	16,667
P1	45,833	66,667	58,333
P2	37,5	33,333	37,5
P3	37,5	50	33,333

Puissance de l'essai

INTER F1*2: salinité-souche

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	2,07	5%	10%	20%
10%	4,13	5%	10%	20%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		43%	62%	77%

Annexe N°2

Variable : vitesse de germination

Ecart –type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	1,11	0,786	0,077
2 (F2n2)	1,139	0,667	2,031
3 (F2n3)	0,663	0,554	0,286
4 (F2n4)	0,367	0,635	3,71

Annexes

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTAL LE	61,654	35	1,762				
VAR.FACT EUR 1	1,003	2	0,501	0,263	0,7738 5		
VAR.FACT EUR 2	5,313	3	1,771	0,93	0,4433		
VAR.INTE R F1*2	9,629	6	1,605	0,843	0,5508 1		
VAR.RESID UELLE 1	45,71	24	1,905			1,38	90,94 %

Moyennes

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0mM	100mM	200mM
S			
P	2,689	0,744	0,711
P			
1	1,548	2,024	2,219
P			
2	1,165	0,837	0,857
P			
3	1,379	1,571	2,467

Puissance de l'essai

INTER F1*2: salinité-souche

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECART S	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,08		5%	10%	20%
10%	0,15		5%	10%	20%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		30%	43%	64%

Annexe N°3

Variable : T50

Ecart –type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	1	2,517	1,155
2 (F2n2)	1,155	0,577	1,155
3 (F2n3)	1,528	1,732	0
4 (F2n4)	1,528	2,082	4,509

Annexes

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	125,639	35	3,59				
VAR.FACTEUR 1	10,889	2	5,444	1,485	0,24578		
VAR.FACTEUR 2	13,194	3	4,398	1,199	0,33144		
VAR.INTER F1*2	13,556	6	2,259	0,616	0,71678		
VAR.RESIDUELLE 1	88	24	3,667			1,915	36,09%

Moyennes

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0mM	100mM	200mM
S P	4	6,333	3,667
P1	4,667	6,667	5,667
P2	5,333	6	7
P3	4,333	4,667	5,333

Puissance de l'essai

INTER F1*2: salinité-souche

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,27	5%	10%	20%
10%	0,53	5%	10%	21%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		36%	55%	71%

Annexe N°04

Variable : Taux de germination

Ecart – type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	31,458	31,458	7,217
2 (F2n2)	14,434	19,094	14,434
3 (F2n3)	47,324	19,094	12,5
4 (F2n4)	36,084	7,217	14,434

Annexes

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTA LE	31076, 39	35	887,89 7				
VAR.FACT EUR 1	13654, 52	2	6827,2 58	11,482	0,0003 6		
VAR.FACT EUR 2	1006,9 43	3	335,64 8	0,564	0,6472 3		
VAR.INTE R F1*2	2144,0 94	6	357,34 9	0,601	0,7282 3		
VAR.RESID UELLE 1	14270, 84	24	594,61 8			24,385	79,80 %

Moyennes

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0mM	100m M	200m M
S P	54,167	41,667	16,667
P1	41,667	20,833	8,333
P2	66,667	20,833	12,5
P3	66,667	8,333	8,333

Puissance de l'essai

INTER F1*2: salinité-souche

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECART S	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	1,53		5%	10%	20%
10%	3,06		5%	10%	20%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		83%	90%	96%

Annexes

Annexe N°05

Variable : vitesse de germination

Ecart –type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	4,015	0,885	0,231
2 (F2n2)	0,701	0,591	0,337
3 (F2n3)	2,099	0,656	0,373
4 (F2n4)	1,82	0,144	0,337

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTAL LE	119,07 2	35	3,402				
VAR.FACT EUR 1	49,047	2	24,524	11,175	0,0004 1		
VAR.FACT EUR 2	7,906	3	2,635	1,201	0,3309 6		
VAR.INTER R F1*2	9,452	6	1,575	0,718	0,6404 8		
VAR.RESIDUELLE UELLE 1	52,667	24	2,194			1,481	115,92 %

Moyennes

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0mM	100m M	200m M
S P	4,722	1,05	0,401
P1	1,583	0,639	0,194
P2	2,356	0,7	0,328
P3	3	0,167	0,194

Puissance de l'essai

INTER F1*2: salinité-souche

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,06		5%	10%	20%
10%	0,13		5%	10%	20%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		85%	92%	97%

Annexes

Annexe N°06

Variable : T50

Ecart –type des résidus

ECARTS-TYPES INTER F1*2= salinité souche

	1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)
1 (F2n1)	2,309	1,155	1
2 (F2n2)	3,215	3,055	1,155
3 (F2n3)	2,082	2,887	2
4 (F2n4)	1,155	1,155	1,155

Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTA LE	191,55 6	35	5,473				
VAR.FACT EUR 1	56,722	2	28,361	6,899	0,0043 8		
VAR.FACT EUR 2	21,778	3	7,259	1,766	0,1794 4		
VAR.INTE R F1*2	14,389	6	2,398	0,583	0,7415		
VAR.RESID UELLE 1	98,667	24	4,111			2,028	28,51 %

Moyennes

MOYENNES INTER F1*2= salinité souche

	0mM	100m M	200m M
S P	3,333	7,333	7
P1	6,333	7,333	9,333
P2	6,333	6,667	8
P3	5,667	8,667	9,333

Puissance des résidus

INTER F1*2: salinité-souche

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECAR TS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,36		5%	10%	20%
10%	0,71		5%	11%	21%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		74%	84%	93%

Annexes

Annexe :07

Isolat	Efficacité de la solubilisation	Concentration de Phosphore ($\mu\text{g/ml}$)	AIA ($\mu\text{g/ml}$)	Sidérophores	Identification
PSB3	234,50 \pm 11,01	605,34 \pm 15,91	20,05 \pm 2,83	+++	<i>P. luteola</i>
PSB16	246,00 \pm 9,11	553,62 \pm 24,17	12,62 \pm 3,16	+	<i>P. luteola</i>
PSB58	188,32 \pm 11,08	398,00 \pm 11,76	13,60 \pm 3,67	+	<i>P. luteola</i>
PSB66	217,48 \pm 12,14	502,25 \pm 14,83	15,49 \pm 3,05	++	<i>P. fluorescens</i>
SHA21	239,67 \pm 3,06	672,33 \pm 7,37	6,69 \pm 1,04	+++	<i>P. fluorescens</i>

Valeurs : moyenne \pm écart type, **abc**.... groupes homogènes indiquant des valeurs statistiquement différentes selon le Newman-Keuls à $P \leq 0,05$, **SDR** : sidérophores, -: négatif, +: positif, ++ : moyennement positive, +++ : fortement positif

Résumé

La salinité est un problème majeur agissant sur la qualité des sols et, par conséquent, sur la production agricole. Ce qui a rendu ce sujet l'une des priorités de la recherche scientifique visant à mieux comprendre le phénomène afin de pouvoir sélectionner des plantes plus tolérantes.

Dans ce contexte, cette étude qui consiste à l'inoculation de deux variétés (locale et Aguadulce) de la fève avec trois souches bactériennes présélectionnées P1, P2, P3 en présence de chlorure de sodium est réalisée dans le but d'apprécier l'effet positif des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR sur l'amélioration de la germination.

Selon les résultats obtenus, sous stress salin, le pourcentage de germination des graines des deux variétés de la fève inoculée et non inoculées avec la souche bactérienne diminue proportionnellement à la concentration de chlorure de sodium.

Pour la variété locale, le pourcentage et la vitesse de germination diminuaient en présence de stress salin de 100 et 200 mM en présence de l'inoculation. Par contre, pour les graines de la variété Aguadulce, l'inoculation bactérienne a significativement augmenté le taux et la vitesse de germination sous conditions de stress salin.

Mots-clés: *Pseudomonas*, PGPR, Salinité, *Vicia faba*, germination.

Abstract

Salinity is a major problem that acting on the quality of soil and consequently at agricultural production that made this issue a priority of scientific research to better understand the phenomenon in order to select more tolerant plants.

In this context, this study which consists of inoculating two varieties (local and Aguadulce) of the bean with three preselected bacterial strains P1, P2, P3 in the presence of sodium chloride is carried out in order to assess the positive effect. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR on germination enhancement...

According to the results obtained, under salt stress, the percentage of germination in the bean seeds inoculated and not inoculated with the bacterial strain decreases proportionally to the concentration of sodium chloride.

For the local variety, the percentage and rate of germination decreased with 100 and 200 mM salt stress in the presence of inoculation. On the other hand, for seeds of the Aguadulce variety, bacterial inoculation significantly increased the rate and rate of germination under salt stress conditions.

Keywords: *Pseudomonas*, PGPR, Salinity, *Vicia faba*, germination..

ملخص

تعتبر الملوحة من أهم المشاكل الطبيعية التي تؤثر على نوعية التربة وبالتالي على الإنتاج الزراعي مما جعل من هذه القضية إحدى أولويات البحث العلمي الذي يهدف إلى فهم الظاهرة وذلك بغية الوصول إلى اختبار جيد للنباتات الأكثر تحملاً للملوحة. في هذا السياق أجريت هذه الدراسة على تطعيم صنفين من بذور الفول (المحلي وAguadulce) من قبل ثلاثة أنواع من البكتيريا الداعمة للنبات P1, P2, P3 في وجود كلور الصوديوم، من أجل تقييم الأثر الإيجابي للبكتيريا الداعمة لنمو النباتات (PGPR لتحسين الانتاش).

حسب النتائج التي تم الحصول عليها تحت إجهاد الملوحة فإن نسبة الانتاش لدى بذور الفول المطعمة، والغير مطعمة بالأصناف البكتيرية انخفضت تناسياً مع تراكيز كلور الصوديوم.

بالنسبة للصنف المحلي فإن نسبة و سرعة الانتاش انخفضت في وجود الإجهاد الملحي 100 و 200 م.مول مع وجود التطعيم.

أما بالنسبة لبذور الصنف Aguadulce ، التطعيم بالبكتيريا زاد الى حد كبير من نسبة وسرعة الانتاش تحت الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: *Pseudomonas*، البكتيريا الداعمة لنمو النباتات، الملوحة، *Vicia faba*، الانتاش.