

# IMPACT DU NaCl, DU Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ET DE LEUR INTERACTION SUR LA PRODUCTION DE PROLINE CHEZ LA TOMATE CULTIVEE EN HORS SOL

SNOUSSI S.A.<sup>1</sup>

ABBAD Mohamed<sup>2</sup>

DJERDJOURI Amina<sup>3</sup>

sisnoussiah@yahoo.fr

mohamed.abbad@yahoo.fr

aminadjer@gmail.com

<sup>1,2</sup>Laboratoire de Biotechnologie  
des Productions végétales.

Université de Blida.

<sup>3</sup>Laboratoire de Ressources

Phytogénétiques et

Biotechnologies Végétales. Ecole

Nationale Supérieure

d'Agronomie (ENSA), El

Harrach. Alger

## RÉSUMÉ

Dans les zones arides et semi-arides, l'eau est le principal facteur limitant la production agricole. Le développement de l'agriculture dans ces régions fait recours à l'irrigation qui devient alors une nécessité pour produire suffisamment afin d'assurer les besoins alimentaires d'une population de plus en plus importante.

La réaction des plantes à la salinité se fait par des modifications adaptatives, morphologiques, anatomiques, structurales et métaboliques. Pour détecter la tolérance des plantes à la salinité, il est intéressant de disposer de moyens précis et simples.

Chez toutes les espèces végétales, glycophytes comme halophytes, la salinité du milieu entraîne, à partir d'un certain seuil, une réduction de la biomasse. Néanmoins, le degré d'inhibition de la croissance dépend du genre, de l'espèce, de la variété, du stade de développement de la plante et de la nature de l'organe.

L'addition de nutriments à l'eau saline naturelle a amélioré considérablement la croissance et le développement des plantes de tomate notamment à travers la plus part des paramètres biométriques, physiologiques et biochimiques mesurés.

La réponse biochimique, analysée à travers l'expression de l'accumulation de la proline montre que les plantes de tomate accumulent ce composé protéinique dans les différents organes (racines, tiges et feuilles) dans des proportions variables. Cette accumulation varie d'un organe à un autre, d'une espèce à l'autre, selon la nature et l'intensité du stress et ce compte tenu la forte osmolarité externe du milieu, ce qui nécessite pour la plante un ajustement de l'osmolarité interne encore plus forte se traduisant par une production accrue de proline par le végétal

**Mots clés :** hors sol - glycophytes - halophytes - proline - tomate - salinité

## INTRODUCTION

Dans les régions arides et semi-arides, la salinité des sols est une contrainte pour le développement des plantes. Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares de sols salés dont 3.2 millions en Algérie [1].

L'installation de fortes doses de sel dans l'espace apoplasmique des végétaux est l'une des causes de l'endommagement des surfaces membranaires et de déshydratation cellulaire [2].

En effet, des études menées sur l'osmorégulation indiquent que les acides aminés libres comme la proline peuvent jouer un rôle significatif dans le processus d'ajustement osmotique.

Chez les halophytes, la proline est un marqueur intéressant pour évaluer leur résistance au stress salin. Ces plantes possèdent en effet des capacités pour maintenir un potentiel hydrique interne bas sous la contrainte saline du milieu créant une pression de turgescence suffisante pour leur croissance sans affecter leur métabolisme [3].

Dans ce présent travail, nous nous sommes intéressés à étudier le comportement de la tomate au niveau de deux variétés à savoir Saint Pierre et Marmande sous la contrainte d'un stress salin en vue de quantifier l'accumulation de la proline dans ses différents organes végétatifs (racines, tiges, et feuilles).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'essai a été conduit dans le laboratoire de recherche en biotechnologie des productions végétales dans une serre en

polycarbonate. Les variétés de tomate utilisées sont la variété Marmande et la variété Saint-Pierre. La germination a été faite dans des boîtes de Pétri, suivie d'un semis dans un milieu hors sol. Le repiquage a eu lieu au stade 3 feuilles en place définitive dans des pots de capacité de 4 l remplis de gravier de rivière 3-8 mm de diamètre préalablement lavé et désinfecté.

Les milieux nutritifs ont été élaborés à partir d'une eau saline de l'oued Chelif et reconstitués sur le site expérimental selon les principes suivants :

- en ajustant le pH des solutions à

une valeur optimale du végétal en culture (pH=5.5 à 5.8).

- en prenant en compte les éléments minéraux utiles présents
- en apportant les éléments manquants afin d'avoir un total anion et cations le plus proche possible de l'analyse initiale.

Le dispositif expérimental utilisé est un plan à randomisation totale sans contrôle d'hétérogénéité avec un seul facteur étudié qui est la solution d'irrigation qui comporte trois types de sels ( NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et la combinaison NaCl/ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) tableau 1.

Tableau 1 : Composition des traitements utilisés en meq/l

Références eaux	pH	CE	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>
T1 Eau chargée en NaCl	5,79	1,99	10,20	3,30	1,80	3,30	29,75	1,50	30,45	5,10	1,80	4,25
T2 Eau chargée en Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,67	1,43	10,20	3,30	1,80	3,30	0,60	30,65	30,45	5,10	1,80	4,25
T3 Eau chargée en NaCl&Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,75	2,27	10,20	3,30	1,80	3,30	15,82	16,72	30,45	5,10	1,80	4,25

### 1. Analyse biochimique effectuée

Le dosage de la proline a été initialement effectué au début des traitements ce qui caractérise l'état juvénile de la plante. Après 45 jours de culture, 90 jours et 135 jours d'application des traitements d'autres dosages de la proline ont été effectués à différentes parties de la plante à savoir au niveau des racines, des tiges et des feuilles.

Le dosage a été déterminé selon les méthodes décrites par Troll et Lindesly (1955) simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974)

et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986). Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

### 1. Analyse Statistique

Afin de déterminer la significativité des traitements appliqués sur le paramètre étudié, nous avons procédé à l'analyse de la variance et

à la comparaison des moyennes selon la méthode de Newman et Keuls, basée sur la plus petite différence significative, à l'aide du test de Fisher où  $\alpha = 5\%$ .

## 1. RESULTATS

### 3.1 Effet de la salinité sur l'accumulation de la proline dans les racines

L'évolution de la teneur en proline pour les deux variétés testées est présentée dans les figures 01 et 02.

Chez la variété Marmande, nous remarquons que les plantes irriguées par les traitements T1 (enrichi en NaCl) et T3 (enrichi en NaCl+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) accumulent davantage cet acide amine par rapport au milieu nutritif enrichi en

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> seul. À l'inverse la variété Saint-Pierre, enregistre une quantité plus importante de proline lorsque le milieu nutritif est enrichi en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Il est à noter également qu'à l'état initiale, les plants des deux variétés

testées accumulent une très faible quantité de la proline dans leurs racines ceci en raison de la solution nutritive standard non saline et renfermant des macro éléments et macroéléments à des doses convenables.

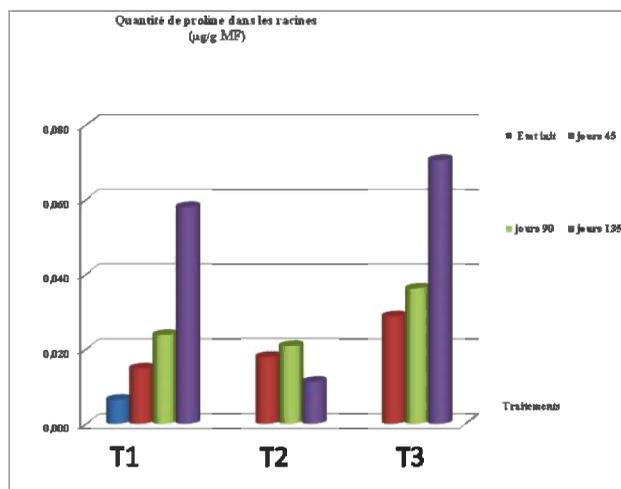


Figure 01 : Quantité de la proline dans les Racines(µg/g MF) : Variété Marmande

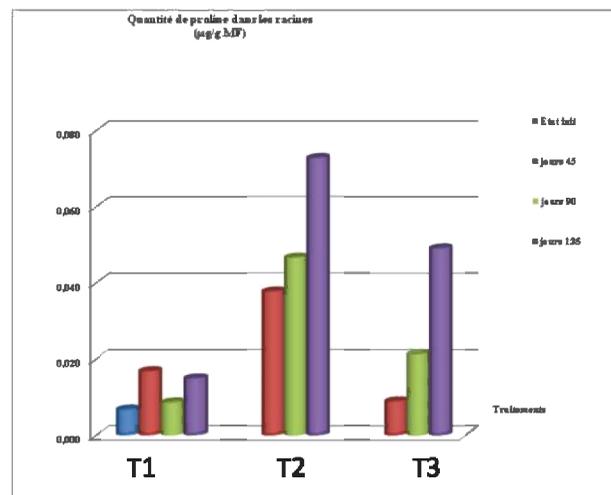


Figure 02 : Quantité de la proline dans les racines (µg/g MF) : Variété Saint-Pierre

### 3.2 Effet de la salinité sur l'accumulation de la proline dans les tiges

Nous remarquons que l'accumulation de la proline dans les tiges passe de simple au double par rapport à celle enregistrée chez les deux variétés au niveau des racines. La production de cet

osmoprotecteur dans les tiges de la variété Marmande est proportionnelle avec le temps. Ainsi, les plantules irriguées par le traitement (T2) enrichi en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> accumulent d'avantage de proline dans l'organe testé. À l'inverse, chez la variété Saint-Pierre, les plantules arrosées par le

traitement (T1) enrichi en NaCl accumulent plus de proline dans leurs tiges. Il est à noter également que la variété Marmande, synthétise plus de proline dans les tiges que la variété Saint-Pierre (figure 03 et 04).

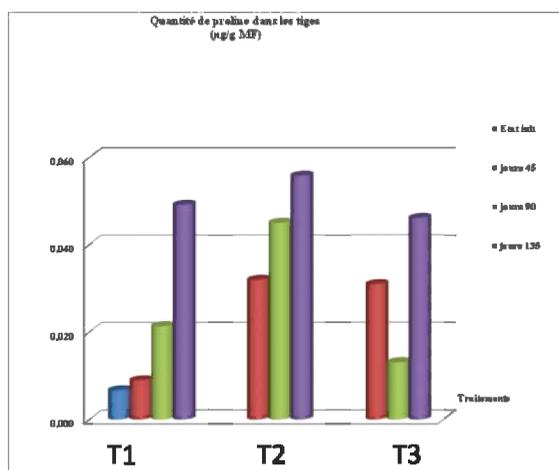


Figure 03 : Quantité de la proline dans les tiges(µg/g MF) : Variété Marmande

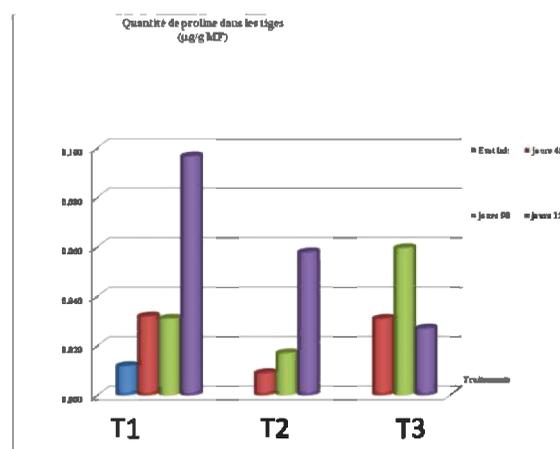


Figure 04 : Quantité de la proline dans les tiges (µg/g MF) : Variété Saint-Pierre

### 3.3 Effets de la salinité sur l'accumulation de la proline dans les feuilles

Les résultats relatifs de la quantité de proline dans les feuilles des deux variétés testées sont illustrés dans les figures 05 et 06.

Nous remarquons qu'à l'état initial,

les deux variétés accumulent les plus faibles quantités de proline dans les feuilles et dès l'application des traitements salins, les plantes synthétisent et accumulent cet osmoprotecteur dans leurs tissus foliaires. Pour la variété Marmande, nous avons enregistré une

production accrue après 45 jours du traitement notamment au niveau du traitement T1 enrichi en NaCl tandis que pour la variété Saint-Pierre, ce n'est qu'après 135 jours de culture que cette dernière manifeste une production de proline et ce pour le même traitement T1.

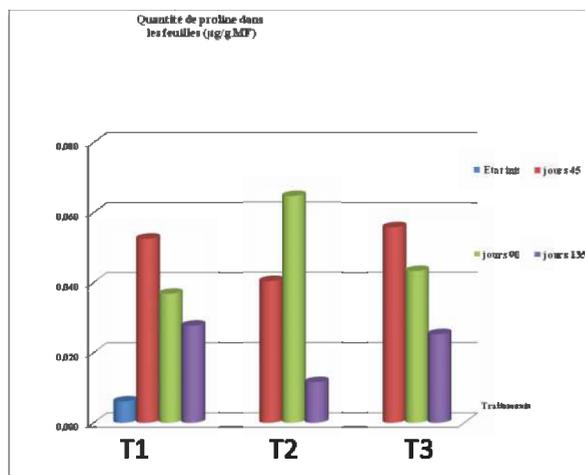


Figure 05 : Quantité de la proline dans les Feuilles (µg/g MF) Variété Marmande

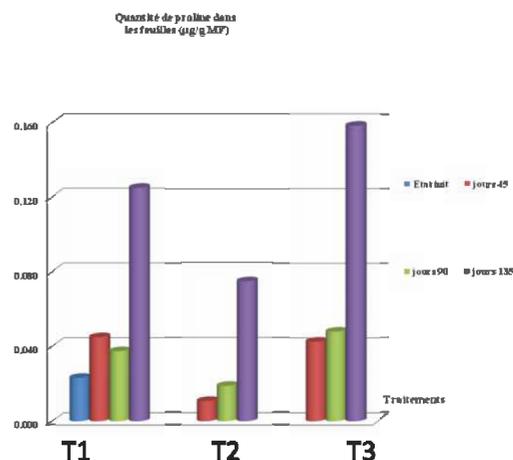


Figure 06 : Quantité de la proline dans les feuilles (µg/g MF) Variété Saint-Pierre

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Le comportement biochimique des deux variétés de la tomate "Marmande et Saint-Pierre" sous contrainte saline enrichie en NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et NaCl+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> évalué à travers le processus d'accumulation de proline, montre la variabilité de l'accumulation de ce marqueur biochimique dans les différents organes testés dans le sens racines, tiges et feuilles. Cette accumulation dépend aussi de la nature et de l'intensité du stress. [4].

Dans les racines, l'association de NaCl+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans la solution d'irrigation permet aux plantes de la variété Marmande de synthétiser davantage de proline, alors que chez la variété Saint-Pierre, l'arrosage avec de la solution chargée en

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> induit une accumulation plus accrue de proline dépassant 0.060 µg/g MF.

Toutefois, l'irrigation de la variété Marmande avec une solution nutritive enrichie en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> permet de d'accumuler la concentration de proline la plus importante dans les tiges, alors qu'avec une irrigation où l'eau est chargée en NaCl, c'est la variété Saint-Pierre qui manifeste la teneur en proline la plus remarquable.

Pour ce qui est de la synthèse et l'accumulation de la proline dans les feuilles, il a été constaté que la plus forte concentration de proline est observée lorsque les plantes des deux variétés sont alimentées par une solution mixte enrichie en NaCl+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Les travaux de [5] ont montré que chez des plantes de tomate soumises à un stress de 200 mM

de NaCl, l'accumulation de la proline est plus importante dans les feuilles apicales qu'au niveau des feuilles basales, et que l'application d'un second traitement salin déclenche une nouvelle augmentation de l'acide aminé. Cette augmentation est d'autant plus élevée que les tissus foliaires sont jeunes et que la salinité est élevée.

Le mécanisme d'accumulation de la proline permet de penser à la présence de sites de résistance de la plante à la contrainte saline. En effet, le transport de la proline de la source (lieu de synthèse) au site de la résistance est admis depuis longtemps comme un paramètre dans l'acquisition de cette résistance [6]. Aussi, [7] signale que la proline serait synthétisée dans les feuilles et transportée vers ces sites.

La réponse biochimique, évaluée à travers le processus d'accumulation de la proline au niveau des deux variétés de tomate sous stress salin, a mis en évidence le caractère de sensibilité à la salinité de cette espèce maraichère, qui manifeste sa capacité à synthétiser et à accumuler la proline dans ses différents organes végétatifs.

L'accumulation de ce composé organique est un phénomène lié au régime salin à l'espèce et aux variétés testées. La variabilité inter spécifique révèle que les deux variétés de tomate étudiées ont utilisé les mêmes mécanismes de tolérance à la contrainte saline. Toutefois, la différence réside au niveau des teneurs de ce composé protéinique au niveau des organes végétatifs analysés. Ainsi, la variété Saint-Pierre serait plus tolérante que la variété Marmande. Nous pouvons conclure que ce paramètre physiologique est un indicateur important de la tolérance de cette espèce à la salinité.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]. Belkhodja M., Bidai Y.;(2009).Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse*, Vol.15, No. 4, 331-335

[2]. Djerroudi Z-O., Belkhodja M., Bissati S., Hadjadj S.,(2010).Effet du Stress Salin sur l'accumulation de Proline Chez Deux espèces d'*Atriplex Halimus* L. et *Atriplex Canescens* (Pursh) Nutt. *European Journal of Scientific Research*, Vol.41 No.2, pp.249-260

[3].Qian Y.L., Wilhelm S.j., K.B.;

(2001). Comparative responses of two Kentucky bluegrass cultivars to salinity stress. *Corp Science*, 41, 1895-1900.

[4].Snoussi SA ; 2012. Effet d'un environnement salin sur la production de proline chez deux glycophytes cultivées tomate et haricot .*Revue AGROBIOLOGIA* N°3 .2012 pp 19-26

[5].Ould El Hadj-khelil A.; (2001). Contribution à l'étude de réponses métaboliques de la tomate à la salinité. Thèse de doctorat en Science de la Vie et de l'Environnement, Université de Rennes-I(France), 34- 44

[6].Bellinger Y., Bensaouda., Larher F., (1989) Physiology breeding of winter cereals for stress environments Colloque,N°3, Montpellier, France

[7].Paquin R.,(1986). Effet de l'humidité du sol sur la teneur en proline libre et des sucres

Totaux de la luzerne endurcie au froid et à la sécheresse. *Can. J. Plant Science*, 66, p.95101,