



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Biologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

## Amélioration de la tolérance au stress salin chez la tomate par les actinobactéries

Présenté par : HABOUL Wissam

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président : M <sup>me</sup> . BENCHERIF K.	MCB	UZA Djelfa
Promoteur : M. ADLI B.	MCB	UZA Djelfa
Co-promoteur : M. TOUATI M.	MCA	UZA Djelfa
Examineur : M <sup>elle</sup> . LAHRECH N H.	MAA	UZA Djelfa
Examineur : M. BOUGUETAIA Y.	MCB	UZA Djelfa

Année Universitaire 2018-2019

# ***Remerciements***

*Nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force et la volonté d'accomplir ce travail.*

*Nous tenons surtout à adresser nos plus vifs remerciements à notre promoteur Mr.BENZIANE Adli pour sa disponibilité , sa compétence, et ses recommandation continues pour nous ,et pour la confiance qu'il a voulu nous accordée en réalisant ce modeste travail.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements aux membres du jury pour nous avoir fait l'honneur et l'immense plaisir d'accepter d'évaluer notre travail.*

*Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions le département de biologie.*

*Finalement nous adressons tous nos souhaites de réussite à nos collègues de l'université.*

***Wissam et Nour Elhouda***

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère et mon père*

*A mon frère Amine qui a toujours été à mes côtés*

*A tous mes frères et sœurs Amine ,Fairouz, Maissoun,et surtout ma chère soeur Amani et à mon adorable frère Mohamed*

*A mes beaux parent et à toute ma famille*

*A toi ma binôme Nour Elhouda*

*A tout mes amie et collègues*

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

***H. Wissam***

**Sommaire**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

Introduction .....01

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I: Généralité sur la tomate**

1. Historique et importance économique de la tomate	
1.1 Historique.....	03
1.2 Importance économique.....	03
1.2.1 Dans le monde.....	04
1.2.2 En l'Algérie.....	04
2. Biologie de la tomate .....	05
2.2 Caractéristiques morphologiques de la tomate .....	05
2.2.1 Appareil végétatif	
a. Racines .....	06
b. Tiges .....	06
c. Feuilles .....	07
2.2.2 Appareil reproducteur	
a. Fleurs .....	08
b. Fruits.....	08
c. Graines.....	09
d. Composition chimique de la graine.....	10

**Chapitre II: le stress salin**

3. La Salinité des sols	
3.1 Définition de la salinité.....	12
3.2 principaux sels solubles .....	12
3.3 Impact du stress salin chez les plantes.....	12
3.3.1 Le stress hydrique .....	13
3.3.2 Le stress ionique .....	13
3.3.3 Le stress nutritionnel .....	13
3.4 Les actinomycètes et la tolérance de la plante a la salinité	
3.4.1 Les actinomycètes.....	13
3.4.2 Les caractères physiologiques et métaboliques.....	14
3.4.3 Taxonomie des actinomycètes .....	15

**PARTIE EXPERIMENTALE**

**Chapitre III : Matériel et méthodes**

Méthodes .....	16
Mise en culture.....	17
Dispositif expérimental .....	18
Application du stress salin .....	19

**Paramètre étudiés**

Biomasse sèche(BS) et Biomasse fraîche (PF) .....	19
Teneur en eau (TE).....	19
Dosage de l'activité catalase (CAT) et peroxydase (POD).....	20
Dosage concentre des sucres totaux solubles.....	20
Dosage de la proline .....	20

Analyse statistique

**Chapitre IV : Résultats et Discussions**

Poids frais(PF) et poids sec(PS)

Poids frais (PF).....	23
Poids sec (PS).....	24
La teneur en eau.....	25
Mesure de taux de germination.....	26
L'accumulation des sucres totaux solubles.....	27
L'accumulation de la proline .....	28
L'activité de catalase .....	29
L'activité de Peroxydase.....	30
Discussion.....	31
Conclusion générale.....	33
Bibliographie.....	34
Annexe.....	37

### Liste des abréviations

**ANOVA** : analyse de la variance

**BS** : Biomasse sèche

**Ca SO<sub>4</sub>** : le sulfate de calcium

**CaCO<sub>3</sub>** : carbonate de calcium

**Ca Cl<sub>2</sub>** : le chlorure de calcium

**CAT** : catalase

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations

**g** : gramme

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**: acide sulfurique

**H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**: acide ortho phosphorique

**Min** : minute

**ml** : millilitre

**mgCO<sub>3</sub>** : le carbonate de Magnésium

**MgSO<sub>4</sub>** : le sulfate De magnésium

**MgCl<sub>2</sub>** : chlorure de magnésium

**N<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**: sulfate de sodium anhydre

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : le carbonate de sodium

**Na HCO<sub>3</sub>** : Bicarbonate de sodium

**NaSO<sub>4</sub>** : sulfate de sodium

**Na Cl** : le chlorure de sodium

**POD** : peroxydase

## *LES LISTES*

---

**PH** : potentiel Hydrogé

**PF** : Biomasse fraiche

**SPB** : Sodium Phosphate Buffer

**TE** : Teneur en eau

**µm** : Micromètre

**UV** : ultra-violet

## Liste des figures

**Figure 01** : Système racinaire de la tomate

**Figure 02** : Tige de tomate

**Figure 03** : Feuille de tomate

**Figure 04** : La fleur de tomate à l'anthèse

**Figure 05** : Coupes transversale (a) et longitudinale (b) d'un fruit de tomate à maturité

**Figure 06** : Les graines enrobées avec les souches d'actinobactéries

**Figure 07** : la mise en culture

**Figure 08** : Les étapes de l'extraction enzymatique.

**Figure 9** : Effet de concentrations du Na cl sur le Poids Frais (PF)

**Figure 10** : Effet de concentrations du Na cl sur le Poids sec

**Figure 11** : Effet de concentrations du Na cl sur la teneur en eau.

**Figure 12** : Effet de concentrations du Na cl sur le taux de germination.

**Figure 13**: Effet de concentration de Na cl sur l'accumulation des sucres totaux soluble.

**Figure 14** : Effet de concentrations du Na cl sur l'accumulation de proline.

**Figure 15** : Effet de concentrations du Na cl sur la teneur de catalase.

**Figure 16** : Effet de concentrations du Na cl sur la teneur de Peroxydase

**Liste des tableaux**

**Tableau 01** : Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial en 2011

**Tableau 02** : Evaluation de la production de la tomate en Algérie pendant

**Tableau 03** : Composition biochimique des graines de tomate

**Tableau 04** : Dispositif expérimental aléatoire des pots.

**Tableau 05** : Analyse de la variance de la Poids frais

**Tableau 06** : Analyse de la variance de Poids sec

**Tableau 07** : Analyse de la variance de la teneur en eau

**Tableau 08** : Analyse de la variance de taux de germination.

**Tableau 09** : Analyse de la variance du stress saline sur l'accumulation des sucres totaux solubles.

**Tableau 10** : Analyse de la variance de la teneur en proline.

**Tableau 11** : Analyse de la variance de la teneur de catalase.

### INTRODUCTION

La tomate est un fruit charnu considéré comme l'un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine. Elle est devenue, au fil des ans, un élément inéluctable de la gastronomie de plusieurs pays (**Blancard, 2009**). Contrairement à la plupart des fruits, elle est un aliment très peu énergétique, car prise crue, elle n'apporte qu'environ 15 kcal/100 g et 20 kcal/100 g à l'état cuit. La tomate comme la plupart des légumes, présente une bonne densité nutritionnelle avec : 94% d'eau et 6% de matière sèche composée de 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (Acides citriques et maliques), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires, c'est aussi une source de fibres (2 g /100g) soit le quart des apports nutritionnels conseillés (**Davies et Hobson, 1981**).

La culture de la tomate en Algérie se place en seconde position après la pomme de terre. En effet les conditions climatiques des régions productrices de tomate sont très favorables Pour l'obtention de bons rendements (**Zidani, 2007**). La salinité des sols et des eaux d'irrigations constitue un facteur limitant de la productivité végétale ( **Baatour et al., 2004**). Selon le programme des nations unies de l'environnement, 20% des surfaces agricoles sont affectées par la salinité (**Ghassemi et al., 1995; Flowers et Yeo, 1995**). En effet, pour résoudre le problème de la salinité et afin de limiter les effets délétères du NaCl sur les plantes, certaines méthodes sont appliquées telles que le drainage et l'utilisation de l'eau d'irrigation mais elles sont assez difficiles et coûteuses ce qui limite leur utilisation. La voie biologique constitue la stratégie la plus fiable, elle consiste à utiliser les bio-fertilisants (actinomycètes).

Les actinomycètes représentent un groupe de bactéries très important qui vive majoritairement dans le sol . Ces micro-organismes peuvent affecter directement ou indirectement la croissance des plantes, Elles sont impliquées dans la décomposition de la matière organique, la production des antibiotiques, des vitamines et des enzymes , De plus, certaines souches sont capables de solubiliser de phosphore et de produire l'acide indole acétique (**GHAMEZ ,2015**). L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de la plante entière comme de la mort de la plante et ou la diminution de la productivité .beaucoup de la plantes développent des mécanismes adaptatifs soit par exclusion de sel de leur cellules ou pour la tolérance de sa présence dans les cellules (**parida et das, 2005**)

L'objectif de notre travail est d'utiliser des souches actinomycètes dans les conditions des stress salin pour étudier l'amélioration de la tolérance au stress salin chez la tomate par les actinobactéries, nous avons étudiés les paramètres (poids sec, poids frais, teneur en eau , sucre totaux, proline, catalase, peroxydase).

Cette étude comporte quatre chapitres. Les deux premiers chapitres ont été réservée à une étude bibliographique, pour cerner toutes les données de la problématique. Le premier chapitre a porté sur une présentation et description de espèce étudiée ainsi que ses différentes caractéristiques .le deuxième chapitre étudie l'effet de la salinité sur les plante cultivées ,dans le troisième chapitre nous avons présenté le matériel végétal, Le matériel végétal est composé de graines de tomate ,on a utilisé aussi quatre souches bactérienne, les différents méthodes appliquées pendant la croissance de tomate et les paramètres étudiés .la présentations des résultats et leurs discussions ont été présentée dans le quatrième chapitre .

Enfin, dans la conclusion nous avons synthétisé les différents résultats obtenus de cette étude.

## 1. Historique et importance économique de la tomate

### 1.1 Historique

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire des Andes d'Amérique du Sud, dans une zone allant du sud de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVI<sup>ème</sup> siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Shankara, 2005). Le genre *Lycopersicon* comprend neuf espèces, dont une seule ; *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage ceraciforme qui pourrait être directement à l'origine des autres variétés, a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord (Chaux et Foury, 1994).

Au départ, les européennes l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses en l'occurrence, *Hyocinus niger*, *Lycopersicon atropa* (Kolev, 1976).

En effet, elle a été longtemps considérée comme une plante toxique, au même titre que sa cousine « la mortelle Belladone ».

Ce n'est que vers les années 1920-1930 qu'elle commença à être largement commercialisée (Menard, 2009).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui sont propices pour sa culture. Quant à sa consommation, elle a commencée dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (Latigui, 1984).

### 1.2 Importance économique

#### 1.2.1 Dans le monde

La tomate est l'une des principales productions légumières dans le monde, et particulièrement dans les pays tropicaux et les pays du bassin méditerranéen, elle est cultivée dans plus de 130 pays sur une surface avoisinante 2,5 millions ha (Blancard, 2009). La production mondiale est estimée à 159.03 millions de tonnes en 2011 cultivé sur une surface d'environ 4,73 millions Ha (FAO, 2011). Le tableau ci-dessous montre la variation de la production mondiale de tomate en 2011.

**Tableau I** : Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial en 2011 (FAO, 2011).

Le classement	Le Pays	Production*	Le classement	Le Pays	Production*
1	Chine	48.57	8	Brésil	4.41
2	Inde	16.82	9	Espagne	3.82
3	Etats-Unis	12.62	10	Ouzbékistan	2.58
4	Turquie	11.00	11	Mexique	2.43
5	Egypte	8.10	12	Russie	2.20
6	Iran	6.82	13	Ukraine	2.11
7	Italie	5.95	14	Tunisie	1.28

\* : Millions de tonnes

### 1.2.2 En l'Algérie

La culture de la tomate en Algérie se place en seconde position après la pomme de terre. En effet les conditions climatiques des régions productrices de tomate sont très favorables pour l'obtention de bons rendements (Zidani, 2007).

Le tableau suivant montre la variation de la production Algérienne de la tomate (FAO, 2011).

**Tableau II** : Evaluation de la production de la tomate en Algérie pendant (2001-2011) (FAO,2011).

Année	Production tonnes	Rendement Hg/Ha	Surface cultivée Ha
2001	830,531.00	208,518.96	39,830.00
2002	814,941.00	191,705.72	42,510.00
2003	887,097.00	193,985.63	45,730.00
2004	1, 092,270.00	233.695.63	46,729.00
2005	1, 023,450.00	241,641.88	42,354.00
2006	796 ,160.00	256,784.39	31,005.00
2007	567,313.00	282,540.47	20,079.00
2008	559,249.00	284,532.69	19,655.00
2009	641,034.00	308,352.49	20,789.00

## 2. Biologie de la tomate :

### 2.1 Taxonomie

Embranchement : Phanérogames

Ordre : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales Famille : Solanacées

Genre : Lycopersicon

Espèce : *esculentum*, *pimpinellifolium*, *cheesmanii*, *hirsutum*, *perviflarum*, *chmielewskii*, *peruvianum*, *pennellii* (**Rick et al., 1990**).

### 2.2 Caractéristiques morphologiques de la tomate :

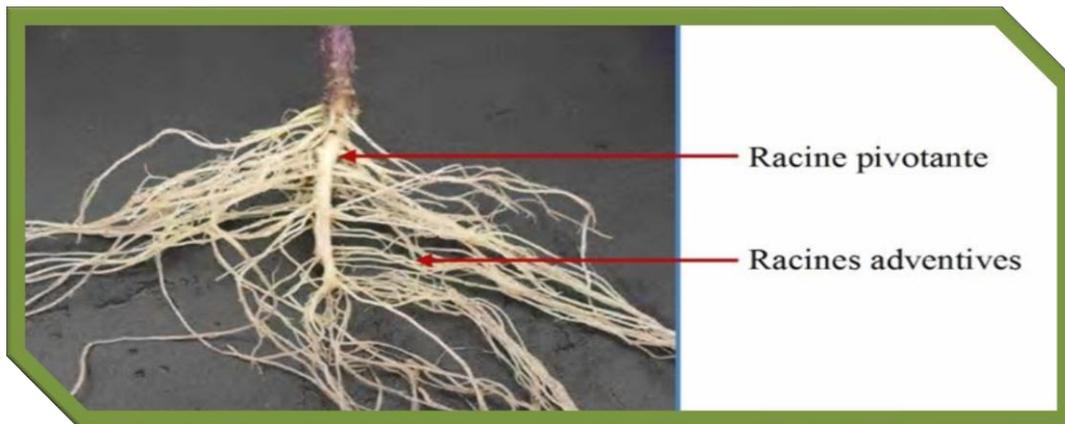
développement de la récolte mécanisée, impossible sur les autres variétés qui doivent être tuteurées. Les feuilles sont alternes, composées, imparipennées (nombre impair de foliole) et comprennent 5 à 7 folioles aux lobes découpés. L'appareil reproducteur est formé par des inflorescences de type déterminé. La tomate est généralement autogame mais des allofécondations sont possibles. Les fleurs sont hermaphrodites et actinomorphes. Le calice compte cinq sépales ou plus, de couleur verte (Figure est une plante vivace, généralement cultivée comme une annuelle. C'est une plante à croissance 1-8). La corolle compte autant de pétales que de sépales, soudés à la base. L'androcée compte cinq étamines ou plus, à déhiscence latérale, introrsées. Les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil. Ce dernier est constitué de plusieurs carpelles soudés, formant un ovaire supère biloculaire ou multiloculaire indéterminée (tige monopodiale), mais il existe certaines variétés à croissance déterminée (tige monopodiale puis sympodiale après 4 ou 5 feuilles). Le type de croissance déterminée a permis le et à placentation centrale. Selon le cultivar et les conditions environnementales, le style peut être en position interne dans le cône d'étamines (fleur brévistyle), affleurant, ou dépasser légèrement (fleur La longistyle). Cette caractéristique va jouer sur la possibilité du cultivar à subir des inter-croisements naturels. En culture sous abris, la pollinisation est assurée par des bourdons d tomate "élevage (*Bombus terrestris*) ou par vibrage manuel des fleurs. En plein champ, le vent assure le vibrage des fleurs et permet la fécondation. En milieu naturel, une abeille de la famille des *Halictidae* (*Augochloropsis signata*) a été décrite comme pollinisateur naturel potentiel (**Reeves 1973**).

---

### 2.2.1 Appareil végétatif :

#### a. Racines :

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée (**Chaux et Foury, 1994**). Il est de type pivotant important qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus (fig. 1). La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventives (**Shankara et al, 2005**).



**Figure 1** : Système racinaire de la tomate (**Naika et al, 2005**).

## b. Tiges :

Elles sont vertes, épaisses aux entre-nœuds. Elles disposent de deux types de poils blanchâtres : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte (Kolev, 1976). Elles portent les feuilles, les fleurs et les fruits. Une tige peut porter de nombreuses ramifications (appelées axillaires) et a une croissance indéterminée ou déterminée selon les variétés.



**Figure 2** : Tige de tomate (Naika et al, 2005).

## c. Feuilles :

Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, Elles ont une disposition alterne sur la tige (Abbeyes et al, 1963), longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentées sur les bords. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus (Raemaekers, 2001).



**Figure3**: Feuille de tomate (Naika et al, 2005).

## 2.2.2 Appareil reproducteur:

## a. Fleurs :

Les fleurs de la tomate sont des organes bisexués. Elles sont hermaphrodites et autofécondes et regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescence formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides.

Le tube du calice est court et velu, comporte 5 sépales, il est persistant après la fécondation et subsiste au sommet du fruit. Androcée comporte 5 étamines latérales, les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil ; celui-ci est constitué de deux carpelles soudés formant un ovaire super biloculaire à 2 loges et à placenta central

(Dore et Varoquaux, 2006) ; (Judd et al, 2002).

En général la formule florale de la fleur est la suivante : 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles (fig.4) (Rey et Costes, 1965).

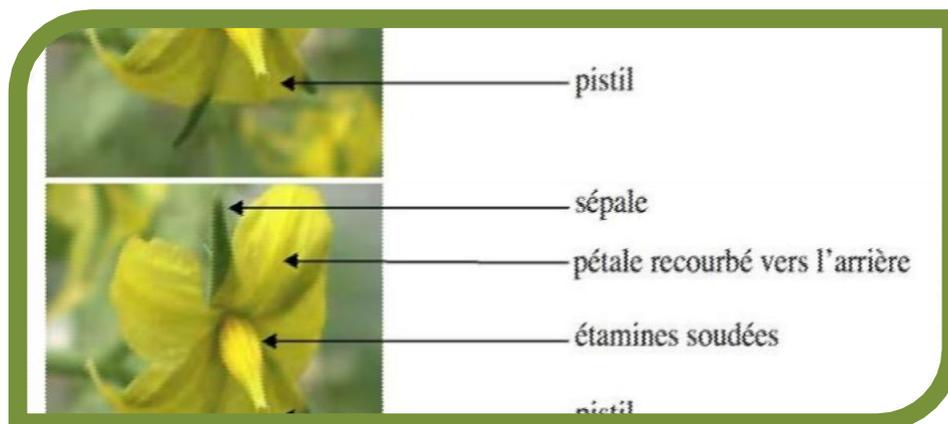


Figure 4 : La fleur de tomate à l'anthèse (Chaïb, 2007).

## b. Fruits :

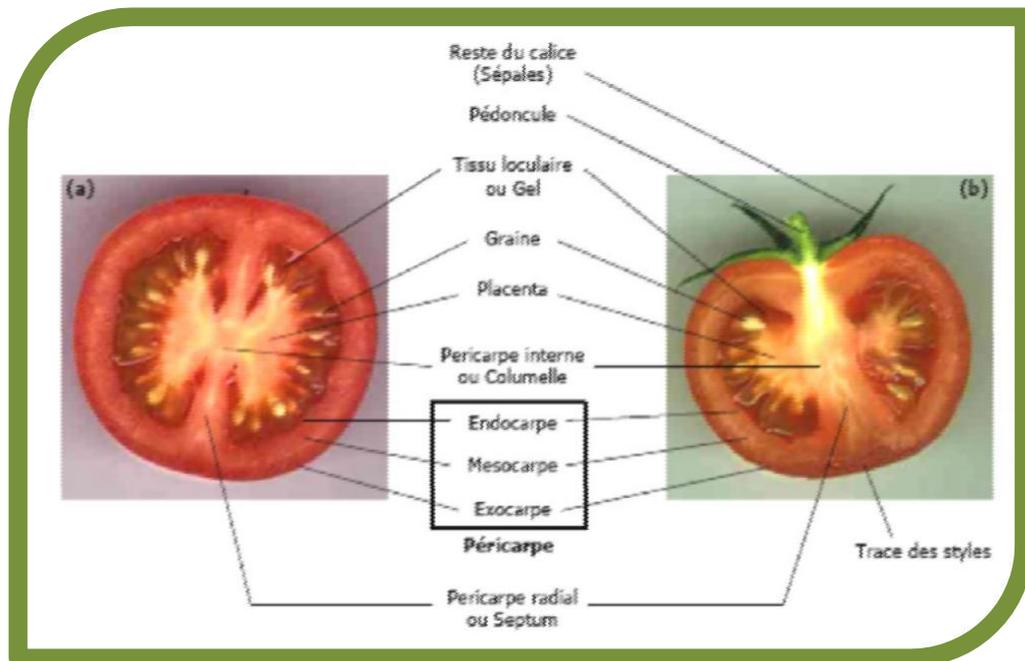
Le fruit est une baie plus ou moins grosse (fig8), avec épiderme lisse brillant de forme variable (sphérique, oblongue, allongée), et de couleurs variées (blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte, noire) selon les variétés (fig 1) (Renaud,2003).

La paroi de l'ovaire évolue en péricarpe charnu et délimite des loges. Le placenta constitue la partie centrale du fruit et est à l'origine des tissus parenchymateux. Le nombre de loges, l'épaisseur du péricarpe et l'importance du gel sont dépendants des variétés (Grasselly et al, 2000).

## c. Graines :

Les graines sont nombreuses, réparties dans des loges remplies de gel (fig 5). En forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. Elles sont recouvertes d'un mucilage, L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara, 2005 ; Naika *et al*, 2005).

Le cycle de la graine à la graine, est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3.5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Gallais et Bannerot, 1992).



**Figure 5** : Coupes transversale (a) et longitudinale (b) d'un fruit de tomate à maturité (Gillapsy *et al*,1993)

d. Composition chimique de la graine:

On a trouvé que les graines de tomate contiennent :

**Tablea01** :Composition biochimique des graines de tomate (Amalou et *al.*, 2013).

<b>Constituants</b>	<b>Quantité</b>
<b>Eau (%)</b>	<b>6.97</b>
<b>Matièresèches (%)</b>	<b>93.3</b>
<b>Cendres (%)</b>	<b>4.16</b>
<b>Matièreazotéestotales(%)</b>	<b>3.95</b>
<b>Protéines (%)</b>	<b>24.72</b>
<b>Lipides(%)</b>	<b>26.2</b>
<b>Sucrestotaux (%)</b>	<b>4.25</b>
<b>Cellulose brute (%)</b>	<b>24.24</b>
<b>Béta-Carotène (mg/100g)</b>	<b>1.76</b>
<b>Lycopene (mg/100g)</b>	<b>2.76</b>

### 3. La Salinité des sols :

#### 3.1 Définition de la salinité :

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une Concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (BAIZ, 2000 et MAATOUGUI, 2001). C'est un facteur environnemental très important qui limite la Croissance et la productivité (ALLAKHVERDIEV et al, 2000 in BOUZID, 2010). La salinité élevée des sols due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la Production végétale dans les zones arides (HASEGAWA et al, 1986 in: NDEYE THIRO, 2000)

#### 3.2 Principaux sels solubles :

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

**Les carbonates :** les plus rencontrés sont le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),

Bicarbonate de sodium ( $\text{Na HCO}_3$ ), carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et le carbonate de Magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ).

**Les sulfates :** ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont:

le sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), sulfate de sodium ( $\text{NaSO}_4$ ) et le sulfate de calcium ( $\text{Ca SO}_4$ ).

**Les chlorures :** principalement : le chlorure de sodium ( $\text{Na Cl}$ ), le chlorure de calcium ( $\text{Ca Cl}_2$ ) et chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2$ ) ce sont plus soluble et forte toxicité.

La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure Dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou Des cultures (AUBERT, 1982).

#### 3.3 Impact du stress salin chez les plantes :

L'accumulation de sels (et en particulier des sels de sodium) est une des principales menaces physiologiques qui pèse sur les écosystèmes. Le sel perturbe le développement des végétaux en limitant l'assimilation des éléments nutritifs et en réduisant la qualité de l'eau à disposition pour les végétaux. Il affecte le métabolisme des organismes du sol et mène à une réduction importante de la fertilité du sol. Un niveau de salinité élevé des sols provoque le

flétrissement des plantes du fait d'une augmentation de la pression osmotique et des effets toxiques des sels (Sustainable Agriculture and Soil Conservation 2007-2009).

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 (**HOPKINS, 2003**). Beaucoup de sols et eaux contiennent des teneurs en sels qui peuvent inhiber la croissance et le rendement de l'agriculture (**ROCHDI et al., 2005**).

D'après (**LEVIGNERON et al., 1995**) les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

### **3.3.1 Le stress hydrique :**

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence.

**3.3.2 Le 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;

### **3.3.3 Le 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. (**AUBERT, 1982**)

## **3.4 Les actinomycètes et la tolérance de la plante a la salinité:**

### **3.4.1 Les actinomycètes :**

Les actinomycètes sont capables de s'adapter à des conditions défavorables et d'améliorer la croissance des plantes dans des milieux à forte osmolarité. Les actinomycètes constituent l'ordre des actinomycétales. Ce sont des bactéries filamenteuses, septées, ramifiées, prenant généralement le Gram (**Larpent et al., 1989**), le Mot «Actinomycètes» provient de deux substantifs grecs « Actino » et « Mycète » et signifie «Champignons à rayon» ou «champignons rayonnants», expression utilisée pour désigner en Anglais (Ray fungi) et aussi

en allemand et en russe (**Loqman, 2009**). Elles croissent en L'espace de quelques jours à quelques semaines. Elles sont abondamment distribuées dans La nature. Les actinomycètes sont importants en raison surtout de leur rôle dans la Fertilisation des sols, synthèse de composés complexes comme les antibiotiques, les vitamines, les stéroïdes, etc. Ces microorganismes, en effet, présentent des similitudes à la fois avec les Eubactéries et Avec les champignons. Il existe d'ailleurs toute une série de formes de transition entre les formes mycéliennes typiques et les formes unicellulaires présentant une aptitude peu marquée à former un mycélium ramifié (**Dommergues et Mangenot, 1970**), Ils sont sensibles à certains antibactériens mais pas aux antifongiques (**Aouar, 2006**). Certains actinomycètes sont Capables de se développer à des températures élevées et de produire des enzymes actives dans des conditions acides (**Ensign et al., 1993**). Quelques espèces d'actinomycètes sont des symbiotes de plantes (**Larpen et Larpen-Gourgaud, 1985**).

### **3.4.2 Les caractères physiologiques et métaboliques :**

Les *Actinomycètes* sont des bactéries à coloration de Gram positive, généralement aérobies à métabolisme oxydatif, plus rarement anaérobies à métabolisme fermentatif. Organismes hétérotrophes, mais plusieurs espèces sont capables aussi de croissance chimioautotrophique. Certaines ont des exigences nutritionnelles telles que les vitamines et certains acides aminés. Ils colonisent fréquemment les substrats insolubles tels que le charbon par pénétration mécanique de la matrice.

Les *Actinomycètes* sont des bactéries saprophytes, ils participent à la dégradation de la matière organiques et donc au recyclage des polymères complexes tels que la cellulose, la lignocellulose, la lignine, la kératine, la chitine, la pectine et le xylane par la production des enzymes extracellulaires qui sont d'une importance capitale dans l'industrie , On peut citer parmi ces enzymes, les ligninases, les cellulases, les pectinases, les chitinases, les xylanases, les dextrinases, les amylases, les protéases et les lipases. Ils produisent aussi des métabolites secondaires, tels que les vitamines, les antibiotiques et les antifongiques. (**GHEMEZ ET BENTALEB, 2015**).

### **3.4.3 Taxonomie des actinomycètes :**

La taxonomie est l'étude de la diversité des microorganismes et des relations susceptibles d'exister entre eux. Elle recouvre trois domaines différents : la classification, la nomenclature et l'identification.

La classification établie des groupes taxonomiques (taxon).Ceux-ci sont établis selon des critères phénotypiques et moléculaires à défaut de bases phylogéniques .

La nomenclature affecte un nom à ces groupes selon un système binomial découlant des lois de Linné dans lequel un nom latin de genre précède le nom de l'espèce .

L'identification assigne les souches inconnues à l'un des taxons décrits .

A ses débuts, la taxonomie bactérienne, suivant les règles édictées pour la classification des organismes supérieurs (végétaux, animaux) s'est appuyée sur l'étude du phénotype exprimé et sur les variations morphologiques existantes entre les bactéries .**(GHEMEZ ET BENTALEB ,2015).**

### 3. Matériels et méthodes

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université ziane Achour de Djelfa. L'objectif de notre travail est l'étude de l'amélioration de la tolérance au stress salin chez la tomate par les actinobactéries.

#### 3.1. Matériel végétal :

Le matériel végétal est composé des graines de la tomate variété Marmande. Ces graines ont été enrobées par quatre souches d'actinobactéries à savoir AH43, AM51, TM56 et TM 52. L'enrobage a été réalisé au niveau du laboratoire de biologie des systèmes microbiens à l'école normale supérieure de Kouba, Alger.



**Figure 6 :** Les graines enrobées avec les souches d'actinobactéries

### 3.2 Matériel et produit

Tableau2 Matériel et produit :

Verreries	Produit chimiques	appareils	Autres
Eprouvettes graduée Tubes à vis Fiole jaugée (500ml et 100ml) Tubes à essai Pipette graduée Entonnoir	Acide acétique Acide sulfurique Ninhydrine Méthanol Phénol Glucose Acétone	Autoclave Etuve Vortex Spectrophotomètre Hotte Balance Réfrigérateur	Boîtes pétries Papier filtre Cuvettes Seringues (1ml) Pince Portoirs Spatules Micropipette Mortier de laboratoire Eau distillée.

### 3.3 Méthodes :

Le présent travail vise à déterminer l'effet bénéfique probable de l'enrobage des graines de la tomate (var. marmande) par des actinobactéries sur la résistance au stress salin.

#### 3.3.1 Dispositif expérimental

Une fois que le sol est stérile à l'autoclave (deux cycle d'autoclavage) nous avons remplis les pots en plastique avec un mélange de sol agricole et la tourbe. Les pots sont disposés aléatoirement, le dispositif expérimental comprend 6 traitements avec 5 répétitions.

(AH43 ,AM51, TM56, TM52 ,T+, T-)

T- arrosé par l'eau ordinaire, T+ arrosé par L'eau saline.



**Figure.7.** la mise en culture

**Tableau .4. :** Dispositif expérimental aléatoire des pots.

TM56 R1	TM52 R2	AH43 R1	T+ R1	AM51 R5	T- R3
AH43 R2	TM56 R2	AH43 R4	T+ R5	AH43 R3	TM56 R5
T+ R2	T+ R3	T+ R4	AM51 R1	AH43 R5	TM52 R1
AM51 R4	AM51 R2	AM51 R3	T- R5	TM56 R3	TM52 R3
TM52 R4	T- R2	T- R1	TM52 R5	TM56 R4	T- R4

### 3.3.2 Mise en culture

Les graines enrobées sont ensuite semées dans des pots en plastique, le semis est réalisé dans des pots de 8.5 cm de hauteur, à section carrée de 10 cm. Selon un dispositif en bloc de Fisher randomisé à raison de 5 répétitions pour chaque souche. Le semis est réalisé le 12-03-2019 à une densité de 6 graine par pot.

### 3.3.3 Application du stress salin :

L'application du stress salin est effectuée directement après le semis. La solution saline à base de NaCl a été préparée dont la concentration était de l'ordre de 120 mmole/L. L'arrosage est effectué chaque deux jours environ 25 ml pour chaque traitement garder l'humidité à la capacité au champ.

### 3.3.4 Paramètres étudiés

#### 3.3.4.1 Poids sec (PS) et Poids frais (PF)

A l'aide d'une balance de précision, le poids de la matière fraîche des feuilles a été rapidement déterminé après leur récolte juste après deux jours, et les feuilles sont placées dans des enveloppes puis transférées à une étuve à 70°C pendant 48 heures. Ensuite, les feuilles séchées sont repesées afin de déterminer le poids de la biomasse sèche.

#### 3.3.4.2 Teneur en eau (TE)

La teneur en eau est la différence entre la valeur de la matière fraîche (MF) et la valeur de la matière sèche (MS) qui est exprimée par la relation suivante :

$$TE = PF - PS$$

#### 3.3.4.3 Dosage de l'activité catalase (CAT) et peroxydase (POD)

##### A. Extraction :

0,5 g de matière fraîche des feuilles ont été broyées dans 7 mL de 50 mM SPB (Sodium Phosphate Buffer) (pH=7) contenant 1% (w/v) de polyvinylpyrrolidone dans un bain de glace. L'homogénat a été centrifugé à 15000g/20min à 4°C. Le surnageant a été utilisé pour la détermination de l'activité enzymatique.



**Figure .8.** Les étapes de l'extraction enzymatique.

### **B. Activité de la catalase(CAT) :**

L'activité de la CAT est mesurée selon la méthode de Chance et Maehly avec quelques modifications. La solution réactionnelle de CAT (3 ml) contenait 1,9 ml du SPB 50 mM (pH= 7), , 1 mL de 15 mM de  $H_2O_2$  et 0,1 mL de l'extrait enzymatique. La réaction a été initiée en ajoutant l'extrait enzymatique. Les changements dans l'absorbance de la solution réactionnelle à 240 nm sont lus toutes les 15 s.

### **C. Activité de la peroxydase (POD)**

La solution réactionnelle de POD (3ml) contenait 50mM de tampon acétate de sodium (PH= 5), 40 mM  $H_2O_2$ , 20 mM de gâicol et 0,1ml de l'extrait enzymatique. Des changements dans l'absorbance à 436 nm ont été lus toutes les 15s.

L'activité de chaque enzyme a été exprimée sur une base de matière

#### **3.3.4.4 Dosage concentre des sucres totaux solubles**

Cent milligramme de matière fraîche de la partie aérienne de la 4<sup>ème</sup> feuille sont macérés dans 4mL de méthanol à 40% pendant 1heure dans un bain marie à 85°C. La teneur en sucres totaux solubles a été dosée selon la méthode décrite par Dubois et al., (1956). Un millilitre de phénol à 5% est ajouté à 1mL de l'extrait méthylique. Après agitation au vortex, 5mL d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) sont additionnés.

Après une deuxième agitation au vortex, le mélange ainsi réalisé est laissé refroidir pendant 15 minutes. La solution vire progressivement vers la couleur rougeâtre.

La densité optique est mesurée à une longueur d'onde de 487 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible de type « BECKMAN DU 520 ».

Les valeurs de la lecture au spectromètre sont reportées sur la gamme étalon établie par des concentrations connues du glucose pure (voir annexes).

#### **3.3.4.5 Dosage de la proline :**

La teneur en proline a été déterminée selon la méthode décrite par Toll et Lindsley(1955) et reprise et simplifiée par Dreier et Goring (1974).Cent milligrammes de matière fraîche de la quatrième feuille sont placés dans un tube à essai auxquels sont ajoutés 4ml de méthanol à 40%. L'ensemble est chauffé au bain marie à 85°C pendant une heure.Les tubes à essai sont recouverts avec du papier aluminium pour minimiser les pertes du méthanol par évaporation. Après refroidissement, 1mL de l'extrait est prélevé auquel est ajouté 1mL d'acide acétique (99-100%),2 mL de Ninhydrine 3% et 1mL d'un mélange fait de 120 mL d'eau distillée plus 300 mL d'acide acétique (99-100%) et 80ml d'acide orthophosphorique 85% ( $H_3PO_4$ ,  $d=1,7$ ).Le mélange ainsi réalisé est porté à l'ébullition au bain marie durant 30 minutes.La solution vire progressivement au rouge. Après refroidissement, 5 mL de benzène sont ajoutés pour séparer deux phases. Après agitation au vortex, la phase supérieure est récupérée et asséchée grâce à l'adjonction d'une spatule de sulfate de sodium anhydre ( $N_2SO_4$ ). La lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible de type « BECKMAN DU 520 » à la longueur d'onde de 528 nm.

Les valeurs de la lecture au spectrophotomètre sont reportées sur la courbe d'étalonnage construite à partir d'échantillon contenant des quantités de proline à concentration connue (voir annexes).

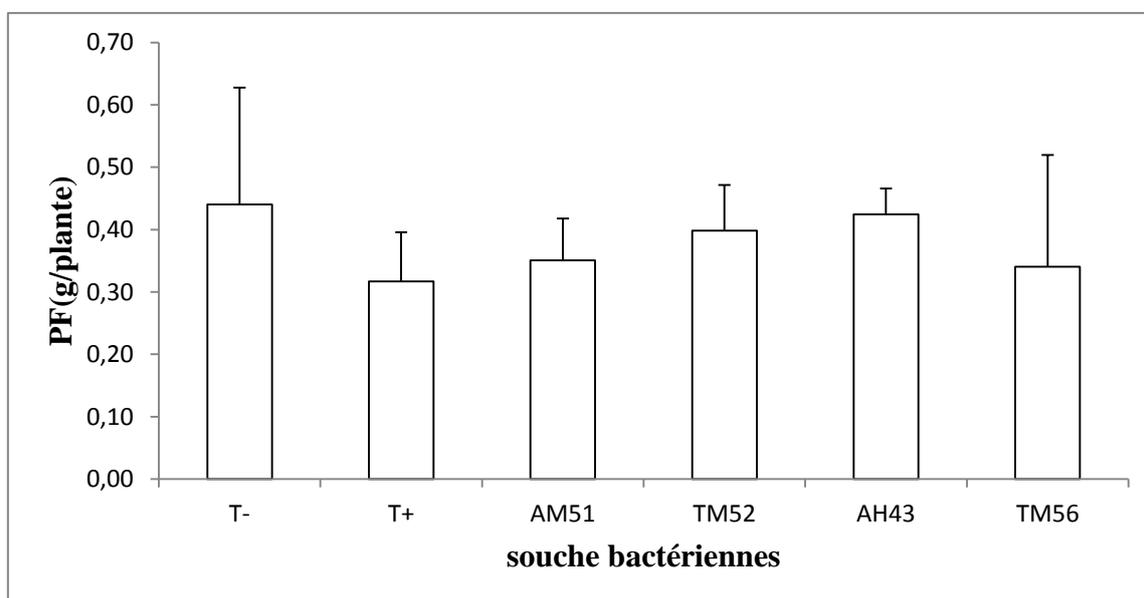
## 4. Résultats et discussion

### 4.1 Résultats

#### 4.1.1. Effet de la salinité sur le poids frais

Les résultats concernant les poids frais sont reportés sur la figure 9, L'analyse de la variance de poids frais a généré les données présentées dans le tableau 5 ne montre aucun effet significatif ( $p > 0.05$ ) du traitement sur ce paramètre.

Le poids frais a légèrement augmentée chez les plantes sous l'effet du stress salin (120 mmole/L). Ainsi les poids enregistrés sont presque identiques pour le témoin (-) à l'exception de TM56 et le T+.



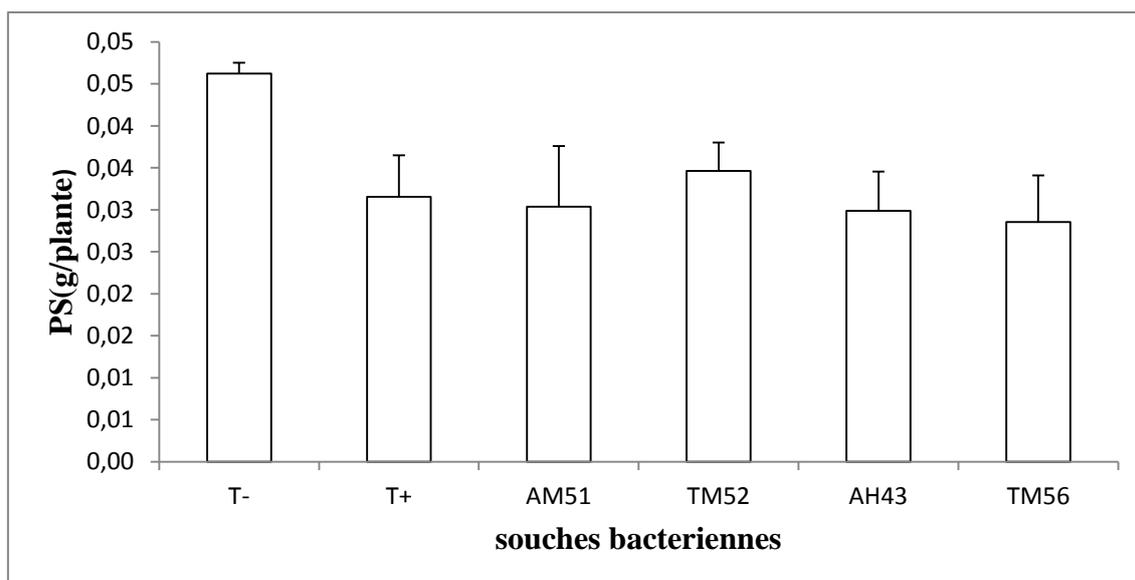
**Figure.9.** : Effet du traitement sur le Poids Frais .

**Tableau.5.** : Analyse de la variance du Poids frais.

Variable	MC	MC	F	P
MF	0,018210	0,007996	2,277342	0,112731

#### 4.1.2 Effet de la salinité sur le poids sec

D'après les résultats obtenus par l'analyse de la variance du poids sec qui sont présentées dans le tableau 6. Aucun effet significatif ( $p > 0.05$ ) n'a été observé. Nous avons remarqué que la réduction du poids sec n'est pas importante pour tous les traitements testés par rapport au témoin (T+) en présence de la contrainte saline ; la valeur la plus élevée est de 0.04, alors que la valeur la plus faible est de l'ordre 0.03. Ceci Pourrait être expliqué par l'élimination de l'effet du stress par les bactéries utilisées.



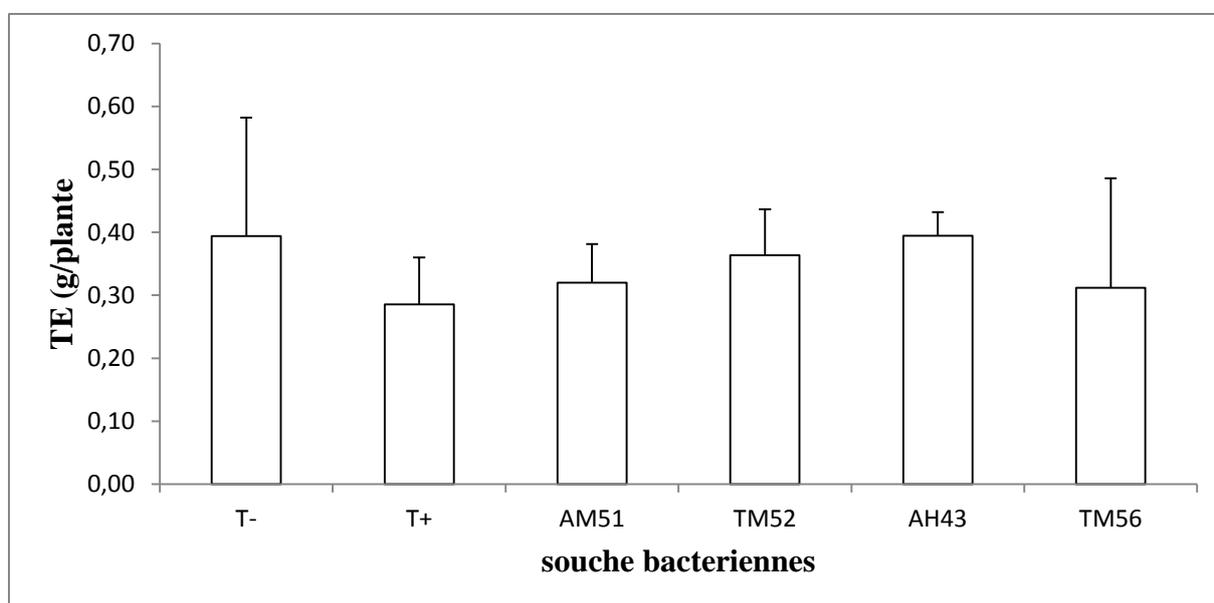
**Figure. 10.** : Effet du traitement sur le Poids sec.

**Tableau .6.** : Analyse de la variance de Poids sec.

Variable	MC	MC	F	P
MS	0,000017	0,000018	0,943232	0,488007

### 4.1.3. Effet de la salinité sur la teneur en eau

L'analyse de la variance de la teneur en eau a généré les données présentées dans le tableau 7. Aucun effet significatif ( $p > 0.05$ ) n'a été remarqué. Les résultats obtenus ont montré que la teneur en eau a légèrement augmenté chez les plantes sous l'effet du stress salin. Ceci est observé particulièrement quand le matériel végétal est soumis aux souches bactériennes, Ces résultats démontrent que les bactéries utilisées ont influé positivement sur la capacité d'absorption de l'eau qui est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante.



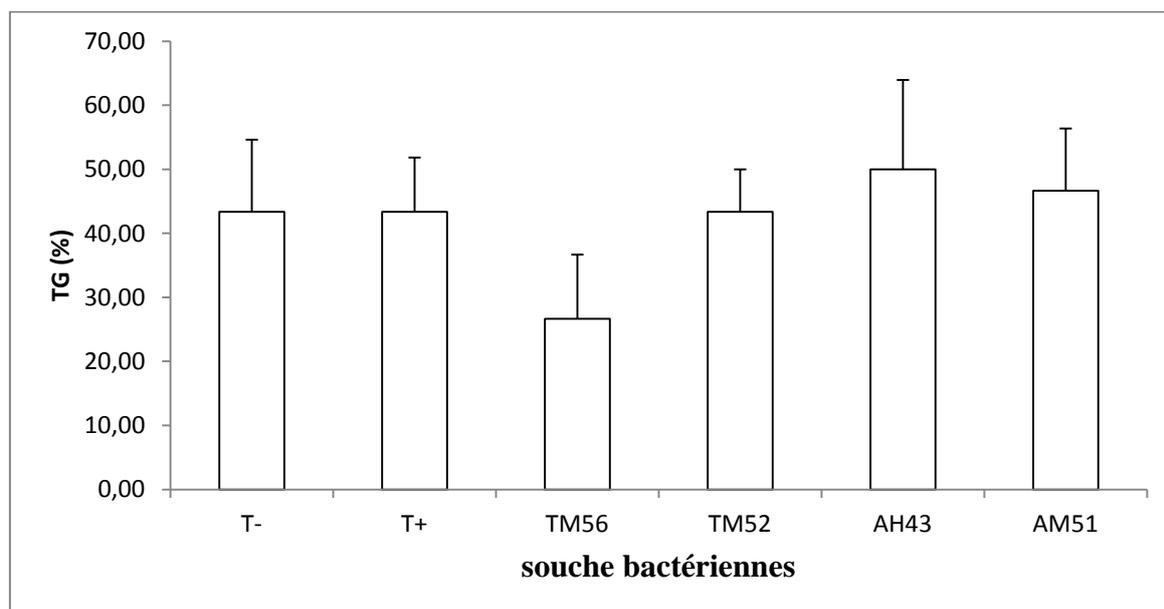
**Figure .11. :** Effet du traitement sur la teneur en eau.

**Tableau. 7. :** Analyse de la variance de la teneur en eau.

Variable	MC	MC	F	P
TE	0,018928	0,007601	2,490228	0,090712

#### 4.1.4 Effet de la salinité sur la germination des graines

L'analyse de la variance de L'effet du Nacl sur la germination des graines a généré les données présentées dans le tableau08. Les résultats ne font apparaitre aucun effet significatif ( $p>0.05$ ) du stress salin sur la germination. Les résultats obtenus montrent que le taux de germination des graines sous stress salin est légèrement supérieur aux témoins. La tomate soumise au stress salin a montré une légère amélioration de la germination lorsqu'elle est inoculée avec les actinobactéries (AH43 et AM51).



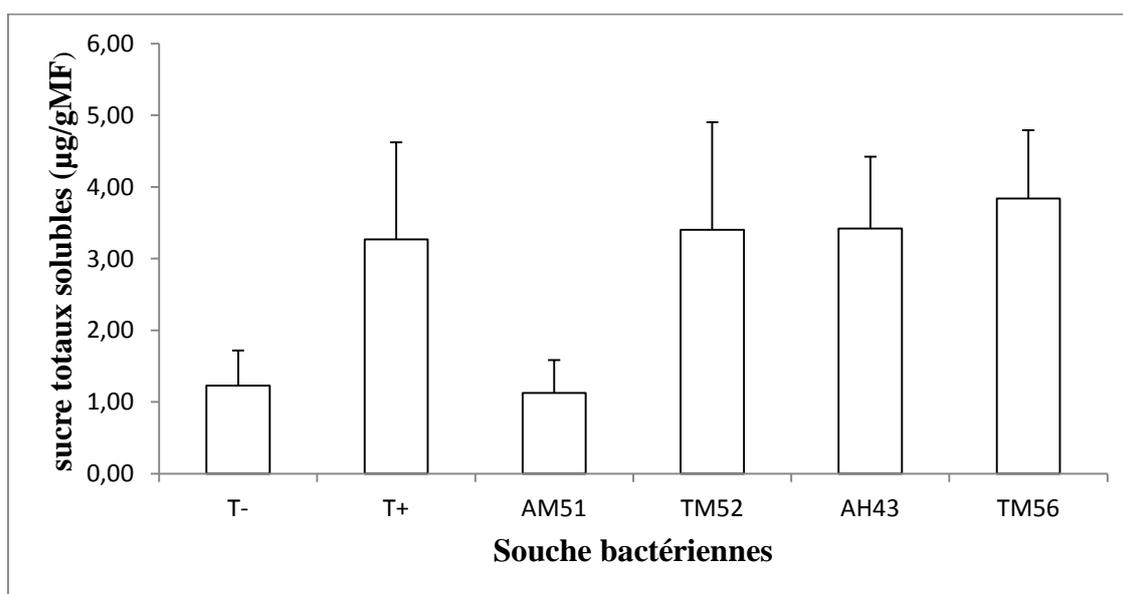
**Figure.12.** : Effet du traitement sur le taux de germination.

**Tableau 08** : Analyse de la variance de taux de germination.

Variable	MC	MC	F	P
TG	126,8148	106,2963	1,193031	0,342122

#### 4.1.5 Effet de salinité sur la teneur en sucres solubles totaux

L'analyse de la variance du traitement sur l'accumulation des sucres totaux solubles ne fait apparaître aucun effet significatif ( $p > 0.05$ ) du traitement sous stress salin (tableau 9). D'après la figure 6, il s'est avéré que le stress salin provoque une variation de la teneur en sucres solubles pour les quatre traitements, indiquant une augmentation en sucre totaux solubles en présence de la dose saline pour les traitements (TM52, AH43, TM56, T+). Par ailleurs, on note une diminution de la teneur en sucres solubles totaux chez le traitement (AM51) et le témoin (T-). Les résultats montrent que la souche AM51 pourrait avoir un effet bénéfique pour l'amélioration de la protection des plantes contre le stress salin.



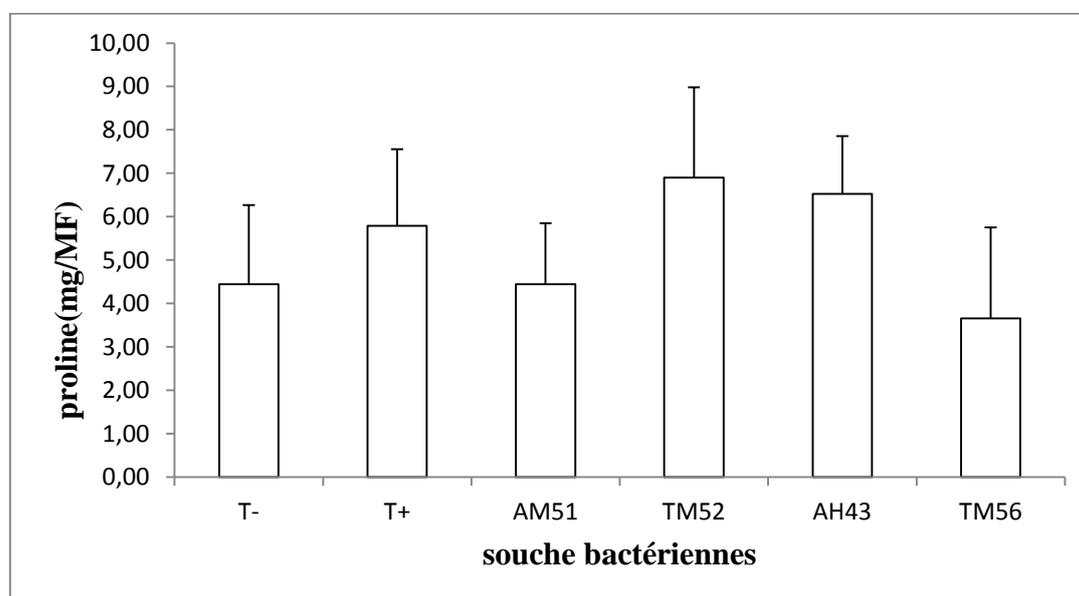
**Figure .13.** : Effet du traitement sur l'accumulation des sucres totaux soluble.

**Tableau.9.** : Analyse de la variance du stress saline sur l'accumulation des sucres totaux solubles.

Variable	MC	MC	F	P
ST	0,945062	0,656922	1,438620	0,279718

#### 4.1.6 Effet de salinité sur la teneur en proline :

L'analyse de la variance de la teneur en proline a généré les données présentées dans le (tableau10). Letraitement appliqué ne marque aucun effet significatif sur ce paramètre. La teneur en proline est presque identique pour les traitements (T-, AM51, TM56) cependant (T+, TM52, AH43) sont relativement grand par rapport aux autres traitements. D'après les résultats de la teneur en proline, nous pouvons déduire que les souches AM51 et TM56 pourraient avoir un effet atténuant contre le stress salin.



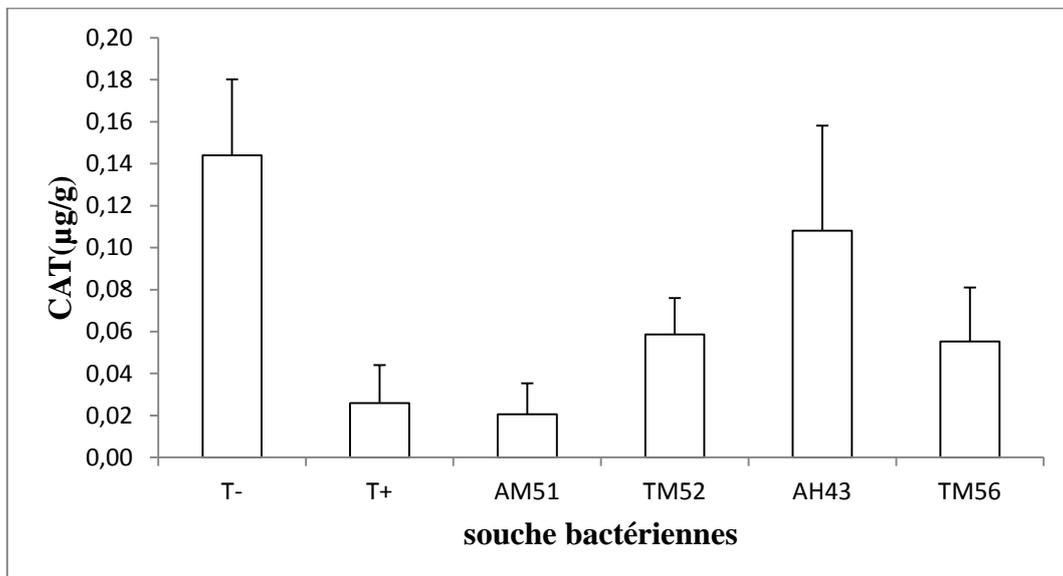
**Figure.14.** : Effet du traitement sur l'accumulation de proline.

**Tableau.10** : Analyse de la variance de la teneur en proline.

Variable	MC	MC	F	P
PR	0,473997	2,179775	0,217452	0,948255

#### 4.1.7 Effet de la salinité sur l'activité de catalase

L'analyse de la variance montre que la concentration du sel influe d'une manière significative ( $p < 0.05$ ) l'activité catalase (tableau 11). L'activité catalase diminue avec l'application du stress (T+), le traitement avec la souche (AM51) ne montre aucune amélioration vis-à-vis l'effet du stress salin. Cependant, les autres traitements (AH43, TM56 et TM52) ont montré une augmentation de l'activité de catalase comparativement au témoin stressé (T+). D'après les résultats obtenus sous l'action de la contrainte saline, nous avons remarqué que l'activité la catalase augmente au niveau de tous les traitements sauf le traitement (AM51) qui reste faible. Les traitements (AH43, TM56 et TM52) pourraient avoir un effet améliorant contre le stress salin.



**Figure.15.** : Effet du traitement sur la teneur de catalase.

**Tableau.11.** : Analyse de la variance de la teneur de catalase.

	MC	MC	F	P
<b>CAT</b>	0,001048	0,000315	3,32425	0,045050

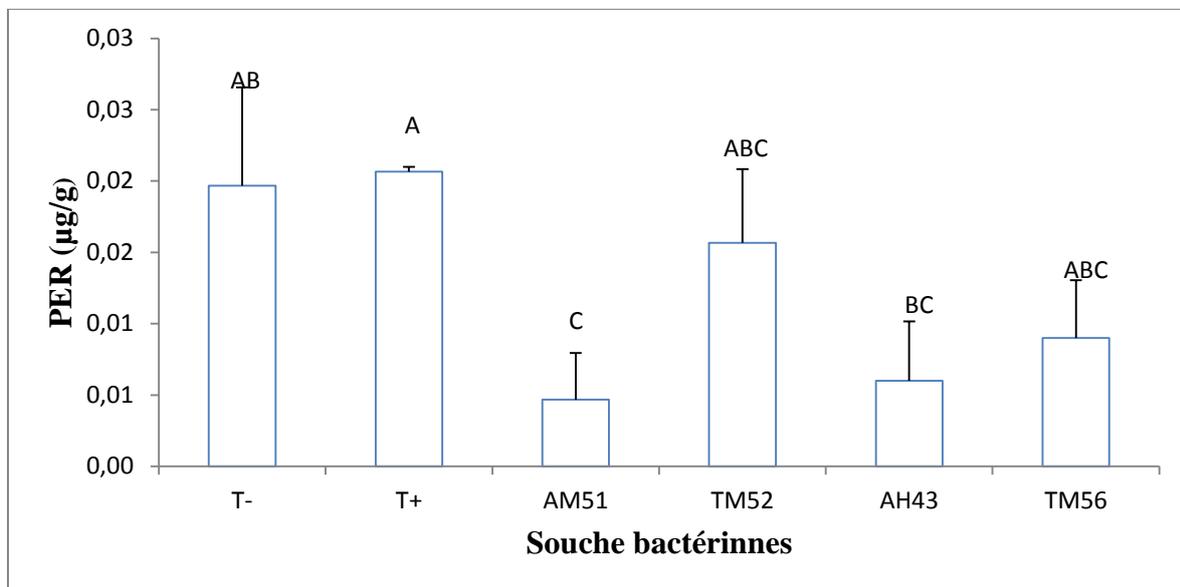
**4.1.8 Effet de la salinité sur l'activité de peroxydase**

L'analyse de la variance de L'effet dutraitement sur l'activité peroxydase montre que la concentration de sel influent d'une manière significative ( $p < 0.05$ ) (tableau06).

D'après le test LSD de Fisher, 5 groupe distinct ont été obtenus :le groupe A est composé par le témoin (T+), le groupe AB est composé par le témoin (T-), le groupe c est composé par

AM51, le groupe BC est composé par AH43, le groupe ABC est composé par TM56 et TM52

Ces résultats démontrent que les bactéries utilisées ont influé négativement sur l'activité peroxydase des feuilles de tomate sous stress salin.



**Figure.16.** Effet du traitement sur la teneur de peroxydase.

**Tableau.12. :** Analyse de la variance de la teneur en peroxydase.

	MC	MC	F	p
<b>PER</b>	0,000025	0,000008	3,114658	0,049594

## 4.2 Discussion

La résistance et /ou l'adaptation des plantes à la salinité dépendrait de leur capacité à se maintenir en vie dans des conditions défavorables en évitant ou en tolérant le stress .cette tolérance est dépendante de la variété, de la sévérité du stress et de la durée d'exposition. L'étude de la croissance des plantules de tomate (variété marmande) inoculées avec des actinobactéries montre une légère différence due probablement aux traitements appliqués. Cette différence n'est pas statistiquement significative pour certains paramètres.

L'analyse de la variance de L'effet du traitement sur l'activité peroxydase montrant que la concentration de sel influe d'une manière très hautement significative ( $p < 0.001$ ) . Selon( **Kim et al., 2005**) l'activité de peroxydase Dans les conditions d'un stress abiotique reste faible , Ainsi l'activité catalase a marqué une diminution lors des stress appliqués L'analyse de la variance de l'effet du traitement sur l'activité de catalase montrant que la concentration du sel influe d'une manière significative ( $p < 0.05$ ), Sous l'action de la contrainte saline , nous avons remarqué que l'activité catalase diminue chez le témoin stressé; Ceci indique que le stress salin a provoqué une diminution de l'activité catalase. Cependant, les travaux de **Kim et al** en **2005** et **Khosravinejad et al** en **2008**, ont montré que l'activité de la catalase augmente dans les feuilles des tomates pendant le stress.

Les résultats concernant le poids frais, le poids sec et la teneur en eau ne montre aucun effet significatif ( $p > 0.05$ ) du traitement contre le stress salin. Certaines souches PGPR peuvent protéger les plantes d'une façon indirecte, (**Van Loon et al. 1998 ; Pieterse et al., 2002**).

L'analyse de la variance de l'effet du traitement sur la germination des graines sous stress salin ne montre aucun effet significatif.

Les sucres solubles sont considéré comme bio-indicateur du degré de tolérance à la salinité chez plusieurs espèces (**RATHERT, 1984 ; MISRA ET DWIVDI, 1995**) en effet, ils jouent un rôle essentiel dans la protection des membrane contre la déshydratation (**SCHWAB ET GAFF , 1986**). De nombreuses études ont trouvé que le stress salin provoque une augmentation de la teneur en sucres solubles chez la plupart des plantes soumises à un stress salin tel que la tomate (**KHAVARINEJAD ET MOSTAFI, 1998**) par ailleurs(**GADALLAH , 1999**) a trouvé que le sel entraine une diminution de sucres solubles

chez la fève. Nos résultats montre une légère augmentation de la teneur en sucre totaux en présence de la concentration saline donc le taux en sucres solubles a été fortement stimulé par une irrigation à l'eau saline.

Les résultats obtenus dans ce travail montrent que l'élévation du contenu en proline chez les variétés de la tomate est associée à la salinité. L'examen de la réponse biochimique du contenu de proline dans les feuilles montre que l'accumulation de cet acide aminé est variable d'une variété à une autre. Ces résultats sont conformes avec d'autres recherches faites par ( **RUEGRAGUI, 2005 ; EL IKLIL ET AL., 2001 ; PEREZALFOCEA ET AL., 1996 ET HASSAN ET AL., 2008**). L'analyse de la variance de la teneur en proline ne montre aucun effet significatif. La proline est accumulée en présence de NaCl parce que des concentrations élevées en proline sont observées en présence de NaCl.

# Conclusion

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres elle reste la plus grande contrainte qui a franchi les sols agricoles et les parcours parce qu'elle diminue gravement le taux de la fertilité de ses sols, elle affecte la croissance des végétaux à travers de nombreux mécanismes cellulaires, tels que : l'absorption des éléments nutritifs, l'altération de la photosynthèse, la respiration, la synthèse des protéines, et des acides nucléiques, l'accumulation des solutés organiques, l'activité des enzymes, et disponibilité en eau.

Au terme de notre travail et dans le but de déterminer l'effet des actinobactéries sur l'atténuation du stress salin. Les résultats montrent que les traitements appliqués induisent une augmentation de la teneur en eau. On trouve aussi une augmentation du taux de germination. Le NaCl affecte faiblement la germination en présence des actinobactéries. L'observation des résultats a montré que l'activité catalase diminue sous stress salin; certains actinobactéries pourraient présenter un effet améliorant contre le stress salin. Contrairement à la teneur en peroxydase qui augmente en présence de la dose saline.

Les réactions biochimiques de la tomate à contrainte saline montre que certains variables biochimiques telles que les sucres solubles et l'acide aminé proline ont été modifiés. L'accumulation de cet acide aminé est variable d'un traitement à une autre, en effet les sucres solubles sont considérés comme bio-indicateur du degré de tolérance à la salinité chez plusieurs espèces,

La résistance et/ou l'adaptation des plantes à la salinité dépendrait de leur capacité à maintenir en vie dans des conditions contraignantes. L'inoculation de la tomate (variété marmande) avec certaines souches d'actinobactéries a permis de montrer les effets bénéfiques de ces derniers sur la croissance en condition du stress salin.

### Références bibliographiques:

**Aouar ,L.(2006).** Mise en évidence des actinomycètes aérobies pathogènes impliqués dans les infections traitées au service des maladies infectieuses du CHU de Constantine. Etude des caractéristiques culturales des souches isolées et purifiées. Mémoire de magister :Microbiologie appliqué constantine, Algerie

**Abbayes H ; Chadeffaud M ; Ferre y.,Feldman J., Gaussen H., Grasse P P., Leredde M C., OzendaP.Prevot A R., 1963.** Botanique Anatomie\_Cyclesevolutifs\_systématique, Masson et Cie.

**Blancard D. (1988).** Les maladies de la tomate, observer, identifier, lutter. Edition : INRA. Paris. 210p.

**Baatour, O., S. M'rah, N. Ben Brahim, F. Boulesnem et M. Lachaal. 2004.** Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrussativus*) à la salinité du milieu. Revue des régions arides, tome 1, N° Spécial : 346-358

**Chaux C.L. et Foury C.L. (1994).** Culture légumière et maraichère. Tome légumineuses potagères, légumes fruit.Tecet Doc. Lavoisier, Paris : 563p.

**Chaux C et Foury C., 1994.** Culture légumières et maraichère légumineuse potagères, légumes fruit .Tome 3 .Ed Tech et Doc Lavoisier, Paris.563p

**Davies JN. et Hobson GE. (1981).** The constituent of tomato fruit-the influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **15**: 205-280

**Ensign J.C.,Nrmand P., BurddenJ.P.andYallopC.A(1993).** Physiology of some actinomycetes genera. Res. Microbiol.144,657-660

**Gallais A, Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivés, objectifs et critères de sélection. INRA. Paris, 675p.

**Gillapsy G., Ben-David H., Gruissem W., 1993.** Fruits: à développemental perspective. *Plant Cell* 5,1439-1451.

**Grasselly DB and Letard M., 2000.**Tomate : pour un produit de qualité EDCTIL, P222.

**GADALLAH.M.A,1999**:effects of proline and glycine betaine on viciafabae responses to salt stress boil plant ,42:249-257.

**GHAMEZ.S et BENTALEB.B ,2015** : Etude et sélection des actinomycètes filamenteux promoteurs de croissance de plante ,in vitro.p7.

**Ghassemi, F., A. J. Jakeman et H. A. Nix. 1995.** Stalinization land and water resources. Human causes, extent management and case studies.Univ. New South Wales, Sydney. p. 256.

**Juddet al., 2002.** Botanique Systématique Une Perspective Phylogénétique De Boeck Université.

**Kim, S.Y., Lim, J.H., Park, M. R., Kim, Y.J., Park, T.I., Seo, Y.W., Choi, K.G et Yun, S.J. 2005.**Enhanced antioxidant enzymes are associated with reduced hydrogen peroxide in barley roots under saline stress. *Journal of Biochemistry and MolecularBiology.* 38: 218-224

**Kolev N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie. Tome1. Légumes fruits. Ed. Ministère de l'agriculture et des reformes Agricoles:52p

**KHAVARINEJAD.R.A,MOSTIFI.Y,1998** :effect of NACL on photosynthetic,35:151-154.

**Latigui A., (1984).**Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA El-Harrach,Algérie

**Larpent J. -P. et Larpent-Gourgaud M. (1985 a).** Eléments de Microbiologie. Hermann. Paris. 264

**Naikaet al., 2005** Cultivation of tomato .production, processing and marketing. *Agromisa Foundation and CTA, Wageningen*, ISBN Agromisa: 90-8573-039-2. 9-15 P

**RATHERT.G ,1984** :sucrose and starch content of plant as possible indicators for salt tolerance aust.j.plantophysiol,5:491-495.

## Bibliographie

---

**RUEGRAGUIA,2005:** contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le couple tomate-verticillium : conséquence physiologique et impact sur la bio protection des tomates contre la verticilliose . thèse de doctorat .université Mohammed V.Agdal.Rabat :100-103

**Renaud V., 2006.** Les tomates qui ont du goût, Eugen Ulmer, Paris. Rice-Evans C., Miller N.Paganga (1997). "Antioxidant properties of phenolic compounds."Trends in Plant Science 2(4):152-159

**Reeves, A. F. (1973).**An observation on natural outcrossing in the tomato (*Lycopersiconesculentum*L.) in Northwest Arkansas. Arkansas Academy of Science Proceedings XXVI

**Rick, C.M.,Laterrot,H., Philouze, J. 1990.** A revised key for the*Lycopersicon* species. Report Tomato Genetic Coop: 31-40.

**SCHWAB.K.B GAFF.D.F ,1986 :**sugar and ion content in leaf tissue of several droughts tolérant plant under water stress.j.plant physiolo.,125:257-265.

**ShankaraN ., Lidt J F., Goffau M., Hilmi M., V. Damla B., 2005.** Culture de la tomate (production, transfo.rmutation et commercialisation).Ed ISBN Agromisa .Germany.17, 70- 79, 82,85

**Van Loon L.C., Bakker P. and Pieterse C. M. J., (1998).** Systemic resistance induced byrhizosphere bacteria. Annu. Rev. Phytopathol. 36:453-483.

**Zidani S. (2009).** Valorisation des pelures de la tomate séchée en vue de leur incorporation dans la margarine. Mémoire de Magister. Université M'hamedBougaraBoumerdes, Faculté des sciences de l'ingénieur.114p.

## ANNEXE

Les courbes d'étalonnage :

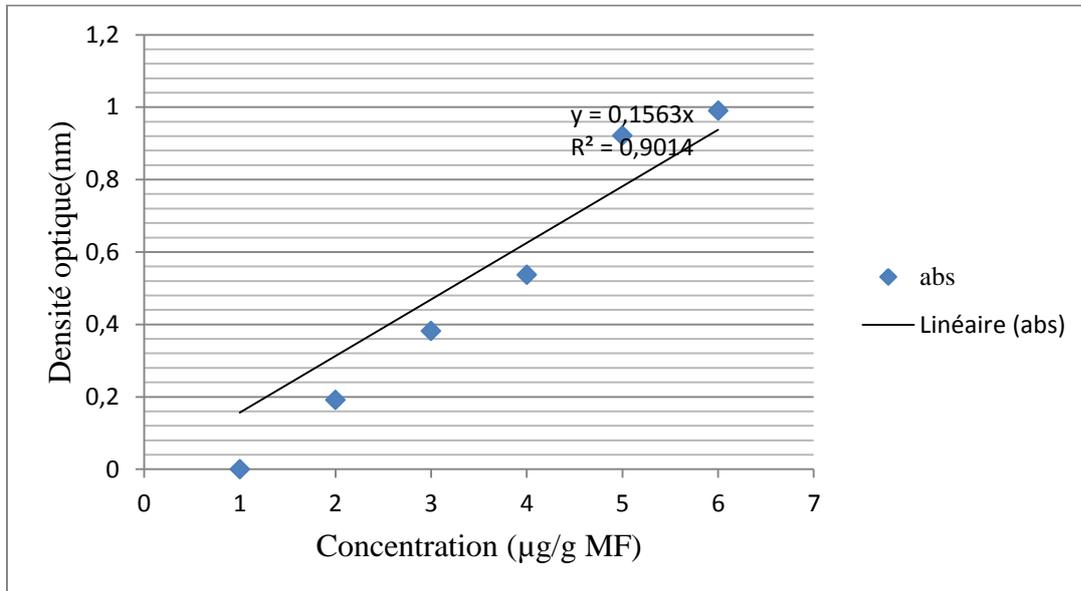


Figure.1. la courbe d'étalonnage du sucre soluble

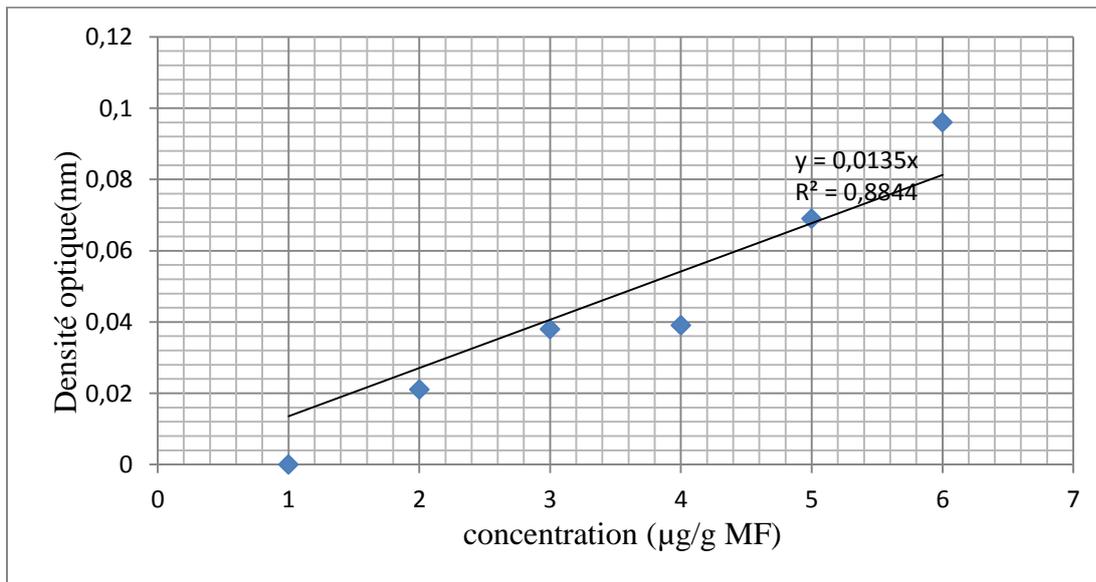


Figure.2. La courbe d'étalonnage de la proline

**Tableau.13** ; variable PER ( PER) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,00006, dl = 12,000

TR	PER	C	B	A
AM51	0,004667	****		
AH43	0,006000	****	****	
TM56	0,009000	****	****	****
TM52	0,015667	****	****	****
T-	0,019667		****	****
T+	0,020667			****

## Résumé

La tomate est une espèce largement cultivée. Elle est cultivée dans nombreux pays de mondes et sous divers climat. la salinité des sols et des eaux d'irrigations est l'un des facteurs limitant de la productivité végétale et de rendement agricoles .le présent travail consiste à étudier l'impact de stress salin au présence des souches bactériennes pour améliorer la tolérance de stress salin chez la tomate par les actinobactéries sur quelques paramètres ( poids sec ,poids frais, teneur en eaux , sucre totaux, et proline ,activité enzymatique, taux de germination) de la partie aérienne de la tomate stressées par une solution saline en comparaison avec le témoin. Les résultats obtenus ne montrent aucun effet significatif des actinobactéries sur la résistance au stress salin, néanmoins, une légère amélioration de quelques paramètres a été observé avec les souches (AH43 ,TM52 ,TM56).

**MOTS clés :**Tomate, stress salin, actinobactéries.

## Abstract:

Tomato is widely cultivated species. It is cultivated in many countries of worlds and in various climates. Salinity of soils and water of irrigation is one of the limiting factors of plant productivity and agricultural yield. The present work consists of studying the impact of salt stress in the presence of bacterial strains to improve salt stress tolerance in tomato by actinobacteria on some parameters (dry weight, fresh weight, water content, total sugar, and proline, enzymatic activity, germination rate) of the aerial part of the stressed tomato by saline solution compared to the control. The results obtained show no significant effect of the actinobacteria on salt stress resistance, nevertheless, a slight improvement of some parameters was observed with the strains (AH43, TM52, TM56).

**Key words :** tomato, salt stress, actinbacteria.

## ملخص

الطماطم هي من الانواع المزروعة والخضر الهامة فهي تزرع اساسا في العديد من بلدان العالم في مختلف المناخات. تعتبر ملوحة التربة ومياه الري احد العوامل التي تحد من انتاجية المحاصيل والغلة الزراعية. تهدف هذه الدراسة الحالية الى دراسة تأثير الاجهاد الملحي بوجود سلالات بكتيرية بهدف تحسين تحمل الطماطم للاجهاد الملحي على بعض الخصائص ( الوزن الجاف, الوزن الطازج ,محتوى الرطوبة, نفاذية الاغشية;السكر القابل للذوبان, والبرولين, النشاط الانزيمي معدل الانبات ) للجزء الهوائي للطماطم المعرضة للتركيز الملحي مقارنة مع تجربة شاهدة. لم تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أي تأثير من البكتيريا الخيطية على مقاومة الإجهاد الملحي ، ومع ذلك ، لوحظ تحسن طفيف لبعض الخصائص مع السلالات (AH43, TM52, TM56) .

**كلمات مفتاحيه :**الطماطم ,اجهاد ملحي ,البكتيريا الخيطية.