



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Mlle. ZERARKA HANAA & Mlle. KAMRI AMINA

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

- *Contribution à l'étude de la biostimulation de l'orge (*Hordeum vulgare*) par des *Pseudomonas spp . fluorescents* Sous stress salin .*

Soutenu devant le jury :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Marfoua meriem	MCA	Présidente
Ait Salah Boubakeur	MAA	Examineur
Ameur Djamila	MCA	Encadreur

Session : Juillet 2022



Dedicaces

*Je dédie mon travail à mon père Naimi et mon mère Fatiha et mes sœurs
Laila Saida Sara Ikram ,et mon frère Mohammed Amin et Abbas et mon
mari Kamal. et mon prince Louay Mohammed amin .et tout ma famille
Kamri et Djekidel mes profs tout ma promotion . et mes camarades Hanaa*

Bouchra Ilham

À tous les étudiants de la promotion 2021/2022.

Amina





Dedicaces

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie cette mémoire de
Master : A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et
source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir
réussir, à toi mon père **Mohamed**.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,
ma vie et mon bonheur ; ma mère **Fatma** que j'adore.*

*A ma chère sœur, ma deuxième mère qui m'a accompagnée durant mon
chemin d'études supérieures. **Meghnia** et son mari et son petits.*

*A mes chers frères qui m'ont soutenu, qui étaient toujours à mes côtés
Yassin et Ilyes*

*À mon chère ami: **Hala**.*

À tous les étudiants de la promotion 2021/2022.

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ...

Hanaà

Remerciement

Avant tout , nous remercions DIEU tout puissant , De nous avoir accorde la force , le courage.la Volonté et la patience pour terminer ce Nous remercions vivement notre encadreur : Melle DJAMILA AMEUR pour son Aide , sa compréhension et ses Conseils . Nos sincères remerciements vont également aux Enseignants de spécialité agronomie portection des végétaux Et tous les Enseignants à la Faculté des sciences de la Nature et La Vie , Université AMAR THLIDJI LAGHOUAT . Nous remercions également toutes les Personnes qui Nous ont aidés , de pré ou de Loin pour la réalisation de ce travail en Particulier . Nous tenons à remercier aussi les Membres du jury : Monsieur Ait salleh et madame marfouaa meriem Pour l'honneur qu'ils nous ont fait en Acceptant de juger notre travail .

Liste des figures

Figure n°	Désignation	N°
Figure	Différent stades de développement de l'orge	07
Figure 01	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration de taux de germination du l'orge	25
Figure 02	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la longueur des feuilles	26
Figure 03	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur longueur des racicules (cm)de l'orge	27
Figure 04	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur l'indice de vigueur de l'orge	28
Figure 05	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la longueur des racines de l'orge	29
Figure 06	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur longueur des feuilles du l'orge	30
Figure 07	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur le poids frais des feuilles de l'orge	31
Figure 08	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur le poids sec feuilles de l'orge.	32
Figure 09	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration de la proline dans les feuilles in vivo.	33
Figure 10	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration de la proline dans les racines in vivo.	34
Figure 11	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration du sucre soluble dans les feuilles in vivo.	35
Figure 12	Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration du sucre soluble dans les racines in vivo.	36

Dédicaces	
Remerciements	
Liste des figures	

Introduction générale	01
------------------------------	-----------

Chapitre I: Etude bibliographique

I.1.Généralité sur L'orge	04
I.1.1Historique de l'orge	04
I.1.2Présentation de la culture	04
I.1.3Cycle biologique de développement de l'orge	05
I.1.3.1La période végétative	05
a.Phase semis-levée	
b.Phase levée-début tallage	
c.Phase début tallage –début montaison	
I.1.3.2 La période reproductrice	06
a.Phase de la montaison	
b.Phase de l'épiaison	
I.1.3.3 La période de maturation	07
I.2.Généralités sur Pseudomonas spp fluorescents	08
I.2.1 Diversité microbienne du la rhizobactéries	08
I.2.2 Les rhizobactéries	09
I.2.3 La diversité taxonomique des PGPR	10
I.2.4 Les Pseudomonas spp fluorescents	10
I.2.5 Effet bénéfique de Pseudomonas spp fluorescents	11
I.3 LA SALINITE	12
I.3.1 L'impact de la salinité sur la plante	13
a.Effet de la salinité sur la germination	14

b.Effet de la salinité sur la croissance et le développement	14
--	----

Chapitre II: Matériels et méthodes

II.1 Matériel biologique	16
II.1.1 Matériel végétal	16
II.1.2 Isolats bactériens	16
II.2 Biostimulation de la germination de l'orge sous stress salin dans in vitro	16
II.2.1 Désinfection de la semence de l'orge	16
II.2.2 Préparation de la suspension bactérienne	17
II.2.3 Bactérisation de la semence de l'orge	17
II.2.4 Dispositif expérimental	17
II.2.5 Les paramètres étudiés	18
a.Taux de germination	18
b.Longueur des racines et la longueur des	18
feuilles	
II.3 Biostimulation de la croissance de l'orge sous stress salin en pots	18
II.3.1 Substrat	19
II.3.2 Désinfection de la semence de l'orge	19
II.3.3 Préparation de la suspension bactérienne	19
II.3.4 Bactérisation du substrat	19
II.3.5 Solution saline d'irrigation	19
II.3.6 Dispositif expérimental	20
II.3.7 Les paramètres étudiés	20
a.Paramètres de croissance	21
b.Paramètres biochimique	21
b.1.Extraction et dosage de la proline	21
b.2.Extraction et dosage de sucre	21
II.4 Analyse statistique	22

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1 Biostimulation de la germination de l'orge sous stress salin dans in vitro	24
III.1.1 Effet sur le taux de germination	24
III.1.2 Effet sur la longueur des feuilles	25
III.1.3 Effet sur la longueur des racines	26
III.1.4 Effet sur l'indice de vigueur	27
III.2 Biostimulation de la croissance de l'orge sous stress salin en pots (in vivo)	28
III .2.1 Effet sur la longueur des racines	28
III .2.2 Effet sur la longueur des feuilles in vivo	29
III .2.3 Effet sur poids frais feuilles in vivo	30
III .2.4 Effet sur poids sec des feuilles in vivo	31
III.2.5 Effet sur la concentration de la proline dans les feuilles in vivo	32
III.2.6 Effet sur la concentration de la proline dans les racines in vivo	33
III.2.7 Effet sur la concentration du sucre soluble dans les feuilles in vivo	34
III.2.8 Effet sur la concentration du sucre soluble dans les racines in vivo	35
III.3 Discussion	37
Conclusion générale	39

Sommaire

Références bibliographiques

Résumé

Introduction général

Introduction

Le sol est considéré comme un immense réservoir d'espèces microbiennes, qui par leurs diversités et leurs activités représentent sans doute le maillon central de l'écosystème du sol. En effet les interactions qui existent entre les rhizobactéries et les plantes sont diverses fréquentes et complexes et elles ne sont pas un événement rare ou accidentel que ce soit d'une manière saprophyte, symbiotique ou parasitaire. Ces interactions multiples créent des espaces rhizosphériques conduisant à la structuration de niches écologiques telluriques particulières (Bais *et al.*, 2004). La rhizosphère des plantes est la zone qui est immédiatement proche de la surface des racines et qui est affectée par les exsudats des racines et la plus prédominante pour les microbes (Kennedy, 1999). L'interaction est due aux exsudats sécrétés par les racines. Ces derniers contiennent des polysaccharides, des lipides et des acides aminés, directement impliqués dans l'interaction microbienne avec la plante (Kumar *et al.*, 2015).

La croissance des plantes est fortement influencée par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques. La salinité est l'un des facteurs majeurs limitant la productivité des plantes et par conséquent la production agricole. Dans le monde, 340 millions d'ha de surfaces agricoles sont affectées par la salinité soit 23% des terres cultivées (Cheverry, 1995) dont 3,2 millions d'ha en Algérie (Hamdy, 1999). Cette salinisation est surtout rencontrée dans les zones arides et semi-arides du pays. Elle conduit à l'appauvrissement des sols en matières organiques et à l'accumulation d'ions toxiques. Par conséquent, les terres agricoles productives sont détériorées.

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). Les microorganismes rhizosphériques, en général, exercent sur les plantes divers effets influençant leur développement (Kloepper et Beauchamp, 1992; Glick, 1995). Ils peuvent également améliorer leur compétitivité et leurs réponses aux facteurs de stress externes. Ainsi, l'inoculation des plantes stressées par des souches PGPR atténue le stress salin (Ashraf *et al.*, 2008; Saharan et Nehra, 2011). En conséquence, la croissance des micro-organismes halotolérants, associés aux racines des plantes peuvent conduire à une meilleure fertilité des sols salins (Hallman *et al.*, 1997). Le nombre d'espèces bactériennes identifiées comme PGPR a augmenté récemment en raison de nombreuses études portant sur une plus large gamme d'espèces végétales sur les progrès réalisés en matière de taxonomie bactérienne ainsi que sur les progrès développés dans la compréhension des différents mécanismes d'action de ces rhizobactéries. À l'heure actuelle, les PGPR incluent des taxons bactériens très divers (Ashraf *et al.*, 2008). Un nombre très

Introduction

important de bactéries incluant des espèces de *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthobacter*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Bacillus* et *Serratia* ont montré une capacité d'améliorer la croissance de la plante (Kloepper et Beauchamp, 1992; Glick, 1995). *Bacillus* et *Pantoea* sont des habitants communs de la rhizosphère et possèdent une grande activité dans le contrôle biologique de maladies liées au sol. Ces rhizobactéries ont la capacité de produire de nombreux métabolites et sont faciles à cultiver *in vitro* ou à manipuler au laboratoire (Raaijmakers et al., 2002). De plus, les *Bacillus* offrent un avantage par rapport aux autres bactéries en raison de leur capacité à former des endospores résistantes aux changements des conditions environnementales. (Cavaglieri et al., 2005).

Les *Pseudomonas spp.* fluorescents, considérées comme des PGPRS non symbiotiques, ont été largement étudiées et expérimentées, surtout par rapport à leur capacité de colonisation racinaire, et à y maintenir une forte densité de population est remarquable (Haas et Keel, 2003). Il a été rapporté des effets de phytostimulation résultant de l'amélioration des prélèvements nutritionnels par la production de sidérophores (Glick, 2014; Kumar et al., 2016). Ainsi que par la solubilisation des phosphates et la production (Hussein et Joo, 2015) ou par la production de composés activateurs de la phytostimulation et de la croissance similaires aux phytohormones (Ahmadi et al., 2013).

L'objectif de ce travail est d'apporter un plus dans la lutte contre la salinité, par la mise en évidence de bactéries indigènes bénéfiques pour les plantes. En évaluant leurs contributions dans la croissance, et la germination des plantes. La stratégie d'étude de ce travail consiste à l'utilisation d'une population bactérienne spécifique, en l'occurrence des *Pseudomonas spp.* fluorescents isoler et caractériser, à partir de la rhizosphère

- I. Explorer la capacité des souches dans la germination de l'orge (*Hordeum vulgare*) *in vitro* ;
- II. Tester l'effet de ces souches sur la croissance de l'orge (*Hordeum vulgare*) *in vivo* ;

Chapitre I
Revue bibliographique

1. 1 Généralités sur l'orge

1.1.1. Historique de l'orge

L'orge est l'une des plus anciennes céréales cultivées sur terre. Les études génétiques, incluant les analyses récentes en Biologie moléculaire confirment que l'orge cultivée actuellement a évolué à partir de *Hordeum spontaneum* L. (Nevo,1992), espèce d'orge spontanée présente encore au Proche et Moyen-Orient qui porte des épis à deux ou six rangs (Bonjean et Picard, 1990). La domestication des orges était plus ancienne que celle du blé puisque les études archéologiques effectuées en Syrie et en Iraq ont mis en évidence la présence de caryopses d'orge datant de 10.000 ans avant J-C (Badr *et al.*, 2000). Ainsi, pendant l'antiquité et jusqu'au deuxième siècle avant J-C, l'orge était la céréale la plus utilisée pour l'alimentation humaine dans les régions du croissant fertile, d'Europe et du Bassin méditerranéen. Quant aux pays du Maghreb son introduction s'est faite depuis le croissant fertile en passant par l'Egypte (Boulal *et al.*, 2007). L'orge a été domestiquée en Asie occidentale avant 7000 ans avant J-C. Sa culture s'est répandue dans l'Afrique du nord et a remonté le Nil jusqu'à atteindre l'Ethiopie, où elle est devenue l'une des céréales les plus importantes. L'orge a gagné le sud de l'Espagne vers 4000–5000 avant J-C. et elle a atteint l'Europe du Nord et centrale, ainsi que l'Inde, vers 2000–3000 avant J-C. En Chine, elle est arrivée en 1000–2000 avant J-C. Au Sahara, elle était cultivée dans les oasis en 100– 300 avant J-C. De nos jours, c'est la céréale dont l'aire de culture couvre les zones écologiques les plus diverses (Von Bothmer, 1992), depuis 70° Nord en Norvège jusqu'à 44° Sud en Nouvelle-Zélande. En Ethiopie, au Tibet et dans les Andes, sa culture se pratique sur les flancs des montagnes à des altitudes bien supérieures à celles des autres céréales. En Afrique, on la trouve surtout dans les régions tropicales (Afrique de l'Est) tandis qu'en Afrique de l'Ouest, l'orge est une culture de saison froide du Sahel et du nord du Nigeria. A Madagascar, elle se cultive pendant la saison sèche (Ceccarelli et Grando, 1996).

1.1.2 Présentation de la culture

L'orge commune (*Hordeum vulgare*) est une céréale à paille. C'est une plante annuelle et herbacée de la famille des Poaceae. Sa rusticité et robustesse fait de l'orge une des céréales les plus cultivées dans le monde. A maturité, l'orge se présente sous forme d'épis avec de longues barbes. Les tiges robustes peuvent atteindre entre 60 et 120cm de hauteur.

On compte plus de 300 variétés au Catalogue officiel français des espèces et variétés, et plus de 1300 au catalogue européen.

Il existe l'orge de printemps et l'orge d'hiver selon les périodes où le semis est réalisé

I.1.3.Cycle biologique de développement de l'orge

Leur cycle évolutif en trois grandes périodes (période végétative, période reproductrice et période de maturation) (figure 1).

I.1.3.1 La période végétative

Qui s'étend de la germination au tallage. Cette période elle-même subdivise en trois stades principaux :

a. Phase semis-levée

Elle débute par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de vie active au cours de la germination qui se traduit par l'émergence de la radicule et des racines séminales et celle du coléoptile (figure 1.a). Dès que la première feuille a percé la coléoptile, ce dernier s'arrête de croître et se dessèche (figure 1.b) (Heller *et al.*, 1982 ; Boufenar, 2006).

b. Phase levée-début tallage

La première feuille fonctionnelle s'allonge, puis la deuxième, jusqu'à la quatrième toutes en position alterne (figure 1.c). Celles-ci, imbriquées les unes dans les autres, partant toutes d'une zone située au proche de la surface du sol appelée plateau de tallage, constituée par l'empilement d'un certain nombre d'entre-noeuds et reliées à la semence par le rhizome (Clément, 1970).

c. Phase début tallage- début montaison

Elle se caractérise par l'entrée en croissance des bourgeons différenciés à l'aisselle de la première feuille (figure 1.d), dont le bourgeon donnera le maître brin (Soltner, 1990).

I.1.3.2 La période reproductrice

Elle s'étend de la montaison à la fécondation

a. Phase de la montaison

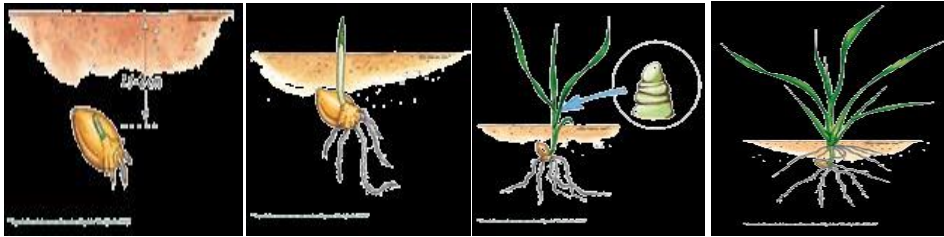
Un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser (figure 1.E). La croissance entaille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (Clément *et al.*, 1970).

b. Phase de l'épiaison

Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation (figure 1). La durée de cette phase est d'environ 32 jours. Cette phase est suivie par le grossissement du grain qui devient mou et le dessèchement de presque toutes les feuilles (figure 1.g et h). Sa durée est de 16 à 17 jours (Clement *et al.*, 1970).

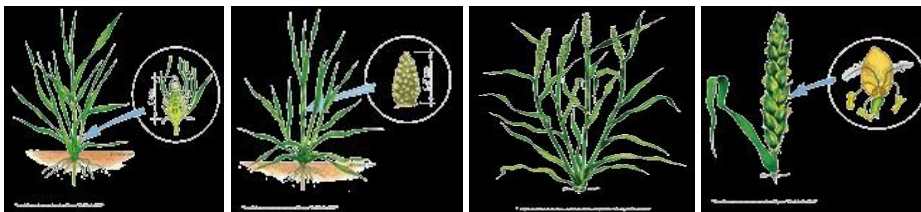
I.1.3.3 La période de maturation

On observe une augmentation du volume et du poids des grains. La phase se termine par le stade laiteux. Ensuite, le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Le grain à ce stade s'écrase en formant une pâte. Enfin, le grain devient dur et de couleur jaunâtre (figure 1.n et m) (Boufenar, 2006).



(a) Germination (b) levée (c) feuille (d) début tallage

La période végétative



(E) Epi à 1 cm (f) Un nœud (g) Épiaison (h) Floraison

La période reproductrice



(n) Grain formé (m) épi à Maturité

La période de maturation

Figure 1: différents stades de développement de l'orge (Soltner, 2005).

I.2 Généralités sur *Pseudomonas* spp fluorescents

I.2-1 Diversité microbienne du La rhizosphère

La rhizosphère est le volume de sol influencé par les racines. On distingue en général le rhizoplan qui est l'interface racine/sol et le sol rhizosphérique situé au voisinage immédiat de la racine et soumis à son influence. Elle est le lieu des échanges entre sol, racines, microorganismes et faune associés. Ces échanges, intenses, se traduisent par des flux bidirectionnels d'eau et de nutriments (Lynch, 1990). La plante y mobilise l'eau et les éléments minéraux nécessaires à son développement et à sa croissance. Dans la rhizosphère jusqu'à 30 % des composés photosynthétisés par la plante sont remis à la disposition des microorganismes qui y vivent par le biais d'un phénomène appelé exsudation racinaire. Ces exsudats racinaires incluent une grande quantité d'acides organiques et de sucres ainsi que des composés organiques complexes. Ils sont transformés en biomasse microbienne ou réoxydés en CO₂. La richesse de la rhizosphère en sucres, en amino-acides, en acides organiques, en isoflavonoides, en régulateurs de croissance et en enzymes libérées par la plante, rend ce microenvironnement un site d'une remarquable activité biologique et d'une richesse naturelle en vers de terre, nématodes, protozoaires, champignons, algues et bactéries (Paul et Clark, 1996). Ces rhizobactéries sont considérées comme des concurrents microbiens efficaces dans la zone racinaire. L'effet visible des associations plante-microbe sur la croissance de plantes peut être positif, neutre, ou négatif. Certaines bactéries inhibent la croissance alors que d'autres la stimulent. Ces dernières sont souvent mentionnées comme des rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* : PGPR) (Kloepper *et al.*, 1989; Zahir *et al.*, 2004). Au cours des dernières décennies, un nombre très important de bactéries ont montré une capacité d'améliorer la croissance de la plante (Kloepper, 1992 ; Glick, 1995).

I.2-2- Les rhizobactéries

Un grand nombre de microorganismes vivent dans le sol. On compte les virus, les bactéries, les champignons, les protozoaires et les algues (Paul et Clark, 1996). Les bactéries sont les organismes les plus nombreux et représentent en moyenne $6 \cdot 10^8$ cellules par gramme de sol et un poids de 10000 kg/ha équivalant à 5% du poids sec des composés organiques du sol. On

défini alors les bactéries associées aux racines des plantes comme les rhizobactéries. Celles-ci sont généralement des souches très compétitives capables de coloniser le système racinaire riche en éléments nutritifs, tout au long du cycle de développement de la plante (Kloepper, 1993). Si la plante libère des composés organiques, à l'inverse elle prélève de l'eau et des éléments minéraux indispensables à son métabolisme. Les échanges entre la plante et le sol sont influencés par les rhizobactéries et ce d'autant plus que leur densité et leur activité sont élevées. Les rhizobactéries sont des hétérotrophes typiques, elles nécessitent donc des composés organiques comme source d'énergie. Leurs besoins sont entièrement comblés à l'intérieur même de la rhizosphère. Les rhizobactéries utilisent en effet de nombreux substrats provenant de la plante : les cellules corticales et épidermales des racines qui se détachent, les polysaccharides du mucilage racinaire, les sucres et les acides aminés et organiques des exsudats racinaires, etc. (Campbell et Greaves, 1990). L'abondance des bactéries dans le sol s'explique par leur multiplication rapide et leur capacité à utiliser une grande variété de substrats comme sources d'énergie et d'éléments nutritifs (Glick, 1995). Les microorganismes rhizosphériques incluent les symbiotes (Rhizobia, actinobactéries et champignons mycorhiziens) et les saprophytes libres. Les microorganismes rhizosphériques en général, et les bactéries diazotrophiques en particulier, exercent sur les plantes divers effets. Par ailleurs, l'association des bactéries avec les racines a des influences importantes sur la santé de la plante, la productivité et la qualité du sol (Konate, 2007). La colonisation des racines par les bactéries est observée depuis longtemps, mais seulement dernièrement, son importance pour la croissance et le développement des plantes est devenu clair (Glick, 1995). La quantité et la composition des exsudats racinaires conditionnent également la nature des activités bactériennes. Ces activités résultent de la synthèse de métabolites tels que les antibiotiques, sidérophores, substances de croissance, acide cyanhydrique, lipopolysaccharides (Voisard *et al.*, 1989 ; Van Peer *et al.*, 1991). Cette influence se manifeste par une modification de la croissance de la plante et de la fréquence des infections fongiques de la racine (Kloepper, 1993).

Ces rhizobactéries sont considérées comme des concurrents microbiens efficaces dans la zone racinaire. L'effet visible des associations plante-microbe sur la croissance de plantes peut être positif, neutre, ou négatif. Certaines bactéries inhibent la croissance alors que d'autres la stimulent. Ces dernières sont souvent mentionnées comme des rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* : PGPR) (Kloepper *et al.*, 1989; Zahir *et al.*, 2004). Au cours des dernières décennies, un nombre très important de bactéries ont montré une capacité d'améliorer la croissance de la plante (Kloepper, 1992 ; Glick, 1995).

I.2-3 La diversité taxonomique des PGPR

Les rhizobactéries connues sous le terme PGPR stimulent directement la croissance de plantes 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. Elles stimulent indirectement la croissance des végétaux par leur effet antagoniste sur la microflore néfaste, en transformant les métabolites toxiques et en stimulant la nodulation des légumineuses par les Rhizobia. L'établissement de l'association PGPR-plante est primordiale pour l'expression des effets bénéfiques. Les rhizobactéries sont les bactéries ayant la capacité de coloniser les racines de façon intense. Les bactéries non symbiotiques répondant à cette définition appartiennent à différents genres et espèces dont les plus étudiés sont : *Agrobacterium radiobacter*, *Azospirillum* spp, *Bacillus* spp, *Pseudomonas* spp. fluorescents (Hallmann et al., 1997).

I.2-4 les *Pseudomonas* spp fluorescents

Parmi les bactéries PGPR d'intérêt agricole les *Pseudomonas* spp fluorescents font l'objet d'une attention particulière. Leur utilisation dans l'agriculture en tant que biofertilisants et biopesticide offre un bon rendement même dans des conditions sévères (Ali *et al.*, 2009)

- Le groupe des *P. stutzeri*.
- Le groupe des *P. aeruginosa*.
- Et le groupe des *P. pertucinogena*.

Ainsi les *Pseudomonas* spp Fluorescents appartiennent à la classe des Gammaproteobacteria, famille des Pseudomonaceae, ordre des Pseudomonales (Moor *et al.*, 2006). Ce sont des bactéries ubiquistes particulièrement abondantes dans les sols, les eaux et souvent pathogènes des animaux et des végétaux (Haas et keel, 2003). Elles représentent plus de 60% de la microflore bactérienne du sol (Digat et Gardan, 1987). Les *Pseudomonas* spp. Fluorescents saprophytes possèdent tous une cytochrome oxydase c ayant un maximum d'absorption caractéristique à 552/554 nm, qui peut être mise en évidence par l'oxalate de N, N-diméthyl-paraphénylène-diamine (Lelliot et al., 1966). Ce sont des bacilles à Gram négatif typiques de 0.5 µm à 1µm de diamètre sur 1.5 µm à 5µm de long, chimio hétérotrophe mobiles avec un flagelle et sont regroupés au sein d'un même groupe d'homologie asporulé, mais aussi des

aérobies obligatoires à l'exception de certaines qui peuvent utiliser le NO comme accepteur d'électrons (Bell Perkins et Lynch, 2002). Ils forment un groupe diversifié de bactéries qui peuvent être généralement distinguées des autres *Pseudomonas* par leur aptitude à produire des pigments jaunes verts solubles dans l'eau qui sont les pyoverdines (sidérophores) produites dans des milieux pauvres en fer (Palleroni, 1984) et fluorescents sous l'irradiation UV (Leong, 1986)

I.2-5. Effet bénéfique de *Pseudomonas* spp fluorescents

Les bactéries du genre *Pseudomonas* occupent la plupart des environnements naturels. Elles sont isolées de l'eau, du sol et des végétaux. Elles présentent un fort potentiel d'adaptation physiologique et génétique et sont capables d'utiliser une grande variété de nutriments (Talon *et al.*, 2006). Au niveau de la rhizosphère les *Pseudomonas* peuvent avoir un effet bénéfique en mobilisant certains nutriments nécessaires à la croissance de la plante, Elles peuvent aussi la protéger contre des micro-organismes pathogènes en stimulant les mécanismes de résistance intrinsèque de la plante par la sécrétion des composés antibactériens et antifongiques et / ou par la compétition vis-à-vis de certains nutriments. C'est notamment le cas de souches de *P. fluorescens*, décrites comme des bactéries phytoprotectrices jouant un rôle prépondérant dans le biocontrôle de la rhizosphère (Walsh *et al.*, 2001). D'autres espèces sont des pathogènes pour les plantes, comme l'espèce *P. syringae* qui compte au moins 37 pathovars capables d'infecter de nombreuses espèces de végétaux (Sawada *et al.*, 2002). Différentes espèces de *Pseudomonas* spp. fluorescents ont été rapportés à la fois comme PGPR (plant growth promoting rhizobacteria), et comme souches de biocontrôle des champignons phytopathogènes (de Salmone *et al.*, 2001). *P. putida* (Scher et Baker, 1980), *P. aeruginosa* (Bano et Musarrat, 2003), *P. chlororaphis* (Chin - A-Woeng *et al.*, 1998). Différentes espèces de *Pseudomonas* spp. fluorescents ont été rapportés à la fois comme PGPR (plant growth promoting rhizobacteria), et comme souches de biocontrôle des champignons phytopathogènes (de Salmone *et al.*, 2001). Les bactéries appartenant au groupe des *Pseudomonas* spp. fluorescents sont parmi les plus abondantes dans la rhizosphère. Dans certains cas, elles représentent plus de 60 % de la microflore bactérienne totale du sol (Digat et Gardan, 1987). D'où leur application comme agents de contrôle biologique grâce à leurs abondances dans les sols naturels et les racines des plantes (Sands et Rovira, 1971). Ces bactéries sont d'excellents compétiteurs vis-à-vis de la microflore fongique et bactérienne du sol par leur temps de génération in situ relativement court (Garbay, 1994).

Les *Pseudomonas* spp . fluorescents sont connus pour leurs aptitude d'adhésion aux particules du sol et au rhizoplan , mais sont aussi mobiles et prototrophes (de Weger *et al.* , 1994) , produisent des antibiotiques (Garbaye , 1994 ; Natsch *et al.* , 1994) , et des enzymes hydrolytiques (Lim *et al.* , 1991 ; Neilsen *et al.* , 1998 ; Neilsen et Sorensen , 1999) . Les sidérophores sont secrétés dans le milieu externe pour chélater et piéger le fer et le ramener à l'intérieur de la cellule (Guerinot, 1994), de plus, un nombre important d'espèces de plantes peut assimiler les complexes (Fe³⁺ -sidérophores) bactériens (Becker et Cook, 1988 ; Loper, 1988 ; Bitter *et al.*, 1991). Ces bactéries ont la capacité de dégrader des composés complexes tels que les protéines et les polysaccharides complexes comme l'amidon, et la cellulose (Palleroni., 1984). De nombreux isolats de *Pseudomonas fluorescens* et *Pseudomonas putida* ont été cités comme souches capables de dégrader des molécules aromatiques plus ou moins complexes (Campbel *et al.*, 1997) et des herbicides (Ramos, 2004) Elles peuvent ainsi être utilisées dans les processus de décontamination des sols « bioremédiation » (Stallwood *et al.*, 2005).

I.3- LA SALINITE

Après la sécheresse, la salinité du sol et de l'eau est le second important facteur limitant la croissance et le développement des cultures des régions arides et semi -arides. Ce phénomène touche déjà près de 19% des terres agricoles sous cultures, et il est en constante augmentation (Flowers *et al.*, 1997 ; El-Hendawy *et al.*, 2005). Sur la base de leurs caractéristiques chimiques, les sols sont classés comme étant faiblement, modérément et extrêmement salins. Selon la nature et la quantité des sels qui y sont présents, ils sont classés comme étant salins, salinsodiques et sodiques ou alcalins. Les sols salins contiennent des sels de Ca, Mg et Na. Ces sels solubles sont présents en quantités importantes pour interférer avec la croissance de diverses cultures mais la quantité du Na⁺ échangeable n'est pas assez élevée pour modifier les propriétés des sols. La conductivité électrique de l'extrait saturé de ces sols est généralement supérieure à 4 dS m⁻¹, et le pourcentage de Na⁺ échangeable est inférieur à 15, alors que le pH se situe dans la tranche des 7.0 à 8.5 (Bresler *et al.*, 1982). Ces sols sont très floкулés, ayant une capacité d'infiltration et une perméabilité égales ou supérieures à celles des sols non salins (Bresler *et al.*, 1982). Les sols sodiques ou alcalins ne contiennent pas de quantités appréciables de sels solubles. Le pourcentage de Na⁺ échangeable est supérieur à 15, ce qui affecte la croissance des cultures. La conductivité électrique de l'extrait saturé de ces sols est inférieure à

4 dS m⁻¹, alors que le pH se situe dans la tranche des 8.5 à 10.5 (Bresler *et al.*, 1982). Par contre les sols salin-sodiques ont un excès de sels solubles et de Na échangeable (Bresler *et al.*, 1982). La salinité et l'alcalinité rendent les sols pauvres en matière organique et en activités biologiques. De par le monde, 6% des terres cultivées font face au problème de salinité, et en Afrique plus 44.0 millions d'hectares sont affectés par la salinité (Frans *et al.*, 2001). La cause principale de la dégradation des terres fertiles situées en zones arides et semi-arides est la faiblesse des précipitations associée à un pouvoir évaporant de l'air élevé, engendrant l'accumulation des sels en surface du sol. 25% des terres arables de par le monde sont localisées en zones arides et semi-arides (O'Toole et Chang, 1979). Le semis ou la plantation des espèces végétales tolérantes à la salinité est une option économique qui permet l'utilisation de terres fortement affectées par la salinité et qui sont inutilisables pour d'autres espèces plus sensibles à cette contrainte.

I.3- 3- L'impact de la salinité sur la plante

La concentration en sels dans l'environnement d'une plante varie énormément, elle peut être insuffisante ou excessive. Bien qu'elle constitue pratiquement un stress induit par de faibles concentrations salines, une carence en un ion se manifeste généralement sous la forme d'un problème nutritionnel. En fait, le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na⁺ et Cl⁻ (Hopkins, 2003). Le fort éclaircissement et la rareté des pluies dans les régions arides et semi arides, accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (Hajlaoui *et al.*, 2015).

Le stress salin a un triple effet sur la plante : il réduit leur potentiel hydrique, il cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique, il provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et à la limitation de la productivité végétale. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique, l'arrêt de la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol (Snoussi et Abbad, 2012). Éléments toxiques : Certains éléments de l'eau d'irrigation peuvent être directement toxiques à la culture. Établir des limites de toxicité pour l'eau d'irrigation est compliqué de par les réactions qui peuvent se passer quand l'eau atteint le sol. Les éléments potentiellement dangereux de l'eau peuvent être inactivés par des réactions chimiques ou bien s'accumuler dans le sol jusqu'à atteindre des niveaux de toxicité

pour les plantes. Le bore, le sodium et le chlore sont à surveiller (Couture, 2004). Toxicité des sels: effet spécifique de certains sels qui s'ajoute à l'effet de la pression osmotique (NaCl est plus toxique que Na_2SO_4 qui est plus toxique que Na_2CO_3); effet indirect par modification du milieu (Na_2CO_3 augmente le pH qui induit le blocage des oligo-éléments). Le bore, qui est un élément indispensable à la croissance des plantes, a un seuil de carence voisin du seuil de toxicité (environ 1.5 ppm) (Montoroi, 1993).

a- Effet de la salinité sur la germination

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, son branchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure. La salinité il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. Cet effet dépend de la nature de l'espèce, de l'intensité du stress salin. La réduction du pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination (Hajlaoui *et al*, 2007).

b- Effet de la salinité sur la croissance et le développement

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina *et al*, 2000). En effet, les sels accumulés dans le sol ou dans l'eau d'irrigation peuvent limiter ou arrêter complètement la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et ou à l'effet toxique spécifique des éléments (Arbaoui *et al*, 1999). La salinité influence également la croissance et la qualité des fruits (Levigneron *et al*, 1995). Ralentissement de la croissance dû à l'augmentation de la pression osmotique dans la solution du sol : la disponibilité en eau diminue car le végétal ne peut exercer une force de succion suffisante : baisse de rendement des cultures, jaunissement voire mort des végétaux (Montoroi, 1993). A très faible concentration, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs et, ainsi, restreindre la croissance des plantes cultivées, d'où un rendement plus faible (Wiebe *et al*, 2001).

Chapitre II

Matériel et Méthodes

Le présent travail a été réalisé aux laboratoires de l'université Amar Telidji Laghouat faculté des sciences, département des sciences agronomiques. L'objectif principal de cet essai est de mettre en évidence l'effet bénéfique des *Pseudomonas* spp. fluorescents sur la germination et la croissance de l'orge (*Hordeum vulgare*) sous stress salin.

D'où l'expérimentation a été conduite en deux essais, le premier consiste à étudier l'effet de certains isolats bactériens de *Pseudomonas* spp. fluorescents sur la biostimulation de la germination de l'orge sous stress salin *in vitro*, le deuxième essai vise la phytostimulation, il a été conduit dans du sol en pot irrigué par l'eau salée.

II.1. Matériel biologique

II-1-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail est constitué des graines de l'orge (*Hordeum vulgare*) variété Saida, de la campagne agricole 2020-2021 a été fournie par l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales. Laghouat. Algérie (OAIC)

II.1.2 Isolats bactériens

Dans la présente étude, nous avons utilisé quatre des isolats de *Pseudomonas* spp. fluorescents (AZ24, P12, P429, R2) qui ont été isolés et identifiés dans les laboratoires des sciences agronomiques à l'université Amar Telidji. Laghouat.

II.2. Biostimulation de la germination de l'orge sous stress salin dans *in vitro*

II.2.1 Désinfection de la semence de l'orge

La désinfection de la semence a été réalisée dans une solution de chlorure de mercure HgCl₂ (0.1%), pendant 1min, ensuite nous avons réalisé cinq rinçages successifs à l'eau distillée stérile pour éliminer le reste de l'agent désinfectant pendant 2min chacun, en suite les graines ont été laissées sur un papier absorbant stérile pour séchage.

II.2. 2 Préparation de la suspension bactérienne

Pour la préparation de la suspension bactérienne des souches de *Pseudomonas* spp. fluorescents saprophyte, a été réalisé à partir d'une culture bactérienne jeune cultivée sur milieu king B, âgées de 24h .les colonies bactérienne ont été raclées, et mise dans des flacons contenant de l'eau distillée stérile, Nous avons ajusté l'inoculum bactérien à une concentration d'environ 10^8 UFC/ml, à l'aide d'un spectromètre à 600 nm.

II.2. 3 Bactérisation de la semence de l'orge

Les graines désinfectées ont été transféré dans les suspension bactérienne respective, les témoins ont été mis dans l'eau distillée stérile. Après 6 h les graines sont transférées dans des boites transparente à une capacité 500 ml stérile contenant 50 ml du milieu (eau-agar) additionné avec la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl, à raison de 50 graines par boite. En suite ces boites ont été laissé à 27⁰C pour la germination avec des notations quotidiennes pendant 15jour.

II.2. 4 Dispositif expérimental

L'essais biostimulation de la germination a été conduit en randomisation totale à deux facteurs étudiés et à trois répétitions :

- **Facteur 1** : représente la bactérisation avec cinq niveaux soit les isolats bactériens (AZ24, P12, P429, R2) le témoin non bactérisé (TNB).
- **Facteur 2** : représente la concentration du facteur stressant soit le NaCl avec cinq niveaux pour le stress salin de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.

Nous avons **25** traitements qui sont ;

- T1, T2, T3, T4, T5 : correspond à une bactérisation par AZ24 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T6, T7, T8, T9, T10 : correspond à une bactérisation par P12 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.

- T11, T12, T13, T14, T15 : correspond à une bactérisation par P429 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T16, T17, T18, T19, T20 : correspond à une bactérisation par R2 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T21, T22, T23, T24, T25 : correspond au témoin non bactérisé et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.

II.2. 4 Les paramètres étudiés

L'évaluation de la stimulation de la germination des graines a été effectuée sur les paramètres suivants :

a-Taux de germination

Ce paramètre est exprimé par le rapport entre le nombre de graines germées et le nombre total de graines testées, selon l'équation suivante :

$$\text{FG (\%)} = (\text{nombre de graines germées (n)} \div \text{nombre total de graines (N)}) \times 100$$

b-Longueur des radicules et la longueur des feuilles

A l'aide d'une règle, nous avons mesuré la longueur des radicules et la longueur des feuilles en(cm) après 15 jours.

c-Indice de vigueur

L'indice de vigueur est calculé sur le bas de la longueur des radicules et des feuilles et la faculté de germination selon l'équation suivante :

$$\text{Indice de vigueur} = (\text{longueur de radicule} + \text{longueur de feuille}) \times \text{faculté de germination.}$$

II.3. Biostimulation de la croissance de l'orge sous stress salin en pots

II.3.1 Substrat

Pour cet essai nous avons utilisé comme substrat ; un sol sableux provenant d'un sol arable de El Assafia (Laghout), Les substrats utilisés ont subi une stérilisation par autoclavage à une température de 120 °C pendant 20 minutes, afin d'éliminer toute forme de vie pouvant affecter la germination et la croissance des plantules.

Substrat a été conditionnés en pots de plastique (8 cm de long x 5cm de diamètre) de couleur blanchâtre,

II.3.2 Désinfection de la semence de l'orge

La désinfection de la semence a été réalisée en utilisant le même protocole que celui utilisé pour le premier essai (cf. II.2. 1) .

II.3.3 Préparation de la suspension bactérienne

La préparation de la suspension bactérienne des cinq isolats de *Pseudomonas* spp. fluorescents saprophyte, a été réalisée en utilisant le même protocole que celui utilisé pour le premier essai (cf. II.2. 2).

II.3.4 Bactérisation du substrat

La bactérisation du substrat par les cinq suspensions bactériennes soit (AZ24, P12, P429, R2) a été réalisée par irrigation à raison de 20 ml/pot, 24 h avant le semis, un rappel a été réalisé sept jours après. Pour le témoin non bactérisé (TNB) nous avons utilisé l'eau distillée.

II.3.5 Solution saline d'irrigation

La solution saline a été apporté par irrigation avec de solution saline avec la concentration respective de 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl dissous dans l'eau de robinet, pour le témoin nous utilisons que l'eau sans NaCl.

II.3.6 Dispositif expérimental

L'essai biostimulation de la croissance a été conduit en randomisation totale à deux facteurs étudiés et à trois répétitions :

- **Facteur 1** : représente la bactérisation avec cinq niveaux soit les isolats bactériens (AZ24, P12, P429, R2) le témoin non bactérisé (TNB).
- **Facteur 2** : représente la concentration du facteur stressant soit le NaCl avec cinq niveaux pour le stress salin de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.

Nous avons **25** traitements qui sont ;

- T1, T2, T3, T4, T5 : correspond à une bactérisation par AZ24 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T6, T7, T8, T9, T10 : correspond à une bactérisation par P12 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T11, T12, T13, T14, T15 : correspond à une bactérisation par P429 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T16, T17, T18, T19, T20 : correspond à une bactérisation par R2 et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.
- T21, T22, T23, T24, T25 : correspond au témoin non bactérisé et la concentration respective de 0 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12 g/l de NaCl.

Les graines ont été semées à raison quatre graine par pot recouvert par une couche fine de substrat (1 cm), à raison de quatre répartitions par traitement.

Les pots sont ensuite déposés à l'air libre à une température ambiante (comprise entre 25 à 30°C) et sous un éclairage naturel (environ 14 heures de lumières par jour).

II.3.7 Les paramètres étudiés

L'évaluation de la croissance a été effectuée par des mensurations sur des paramètres de croissance et biochimique.

II.3. 7.1 Paramètres de croissance

Pour évaluer paramètres de croissance les mensurations ont été effectuées sur la hauteur de la tige, la longueur racinaire, le poids frais de la tige et des racines et le poids sec de la tige et des racines des plantules.

II.3. 7.2 Paramètres biochimique

Pour évaluer paramètres biochimique nous avons procédé à l'extraction et dosage de la proline et du sucre.

a. Extraction et dosage de la proline

Le dosage de la proline a été déterminé par la méthode de Troll et Lindsey (1955). Un échantillon de 100 mg de matière fraîche a été prélevé sur le tiers médian foliaire, et placé dans un tube à essai auquel nous avons ajouté 2 ml de méthanol à 40%. L'échantillon est chauffé, pendant 1 heure dans un bain-marie à 85°C. Après refroidissement, 1 ml de la solution d'extraction est ajouté à 1 ml d'acide acétique, 25 mg de ninhydrine et 1 ml du mélange, 120 ml eau distillée 300 ml acide acétique et 80 ml acide orthophosphorique. L'ensemble est porté à ébullition pendant 30 mn au bain marie. Après refroidissement, nous avons additionné 5 ml de toluène après agitation au vortex et nous avons procédé à la lecture à une longueur d'onde de 528nm. La proline est exprimée en $\mu\text{g/g}$ de matière fraîche.

b. Extraction et dosage du sucre

Le dosage du sucre a été déterminé par la méthode au phénol de Dubois et *al.*, (1956), un échantillon de 100 mg de matière fraîche qui a été prélevé sur le tiers médian foliaire, et placé dans un tube à essai auquel nous avons ajouté 3 ml de méthanol à 80%. L'échantillon a été mis à l'obscurité pendant 48h, puis séché à l'étuve à 85°C. Après refroidissement, 20 ml de l'eau distillée est ajouté au tube puis de ce tube 1 ml est prélevé et mis dans un autre tube où 1ml d'une solution phénol à 5% et 5 ml d'acide sulfurique pure est ajoutée, après une agitation au vortex, le tube est laissé au bain marie

pendant 10 mn à 30°C et nous avons procédé à la lecture à une longueur d'onde de 485nm. Le taux de sucre est exprimée en mg g de matière fraîche.

II.4 Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats a été basée sur l'analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée en considérant l'essai aléatoire à l'aide du logiciel statbox végétal 6.9 version d'essai. La comparaison des moyennes est établie par le test de Nexman-Keuls au seuil de risque d'erreur de 5%.

Résultats et discussion

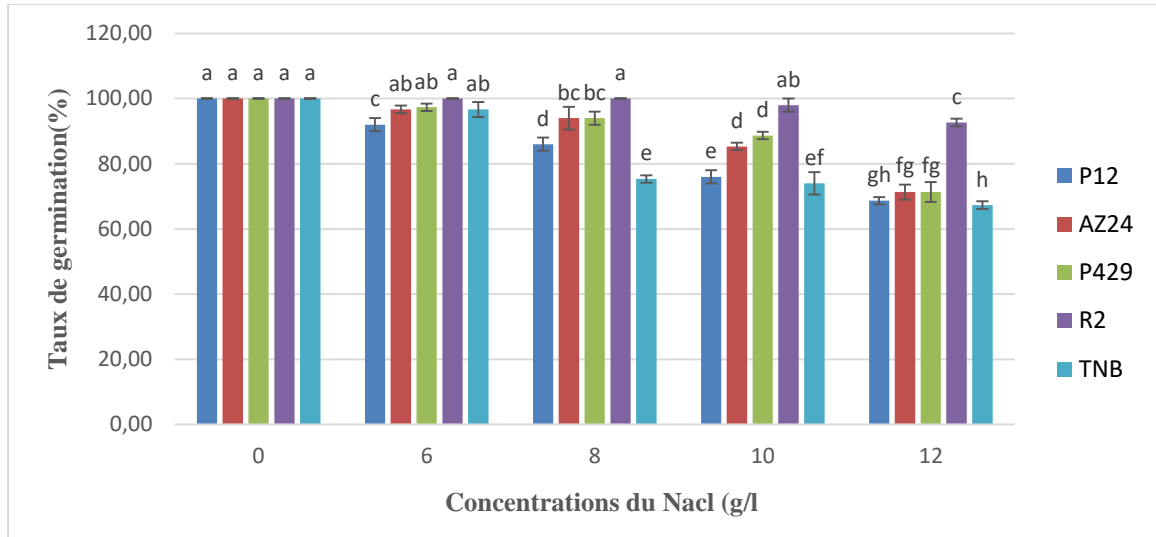
Les résultats présentés dans cette partie sont issus des essais effectués sur des graines de l'orge pour mettre en évidence l'effet bénéfique des *Pseudomonas* spp. fluorescents sur germination de l'orge sous type de stress abiotique ; salin.

Les analyses statistiques des résultats ont montré différence très hautement significative pour l'ensemble de paramètre étudié que soit pour facteur bactérisation ou le facteur concentration de NaCl, ou pour leur interaction

III.1 Biostimulation de la germination de l'orge sous stress salin dans *in vitro*

III.1.1 Effet sur le taux de germination

Les résultats de l'analyse de variance a révélé une différence très hautement significative pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl)($P=0.000$), les quatre bactéries et le témoin à la concentration 0 g/l et R2 à la concentration 6 g/l et 8 g/l sont classé dans le groupe (a) avec taux de germination de 100% ; les bactéries AZ24, P429 ,et TNB à la concentration 6 g/l et R2 à la concentration 10 g/l sont classé dans le groupe (ab)avec un taux de germination de (96.667et 98%);et le bactéries AZ24, P429 à la concentration 8 g/l classé dans le groupe (bc)avec un taux de germination de (92.67et 94%), et le bactéries P12 à 6 g/l et R2 à 12 g/l classé dans le groupe (c)avec un taux de germination de (92%)et (92.67%) respectivement ;et dans le groupe (d) ; P12 à 8 g/l avec un taux (86%) et à 10 g/l ; AZ24 avec un taux de 85.33% et P429 avec un taux de 88.67%, et P12 à 10 g/l avec un taux (76%) et TNB à 8 g/l avec un taux (75%) et à 8 g/l sont classé dans le groupe (e), le TNB à 10 g/l avec un taux (74%) est classé dans le groupe (ef), dans le groupe(fg) avec un taux de germination de (71.33) sont classé AZ24 et P429 , dans le groupe(gf) avec un taux de germination de (68.67%) est classé P12 à 12 g/l, dans le groupe (h) classé TNB avec le faible taux de (67.33%) **Figure 1.**



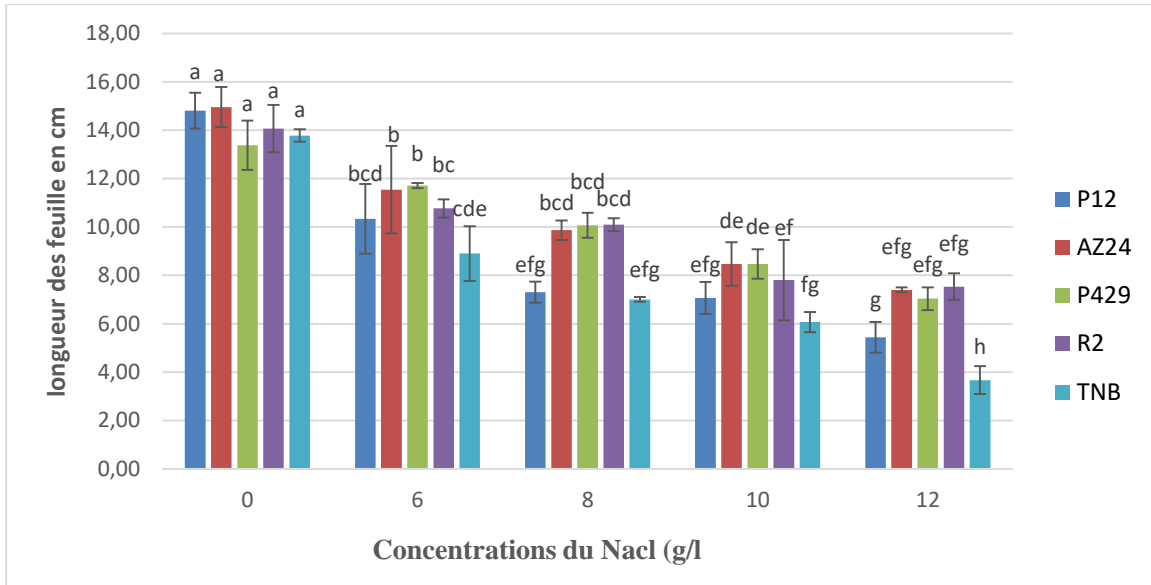
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 1. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration de taux de germination du l'orge.

III.1.2. Effet sur la longueur des feuilles

L'analyse de la variance a révélé des résultats très hautement significative pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$), les quatre bactéries et le témoin à la concentration 0 g/l ont donné les meilleurs résultats pour la longueur des feuilles avec une moyenne qui varie de 13.78 et 14.956 cm et classé dans le groupe homogène (a), suivi à 6 g/l par la souche P429 et AZ24 qui a donné une moyenne de 11.71 et 11.54cm ,et à 12 g/l la faible moyenne a été enregistrée par la souche P12 avec une valeur de 5.43cm et la très faible moyenne enregistrée a été obtenu par le TNB avec 3.67cm **Figure 2**



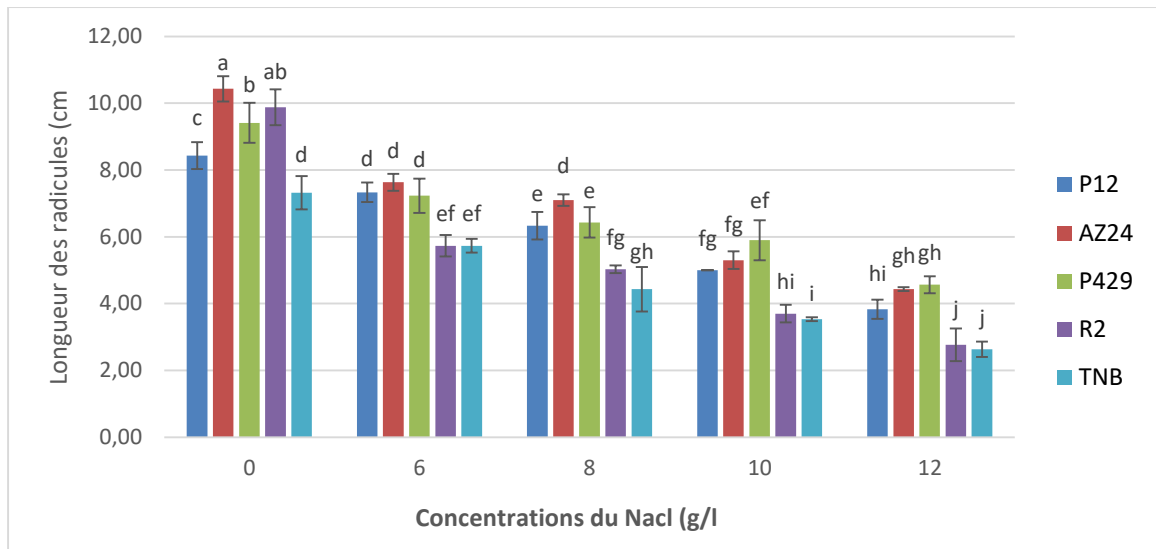
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 2. Effet de l’interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la longueur des feuilles

III.1.3 Effet sur la longueur des racicules

D’après l’analyses de la variance, l’interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$), les résultats pour le traitement AZ24 à la concentration 0 g/l a donné la meilleure moyenne de 10.43 cm et classé dans le groupe homogène (a) suivi par la souche P12 qui donné une moyenne de 7.33 cm, et les faible moyenne ont été enregistré par la souche P12 et le TNB avec des valeur 2.63 et 3.83 cm respectivement à la concentration 12 g/l et classés dans le groupe homogène (j) **Figure 3**



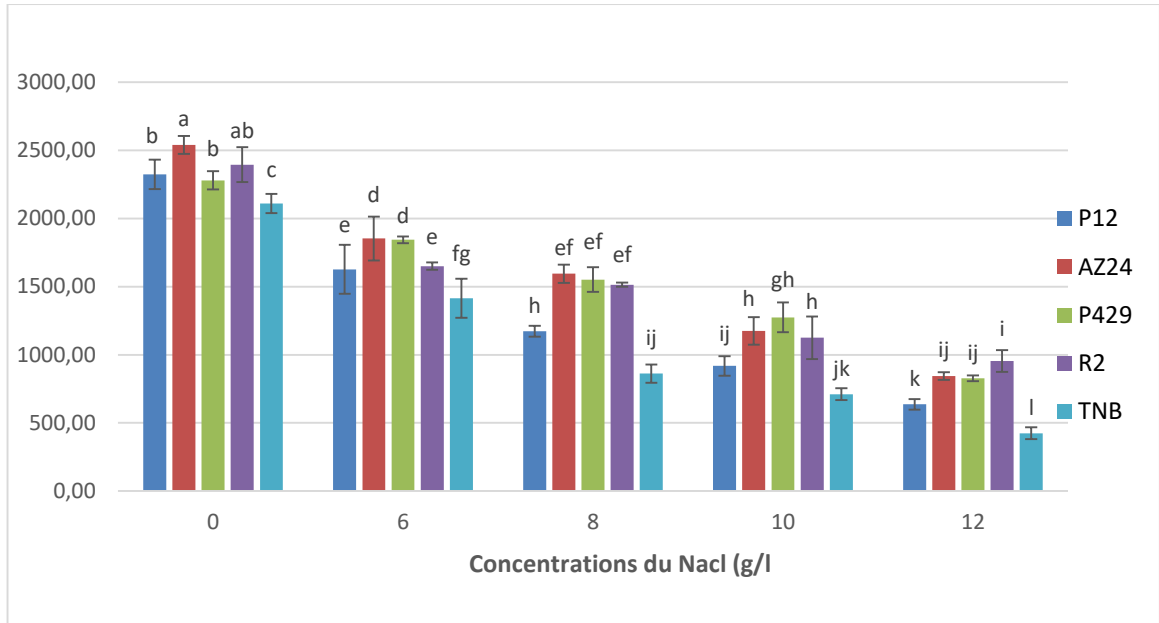
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 3. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur longueur des racicules (cm)de l'orge.

III.1.3 Effet sur l'indice de vigueur

D'après les résultats l'analyses de la variance effectuée sur l'indice de vigueur a montré que l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$). le meilleur résultat a été enregistré par AZ24 à la concentration 0 g/l avec une moyenne de 2538.90 qui classé dans le groupe homogène (a), suivi par la souche R2 avec une moyenne de 2349.47 classé dans le groupe intermédiaire (ab), et la faible moyenne enregistrée par la souche TNB avec la valeur 423.8 classé dans le groupe homogène (l) **Figure 4.**



Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

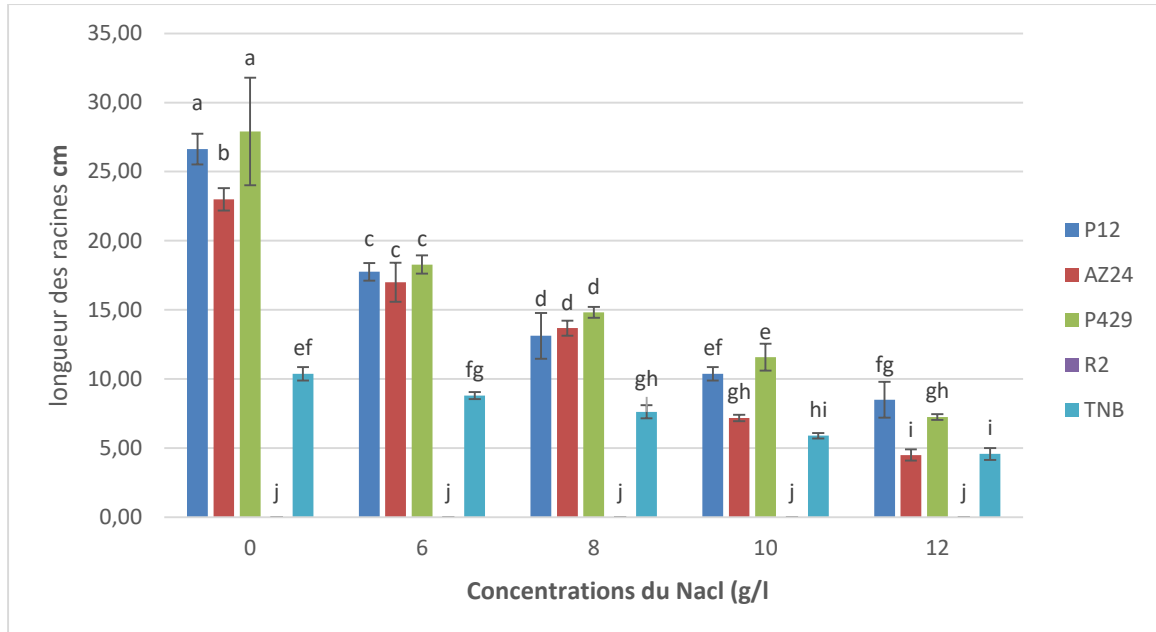
Figure 4. Effet de l’interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur l’indice de vigueur de l’orge.

III. 2. Biostimulation de la croissance de l’orge sous stress salin en pots (*in vivo*)

Pour l’ensemble des paramètres étudiés, la souche R2 à tous les concentrations de NaCl n’enregistré aucune croissance, et classé dans dernier groupe homogène.

III. 2.1 Effet sur la longueur des racines

L’analyse de la variance, a révélé une différence hautement significative pour le l’interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$) P429, et P12 classé la premier dans le groupe (a)avec moyenne respective de 27.9 et 26.63 cm et les faibles moyennes de 4.58 et 4.5 cm sont enregistrés respectivement par le TNB et P12 et classé dans le groupe (i), (**Figure 5**).



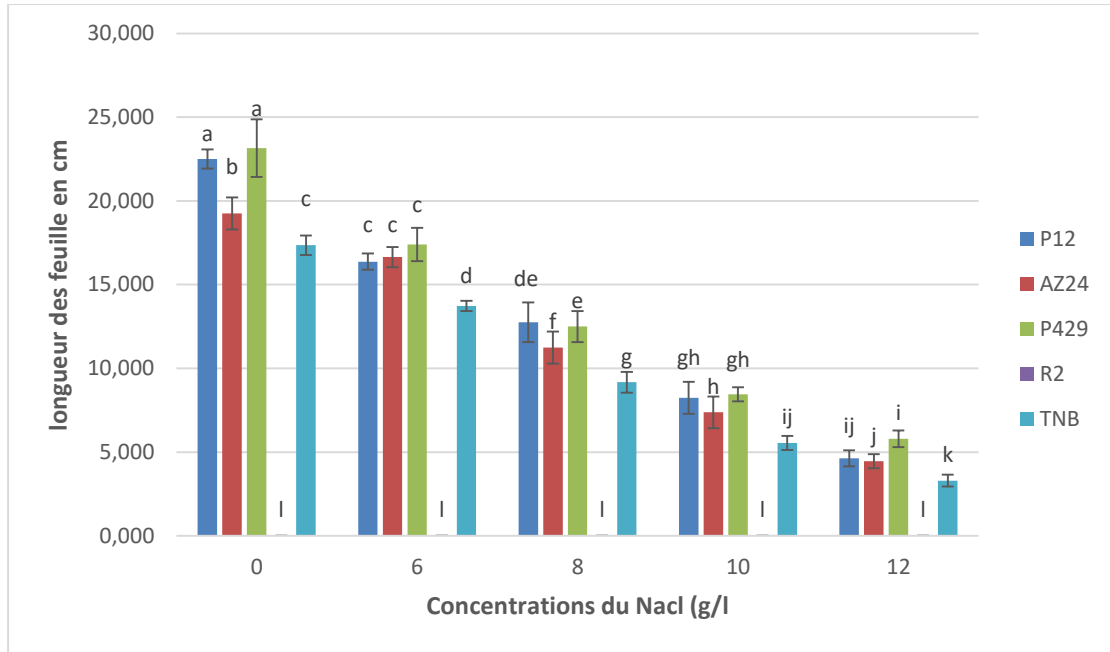
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 5. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la longueur des racines de l'orge.

III. 2.1 Effet sur la longueur des feuilles *in vivo*

L'analyse de variance a montré que l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$), à la concentration 0g/l de NaCl, nous avons obtenu une longueur des feuilles moyenne de l'ordre de 23.15 et 22.5 cm par P429 et P12 respectivement, suivi par AZ24 à la même la concentration avec une longueur de 19.25, le TNB à 0g/l et P429; AZ24 et P12 à 6 g/l de NaCl avec des moyennes qui varie entre 17.35 et 16.35 cm, à faible moyenne de l'ordre de 5.55 cm (TNB), et il est classé dans le groupe (k); à 12 g/l de NaCl aucune feuille n'a été formé de R2 de l'ordre (l) **Figure 6.**



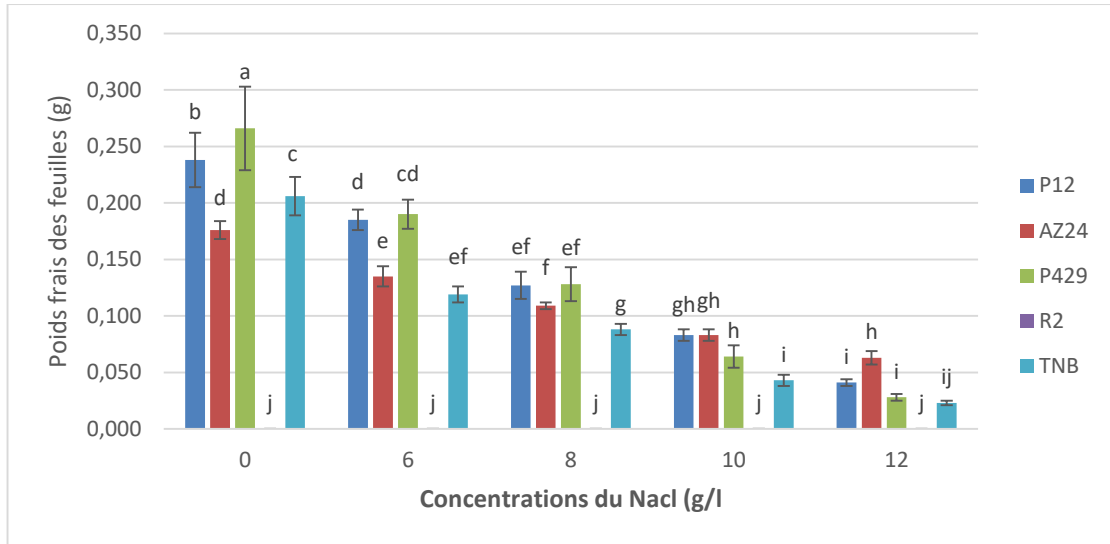
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 6. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur longueur des feuilles du l'orge.

III. 2.2 Effet sur poids frais feuilles *in vivo*

L'analyse de la variance, a révélé une différence hautement significative pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$), à la concentration 0g/l ; dans le groupe (a) classé la bactérie (P429) avec la moyenne la plus élevé de 0.266 g, à la même la concentration ; le TNB classé dans le groupe (c) avec la moyenne de 0.119 g (**Figure 7**).



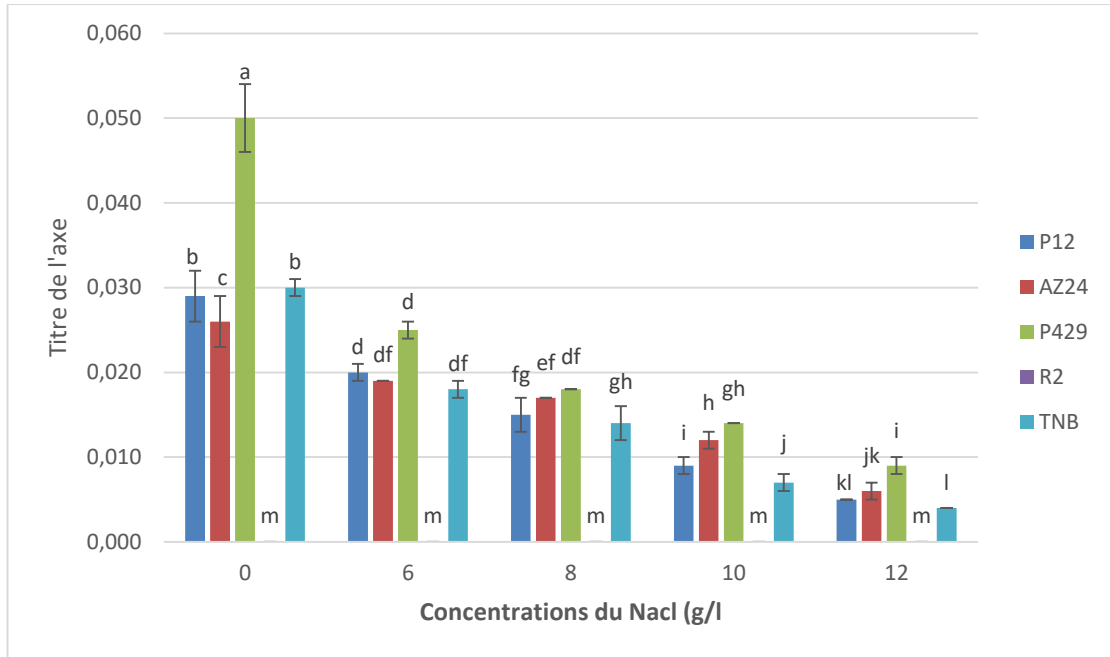
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 7. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur le poids frais des feuilles de l'orge.

III. 2.3 Effet sur poids sec des feuilles *in vivo*

L'analyse de variance a montré que pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl) ($P=0.000$), à la concentration 0g/l de NaCl, nous avons obtenu un poids sec des feuilles moyenne de l'ordre de 0.05 g enregistré par (P429). Suivi par P12 et TNB à la même concentration, 6g/ l de NaCl avec une moyenne de l'ordre de 0.020 g, la plus faible moyenne de 0.004g de et classé dans le groupe (l) (**Figure 8**).



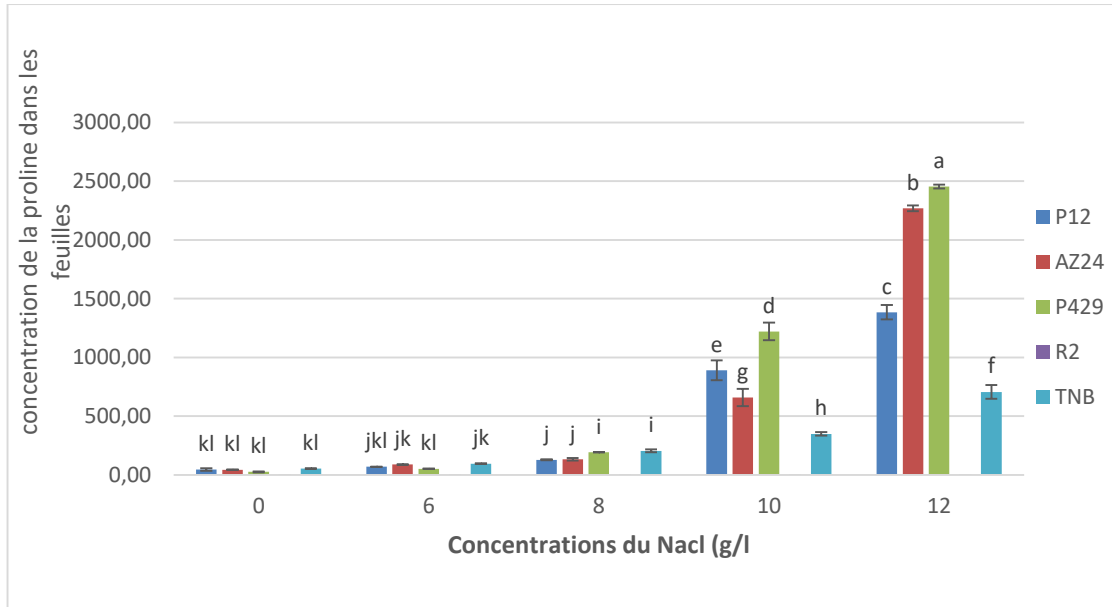
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 8. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur le poids sec feuilles de l'orge.

III. 2.4 Effet sur la concentration de la proline dans les feuilles *in vivo*

L'analyse de variance a montré que pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl), est hautement significatif ($P=0.000$). à la concentration 12g/l de NaCl du bactéries(P429) a enregistré concentration la plus élevé avec 2454.38 $\mu\text{g/ml}$. Suivi par les autres bactéries et TNB à la même concentration, à la concentration10g/l de NaCl les traitements bactériés ont enregistré des concentration plus élevé que TNB (**Figure 9**).



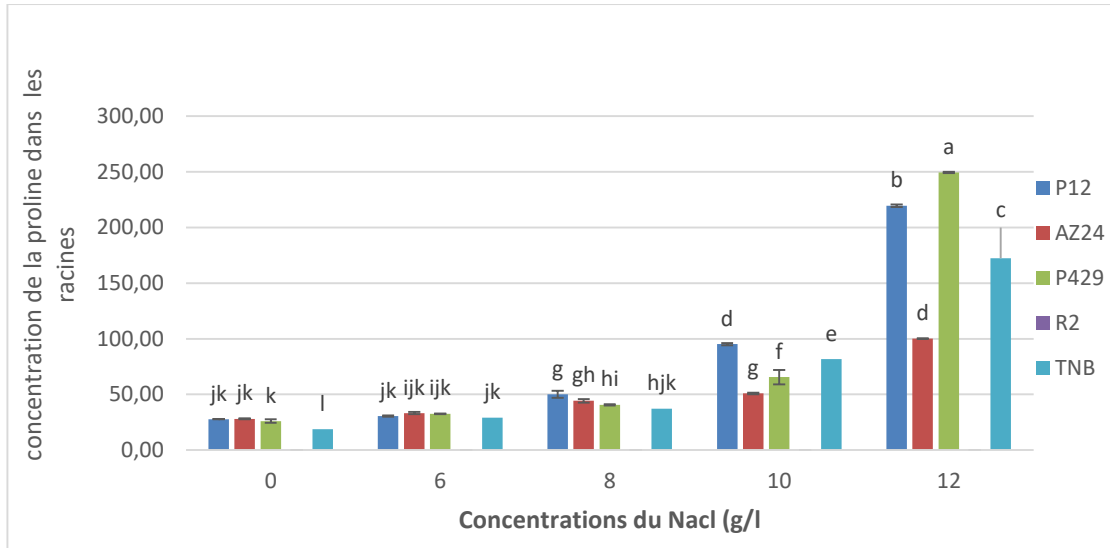
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 9. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration de la proline dans les feuilles *in vivo*

III. 2.5 Effet sur la concentration de la proline dans les racines *in vivo*

D'après l'analyse de la variance, pour l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl), est hautement significatif ($P=0.000$). les résultats pour le traitement (P429) à la concentration 12g/l a donné la moyenne plus élevé 249.38 µg/ml, classé dans le groupe homogène (a) suivi par la souche(P12)qui donnée une moyenne de 219.5 µg/ml à la concentration 12g/l supérieure à celle du TNB, de même pour autres concentrations de NaCl)(**Figure 10**).



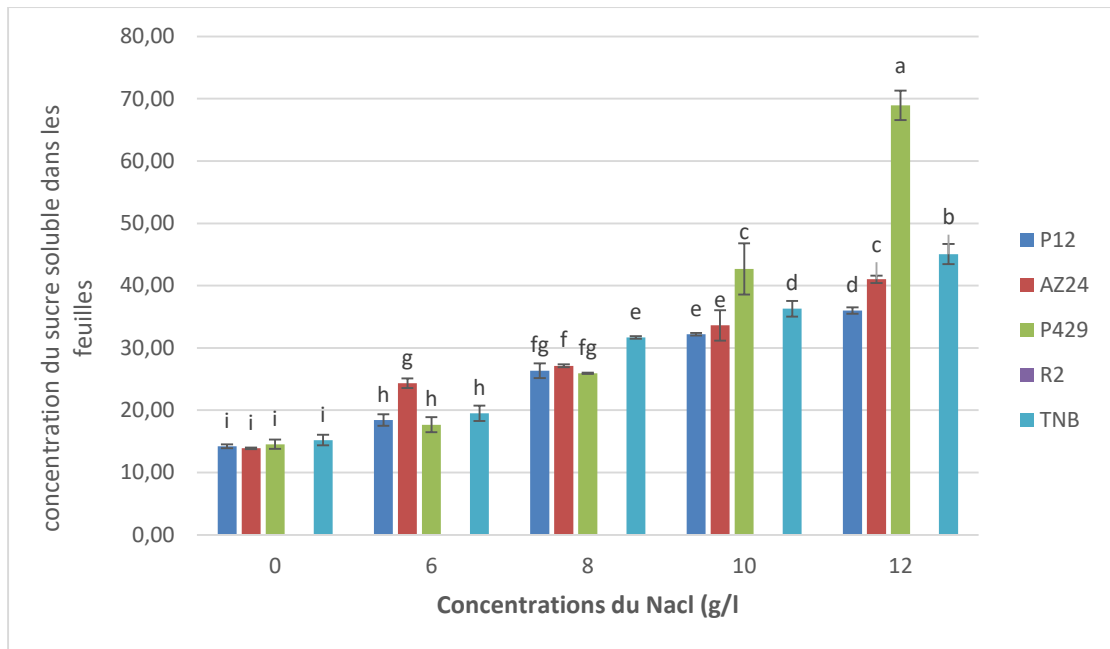
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase spp.* fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 10. Effet de l’interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration de la proline dans les racines *in vivo*

III. 2.6 Effet sur la concentration du sucre soluble dans les feuilles *in vivo*

L'analyse de variance a montré que l’interaction entre les deux facteurs (facteur bacterisation et le facteur concentration de NaCl), est hautement significatif ($P=0.000$).à la concentration 12g/l de NaCl ; la bactérie(P429) a donné la moyenne plus élevé 68.95 mg/ml suivi par TNB , de même pour la concentration 10 g/l de NaCl du bactérie(Az24) est moyenne résultat 27.139 .les plus faible concentration en sucre ont été enregistré dans les concentrations(0g/l) pour l’ensemble des traitements, classé dans le groupe (i) (**Figure 11**).



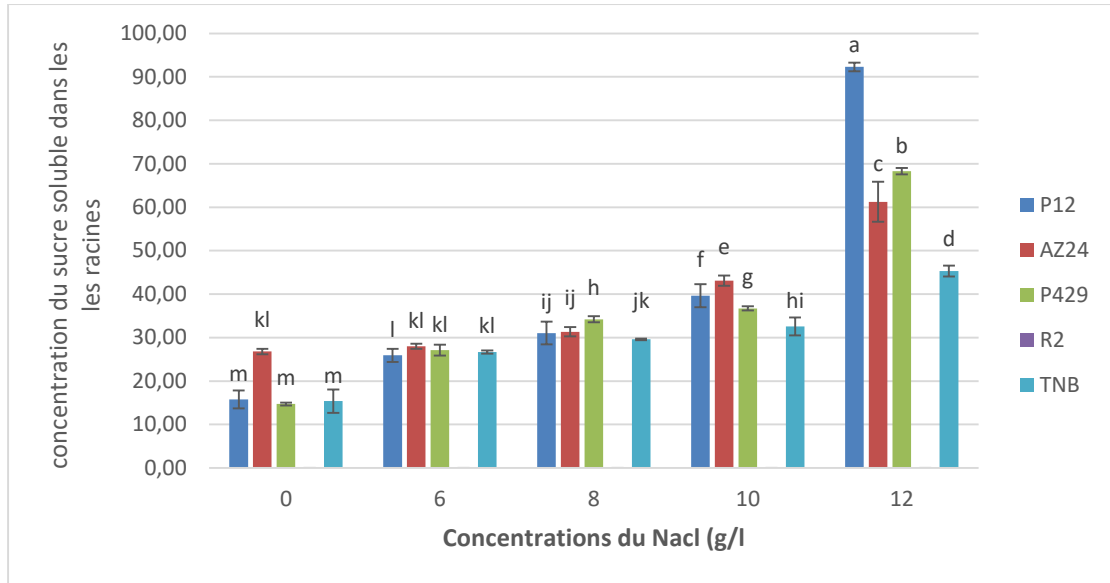
Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 11. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration du sucre soluble dans les feuilles in vivo

III. 2.7 Effet sur la concentration du sucre soluble dans les racines *in vivo*

D'après l'analyse de la variance, que l'interaction entre les deux facteurs (facteur bactérisation et le facteur concentration de NaCl), est hautement significatif ($P=0.000$). Les résultats pour le traitement (P12) à la concentration 12g/l de NaCl a donné la moyenne plus élevé de 92.29 mg/ml, classé dans le groupe homogène (a) suivi par les autres souche (AZ24) et P429 des moyennes plus élevé que TNB, ce classement est obtenu pour l'ensembles des traitements avec NaCl (**Figure 12**).



Les valeurs suivies de la même de la lettre appartient au même groupe homogène, selon le test de Newman-keuls ($\alpha = 5\%$).

AZ24, P12, P429, R2 : souches de *Pseudomonase* spp.fluorescents
 TNB : témoin non bacterisé

Figure 12. Effet de l'interaction de facteur bactérisations et facteur concentration sur la concentration du sucre soluble dans les racines *in vivo*

III.3 Discussion

Dans cette partie nous discuterons les résultats de la stimulation de la germination et la croissance de l'orge (*Hordeum vulgare*) par des *Pseudomonas* ssp. fluorescents sous stress abiotique, la salinité. D'après l'analyse de variance, nous avons enregistré des résultats très hautement significatifs pour les deux facteurs étudiés et leurs interactions.

La souche R2 au différentes concentrations de NaCl a enregistré les meilleurs taux de germination de comparais aux autres traitements, le témoin non bactériisé (TNB) à partir de concentration soit 8g/l de NaCl se classe toujours en dernier dans son catégorie. Pour les autres paramètre étudier *in vitro* soit la longueur de la partie aérienne, la longueur des radicule et l'indice de vigueur, les traitements bactériisé ont donné la meilleur résultats que le témoin non bactériisé (TNB), la même constatation est faite pour les résultats obtenu pour l'essai réalisé en pots *in vivo*, sauf pour la souche R2 qui a généralement donné la meilleur performance *in vitro*, mais *in vivo* nous avons constaté que cette même souche a exercé un effet néfaste inexplicable. Pour les teneurs en proline elle plus élevé dans les feuilles que les racine; elle est plus élevée chez les traitements bactériisé que le témoin non bactériisé (TNB).au sien de la même concentration de NaCl ; pour les deux concentration 10g/l et 12g/l de NaCl la teneurs en proline est remarquablement enlevé .d'après les travaux d'el Jaafari (1993) où il a été mentionné qu'il y a une accumulation de proline chez trois variétés de blé soumises à des concentrations accentuées de salinité . Rajas Karan *et al.*, (2000) ont montré que l'augmentation des teneurs de la solution d'irrigation en sel est accompagnée parallèlement par une augmentation croissante et relativement régulière de proline. Pour la teneur en sucre soluble qui joue un rôle dans la biosynthèse des molécules responsable de la gestion du stress soit biotique ou abiotique chez les plantes, nos résultats montrent que les teneurs en sucre augmente en fonction que la concentration de NaCl augmente, de même que la proline, la teneur en sucre est plus élevée chez les traitements bactériisé que le témoin non bactériisé (TNB).

Certaines souches bactériennes appartenant en particulier au groupe de *Pseudomonas* florescents semblent améliorer la germination des graines lorsque les conditions d'environnement sont défavorables (Hofte *et al.*, 1991). Digat *et al.* (1990) ont montré que certaines souches de *Pseudomonas* peuvent stimuler significativement la germination de graines de tomate même lorsque les conditions d'environnement ne

semblent pas favorables les *Pseudomonas* spp fluorescents sont des micro - organismes rhizosphériques intervenant dans la stimulation de la germination.

Nous pouvons expliquer nos résultats d'une manière globale, par le fait, que sous des conditions de stress abiotique les PGPR ; qui les *Pseudomonas* font partie, synthétisent ou accumulent certaines molécules dites « solutés compatibles » car compatibles avec le fonctionnement physiologique de la cellule entière ces molécules permettent à la cellule de s'adapter aux conditions sévères stress salin, thermique, nutritionnel, oxydatif etc. (Caldas *et al*, 1999 ; Oren, 2003). De même le stress abiotique active chez les PGPR la synthèse de biomolécules actives jouant un rôle dans le captage des nutriments et l'adaptation de ces microorganismes et des plantes co-environnantes aux conditions inhabituelles. Dans les conditions de stress abiotiques,

Les PGPR provoquent chez les plantes des modifications à plusieurs niveaux (physiques, moléculaires etc.) ceci s'effectue le plus souvent par la synthèse d'enzymes permettant d'induire la croissance des plantes. Parmi elles la 1 - aminocyclopropan carboxylate (AAC) désaminase joue un rôle important dans la régulation du niveau de l'éthylène produit par les plantes en réduisant sa synthèse sous des conditions inconvenables. L'éthylène est une phytohormone de croissance dont la synthèse est accélérée sous conditions de stress abiotiques empêchant ainsi le développement des plantes et leur rendement final (Saleem *et al.*, 2007, Singh et Singh, 2013). Plusieurs bactéries considérées comme PGPR produisent des auxines comme une partie de leurs métabolismes. A titre d'exemple l'auxine acide indole Jacétique (AIA) joue un rôle très important dans la régulation de la croissance des plantes il affecte principalement les racines de ces dernières leurs dimensions le nombre des ramifications racinaires et ainsi la surface racinaire en contact avec le sol (Jah et Saraf, 2012). Les cytokinines, les gibbérellines, l'acide abscisique et l'éthylène constituent également d'autres groupes de phytohormones bactériennes impliquées dans la promotion de la croissance des plantes (Morrone *et al.*, 2009 ; Reddy, 2014 ; Endo *et al.*, 2014).

Conclusion

Conclusion

L'étude relative des graines de l'orge par *Pseudomonas* spp fluorescents est réalisée dans le but d'évaluer l'effet positif des rhizobacteria favorisant la croissance des plantes (PGPR , plant growth promoting rhizobacteria) sous stress abiotique salin .

Dans ce travail,nous avons effectué l'étude sur cinq (05) souche (Az24,P429,R2,P12,TNB),testées ont une activité positive sur le taux de la germination de graines par apport au témoin non bactérisé . Elles améliorent très hautement significativement les paramètres morphologiques (la longueur des racines et la longueur des feuilles) , ce qui a été confirmé par l'indice de vigueur.

Enfin et pour faire suite à cette étude ,plusieurs piste de travail peuvent etre envisagées nous suggérons.
. Tester les souches sur la germination des graines comme des bio stimulation , sous stress d'autre condition sintériser de près à l'effet du NaCl sur les cultures .

. L'utilisation des bactéries PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) , comme une approche biologique semble être la solution prometteuse afin d'améliorer la production .

.ces résultats montre un dépressif de sel sur les différents paramètres étudiés (le taux de germination, la hauteur des plantules ,la longueur des racines ,la pois frais et sec)

.étudie l'effet de la bactérisations des graines in vivo et in vitro afin de faire une comparaison entre les résultats du taux germination .

.Nous souhaitons continuer les recherches sur les effets des pseudomonas spp fluorescents et leur importances .

.Enfin d'un point de vue application agricole , il serait nécessaire d'avancer les études pour la compréhension de la complexité de l'environnement rhizosphérique , les mécanismes d'action des *Pseudomonas* spp fluorescents et procéder à l'application de ces organismes dans l'agriculture durable soit sous forme d'inoculant ou des formulations.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Nevo E., 1992.** Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. In Shewry, P.R. (ed.). *Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology*, Oxford, C.A.B. International, The Alden Press, pp. 19–43
- Bonjean A. et Picard E., 1990.** Les céréales à paille: origine, histoire, économie, sélection. Ed. INRA, Paris, France, 300 p.
- Badr A., Muller K., Schafer-Pregl R., El Rabey H., Effgen S., Ibrahi H.H., Pozzi C., Rohde W. and Salamini F., 2000.** The origin, domestication and history of barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Biology and Evolution*, 17: 499-510
- Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui L., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p
- Ceccarelli S. and Grando S., 1996.** *Hordeum vulgare* L. In: Grubben, G.J.H. & Partohardjono, S. (Editors). *Plant Resources of South-East Asia. Cereals* Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 10: 99–102.
- Von Bothmer R., 1992.** The wild species of *Hordeum*: Relationships and potential use for improvement of cultivated barley. *Molecular Biology and Biotechnology*. C.A.B. International, Wallingford Oxon, pp. 3-18.
- Clement-grandcourt et Prat.(1970)** .Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème édition. PP.351-360.
- Heller R.(1982).** Physiologie végétale. Tome 2. Développement. Ed. Masson, Paris, 215 pp.
- Clement-grandcourt et Prat.(1970)** .Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème édition. PP.351-360
- Lynch, J.M. (1990).** *The Rhizosphere*. Lynch JM, (ed.) John Wiley & Sons Ltd, Chichester

Références bibliographiques

Paul, E.A., et F.E. Clark (1996). Soil Microbiology and Biochemistry, 2nd Edition. Academic Press, New York

Kloepper, JW., R. Litshitz et R.M. Zablotowicz (1989). Free living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends Biotechnol. 7:39–43

Zahir, ZA, M.Arshad et WT. Frankenberger (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron., 81, 97-168.

Kloepper, JW. et C. J. Beauchamp (1992). A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. Can. J. Microbiol. 38, 1219–1232

Glick, B.R., C.L. Patten., G. Holguin, et D.M. Penrose (1995). Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College Press, London.

Paul, E.A., et F.E. Clark (1996). Soil Microbiology and Biochemistry, 2nd Edition. Academic Press, New York

Kloepper, J W. (1993). Plant-growth-promoting rhizobacteria as biological control agents, In: Soil Microbial Ecology, (Ed.) F.B. Jr., Metting . Marcel Dekker inc., N.Y. p. 255-273

Campbell, R.,et M.P. Greaves (1990). Anatomy and community structure of the rhizosphere in The Rizosphere (ed. J.M. Lynch), John Wiley & Sons, Ltd, Essex, pp. 11–34.

Glick, B.R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol., 41: 109-117

Konate , I. (2007) . Diversité Phénotypique et Moléculaire du Caroubier(*Ceratonia siliqua* L.) et des Bactéries Endophytes qui lui sont Associées. Université Mohammed V-Agdal Faculté des sciences, Rabat

Voisard, C, C. Keel, D Haas, et G. Defago (1989). Cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. The EMBO J., 8: 351-358

Références bibliographiques

- Hallman, J., A. Quadt-Hallman, W.F. Mahaffee et J.W. Kloepper (1997).** Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.*,43: 895-914
- Frans, J., Maathuis, M. D. Sanders. 2001.** Sodium uptake in Arabidopsis roots is regulated by cyclic nucleotides. *Plant Physiol.* 127: 1617-1625
- O'Toole JC Chang. 1979.** Drought resistance in cereals - rice: a case study. In: Mussell H, Staples R, eds. *Stress physiology in crop plants* , John Wiley & Sons, Inc, 373-405
- Hopkins G W., 2003.** *Physiologie végétale*, Traduction de la 2e édition américaine par Serge Rambour, Révision scientifique de Charles-Marie Evard, De Boeck, Bruxelles, 514p
- Hajlaoui H., Maatallah S et Denden M., 2015.** Effet du stress salin sur l'efficience d'utilisation d'azote et les bilans ioniques chez deux variétés de maïs (*Zea mays* L.) fourragères, *journal of animal et plant sciences*, Vol.24, Issue 3:3787-3801
- Snoussi S A et Abbad M., 2012.** Impact de la salinité sur quelques paramètres organoleptiques des fruits de tomate cultivée en zone aride, *Revue agrobiologia*; 2: 09-16.
- Couture I., 2004.** Analyse d'eau pour fin d'irrigation, MAPAQ Montérégie-Est, AGRIVISION 2003-2004, 8p
- Montoroi J P., 1993.** Cours "Les sols sales", Département eaux continentales de l'ORSTOM, Université de Paris, BONDY, Janvier 1993, 55p
- Hajlaoui H., Denden M et Bouslama M., 2007.** Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*. PP: 168-173
- Arbaoui M., Benkhalifa M et Belkhodja M., 1999.** Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la Salinité au stade juvénile. *Options méditerranéennes*, pp: 167-169.
- Montoroi J P., 1993.** Cours "Les sols sales", Département eaux continentales de l'ORSTOM, Université de Paris, BONDY, Janvier 1993, 55p
- Wiebe B H., Eilers R G., Eilers W D et Brierleyq JA., 2001.** Salinité du sol, p6

Références bibliographiques

**Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P et Casse -
Delbart F., 1995.** Les plantes face au stress salin. Cahiers agricultures; 4: 263-73

<http://blog.agriconomie.com/amp/cultiver-orge/>

Résumé

L'étude relative à des graine de l'orge par pseudomonas spp en présence de sel est réalisée dans le but d'apprécier l'effet positif des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR, plant growth promoting rhizobacteria) sur la vigueur et la productivité des cultures particulièrement lorsqu'elles sont soumises à un stress salin, ce travail la recherche de nouvelle souche efficaces de PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) , pour les utiliser en bio stimulation , qui pe . Nous avons utilisé deux souches de Pseudomonas spp . fluorescents . originair rhizosphère des plantes spontanées de région aride et semi – aride.

Les cinq souche choisis pour étudié leur effet sur la bio stimulation de la germination de l'orge sous stréss salin , ont révélé une augmentation du taux de germination des graine presque 50%.ainsi qu'une amélioration très hautement significative des paramètre morphologique (poids frais et secs des racine et des feuilles),ce qui a été confirmé par l'indice de vigueur.

Mots clé: PGPR, pseudomonas spp,fluorescente, stress salin ,Taux de germination d'orge.

Résumé :

L'étude relative à des graine de l'orge par pseudomonas spp en présence de sel est réalisée dans le but d'apprécier l'effet positif des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR, plant growth promoting rhizobacteria) sur la vigueur et la productivité des cultures particulièrement lorsqu'elles sont soumises à un stress salin, ce travail la recherche de nouvelle souche efficaces de PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) , pour les utiliser en bio stimulation , qui pe . Nous avons utilisé deux souches de Pseudomonas spp . fluorescents . originair rhizosphère des plantes spontanées de région aride et semi – aride. Les cinq souche choisis pour étudié leur effet sur la bio stimulation de la germination de l'orge sous stréss salin , ont révélé une augmentation du taux de germination des graine presque 50%.ainsi qu'une amélioration très hautement significative des paramètre morphologique (poids frais et secs des racine et des feuilles),ce qui a été confirmé par l'indice de vigueur.

Mots clé: PGPR, pseudomonas spp,fluorescente, stress salin ,Taux de germination d'orge.

ملخص:

أجريت الدراسة على بذور الشعير بواسطة *pseudomonas spp* في وجود الملح بهدف تقييم التأثير الإيجابي للبكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات (PGPR) ، البكتيريا الجذرية المحفزة لنمو النبات) على قوة وإنتاجية المحاصيل خاصة عند تعرضها لضغط الملح ، هذا العمل هو البحث عن سلالة جديدة فعالة من PGPR نمو قطبي يعزز البكتيريا الجذرية) ، لاستخدامها في التحفيز الحيوي ، والتي *pe*. استخدمنا سلالتين من *Pseudomonas spp*. الفلورية. الأصلي المحيط الجذري للنباتات العفوية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

أظهرت السلالات الخمس التي تم اختيارها لدراسة تأثيرها على التحفيز الحيوي لإنبات الشعير تحت الضغط الملحي زيادة في معدل إنبات البذور بنسبة تقارب 50% بالإضافة إلى تحسن كبير للغاية في المتغيرات المورفولوجية (الوزن الطازج والجاف. الجذور والأوراق) ، والذي أكدته مؤشر النشاط.

الكلمات المفتاحية: PGPR ، *pseudomonas spp*، التآلق ، إجهاد الملح ، معدل إنبات الشعير.

Abstract :

The study on barley seeds by pseudomonas spp in the presence of salt is carried out with the aim of assessing the positive effect of rhizobacteria promoting plant growth (PGPR, plant growth promoting rhizobacteria) on the vigor and crop productivity particularly when subjected to salt stress, this work the search for new effective strain of PGPR (plant growth promoting rhizobacteria), to use them in bio stimulation, which we. We used two strains of Pseudomonas spp. fluorescent. originair rhizosphere of spontaneous plants in arid and semi-arid regions.

The five strains chosen to study their effect on the biostimulation of the germination of barley under saline stress, revealed an increase in the seed germination rate of almost 50%. as well as a very highly significant improvement in the morphological parameters (weight fresh and dry roots and leaves), which was confirmed by the vigor index.

Key words: PGPR, pseudomonas spp, fluorescence, salt stress, barley germination rate.