

IMPACT DU POTENTIEL HYDROGÈNE D'UNE EAU SALINE NON CONVENTIONNELLE SUR LA NUTRITION MINÉRALE DU HARICOT *PHASEOLUS VULGARIS L.* CULTIVÉ EN HORS-SOL

BENZAHERA Soraya^{1*} et SNOUSSI Sid Ahmed¹

1. Université de Blida 1, Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Département des biotechnologies. Laboratoire de Biotechnologie des Productions végétales, B.P. 270, route de Soumaa, Blida, Algérie

Reçu le 12/03/2018, Révisé le 01/06/2018, Accepté le 05/06/2018

Résumé

Description du sujet : Le problème de la salinité prend de plus en plus d'ampleur dans la plupart des pays en voie de développement, où les terres fertiles et les eaux de bonne qualité sont en nette régression. A cet effet, l'irrigation en agriculture intégrera inévitablement les eaux salines non conventionnelles.

Objectifs : Cette étude a pour objectif d'améliorer la qualité des eaux salines non conventionnelles, par la correction du potentiel hydrogène principalement.

Méthodes : Trois traitements salins naturels corrigés partiellement par l'acide nitrique, l'acide phosphorique ainsi que les deux formes d'acide d'une eau saline de la région de Gassi TOUIL ont été testés, comparés avec évidemment la même eau saline naturelle non acidifiée.

Résultats : Les résultats obtenus montrent que la correction du potentiel hydrogène améliore l'absorption hydrominérale des plantes tout en améliorant la croissance et le développement de l'espèce étudiée.

Conclusion : La correction du potentiel hydrogène des eaux salines naturelles améliore considérablement l'utilisation des ressources hydrominérales dans les zones arides, se traduisant par une amélioration significative des paramètres éco-physiologiques étudiés.

Mots clés : Eau saline ; Potentiel hydrogène ; Haricot ; Hors sol, Absorption hydrominérale.

THE HYDROGEN POTENTIAL IMPACT OF AN UNCONVENTIONAL SALT WATER ON THE MINERAL NUTRITION OF BEANS *PHASEOLUS VULGARIS L.* GROWN ABOVE GROUND

Abstract

Description of the subject: The problem of salinity is becoming more and more important in most developing countries, where fertile lands and good waters quality are in net regression. To this end, we will be forced to return to unconventional saline waters for irrigation.

Objective : This study aims to improve the quality of unconventional saline waters by correcting the hydrogen potential mainly.

Methods : Three natural saline treatments partially corrected by nitric and phosphoric acid, and both forms of acids, of saline water from the Gassi TOUIL area were tested. Compared with obviously the same non acidified natural salt water.

Results : The results obtained show that the correction of the hydrogen potential improves the hydromineral absorption of the plants, and which improves the growth and development of the studied species.

Conclusion : The correction of the hydrogen potential of natural saline waters considerably improves the use of hydromineral resources in arid zones, result in a significant increase in the studied eco-physiological parameters.

Keywords : Saline waters ; Hydrogen potential ; Beans ; Above ground. Hydromineral Absorption.

*Auteur correspondant : BENZAHERA Soraya, E-mail: benzahra214@yahoo.fr

INTRODUCTION

La salinité est un problème écologique croissant dans le monde entier, particulièrement le bassin méditerranéen et l'Afrique du Nord [1]. Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares de sols salés [2]. L'Algérie se situe parmi les pays touchés, dont presque 3,2 millions d'hectares de la surface sont salins [3] et [4]. Dans les régions arides et semi arides, la salinité constitue une contrainte majeure à la productivité et au développement agricole [5]. Ces écosystèmes sont caractérisés par une faible pluviométrie et de manière irrégulière associées à une importante évaporation favorisant l'accumulation des sels dans le sol [3] et [4]. La salinité des sols n'est pas fortement liée aux conditions climatiques [6] mais également aux pratiques culturales mal contrôlées telle que l'irrigation anarchique conduisant à un processus de salinisation secondaire, par l'utilisation de grandes quantités d'eaux saumâtres [1]. En effet, selon le degré de salinité dans le milieu, les glycophytes en particulier sont exposées à des modifications de leur comportement morpho-physiologique, et biochimique. Notre étude porte sur le comportement du haricot variété Djadida sous l'action d'une eau saline naturelle puis corrigée partiellement au niveau du potentiel hydrogène.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel végétal

L'espèce étudiée dans notre expérimentation est une glycophyte cultivée : le haricot (*Phaseolus vulgaris*) variété Djadida, dont les semences proviennent de l'institut technique des cultures maraichères et industrielles (ITCMI) de Staouali. Cette espèce a été choisie parce qu'elle présente une rapidité de croissance et surtout une sensibilité aux sels.

2. Conduite de la culture

Les expérimentations ont été réalisées dans une serre en polycarbonate à l'université de Blida 1. La germination est faite dans des boîtes de pétri dans une étuve à 25°C. Le repiquage des graines germées est effectué au début du mois de novembre en pots remplies de graviers et placées dans la serre. L'irrigation de la culture en début a été faite à l'eau courante, puis l'application des traitements salins a commencé 20 jours après le semis.

3. Description des différents traitements

Les traitements utilisés sont des eaux salines non conventionnelles provenant de la région de Gassi Touil. Pour satisfaire les besoins des plantes durant l'expérimentation, il nous apparut difficile de s'approvisionner en cette eau. Donc, il a été nécessaire de reconstituer cette eau saline avec l'eau de Blida sur le site expérimental. Le tableau suivant montre la composition des différents traitements.

Tableau 1 : description des différents traitements

Références eaux	Éléments en méq / l								
	pH	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺
Eau de Blida	7,2	0,35	00	0,60	0,80	1,30	2,80	1,80	00
E.S.N de Gassi Touil	7,8	0,55	00	14,10	17,70	16,50	9,10	8,40	0,50
T1 : E.S.N de Gassi Touil reconstituée avec H ₂ O de Blida	7,8	0,55	00	13,05	16,75	16,50	9,10	8,40	0,50
T2 : E.S. Gassi Touil pH corrigé ((HNO ₃ , H ₃ PO ₄))	5,6	2,75	3,30	13,05	16,75	16,50	9,10	8,40	0,50
T3 : E.S. Gassi Touil pH corrigé (HNO ₃)	5,6	3,85	00	13,05	16,75	16,50	9,10	8,40	0,50
T4 : E.S.Gassi Touil pH corrigé ((H ₃ PO ₄)	5,6	0,55	9,9	13,05	16,75	16,50	9,10	8,40	0,50

E.S.N : Eau Saline Naturelle.

RÉSULTATS

1. Hauteur finale des plantes

Les concentrations salines élevées empêchent les plantes d'absorber l'eau et les éléments nutritifs se traduisant par un ralentissement de la croissance végétale (T1)

où on a enregistré la valeur la plus faible avec 21,35cm. Par contre nous avons observé une amélioration du paramètre étudié chez les plantes alimentées par les traitements salins partiellement corrigés (T2, T3 et T4) et ce par rapport au traitement salin naturel (T1) où on note une absence totale de l'azote et du phosphore dans le milieu nutritif (Fig. 1).

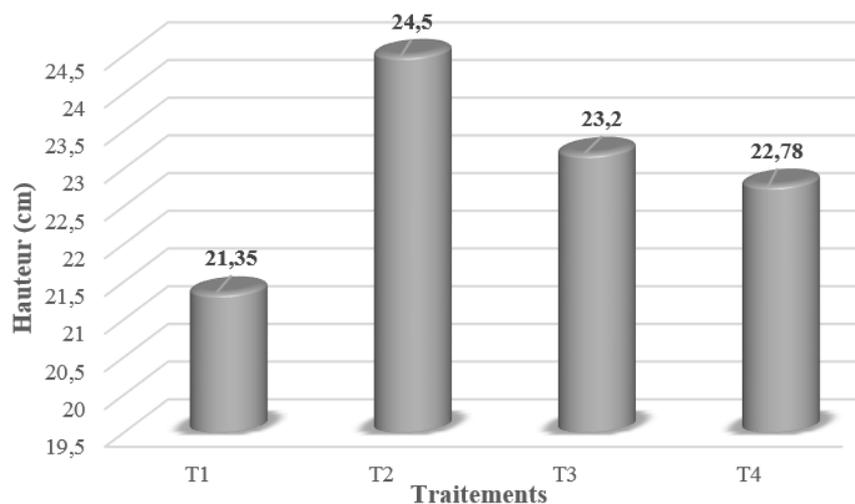


Figure 1 : Hauteur finale des plantes

2. Poids frais de la partie aérienne

La figure ci-dessous (Fig. 2), représente les résultats obtenus du poids frais des plantes du haricot.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les différentes moyennes mesurées du poids frais des organes de la partie aérienne (tiges et feuilles).

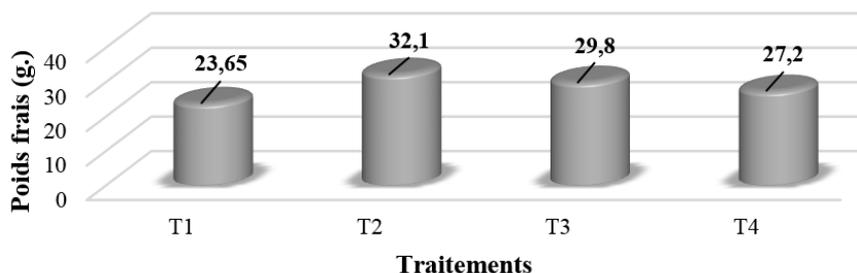


Figure 2 : Poids frais de la partie aérienne

La biomasse fraîche produite par les plantes alimentées par les traitements salins partiellement corrigés est due essentiellement au potentiel hydrogène (pH) favorable à savoir (5,5 à 5,8) facilitant l'absorption des éléments minéraux par les plantes. Les résultats obtenus au niveau des plantes alimentées par le T2, T3 et le T4 ont amélioré d'avantage le paramètre mesuré.

De ce fait, on peut dire que le pH d'une solution nutritive constitue un facteur déterminant dans l'absorption hydrominérale des plantes dans un milieu salin. Le traitement salin naturel a présenté le poids frais le plus faible (23,65g) en raison de l'absence de l'azote dans ce milieu ce qui se traduit par un jaunissement des feuilles et par conséquent une réduction de la photosynthèse.

3. Nombre de gousse par plante

Les plantes issues de traitement salin naturel (T1) présentent les valeurs les plus faibles, ceci est dû à un retard de fructification et un taux d'avortement élevé. Les fleurs nouées forment de petites gousses. De ce fait, on peut dire que la salinité provoque un effet défavorable sur les paramètres de production. La diminution de la productivité des plantes est due au déficit hydrique induit par une osmolarité externe élevée,

réduisant ainsi la croissance et la surface foliaire, conséquence directe sur la capacité photosynthétique de la plante entière. En outre, cette réduction peut être expliquée par une diminution de l'activité racinaire dans un milieu salin. A l'inverse, les plantes irriguées par les solutions salines partiellement corrigées (T2, T3 et T4) produisent un nombre de gousses élevé et de qualité meilleure résultant d'une absorption hydrominérale améliorée au niveau des milieux nutritifs correspondant (Fig. 3).

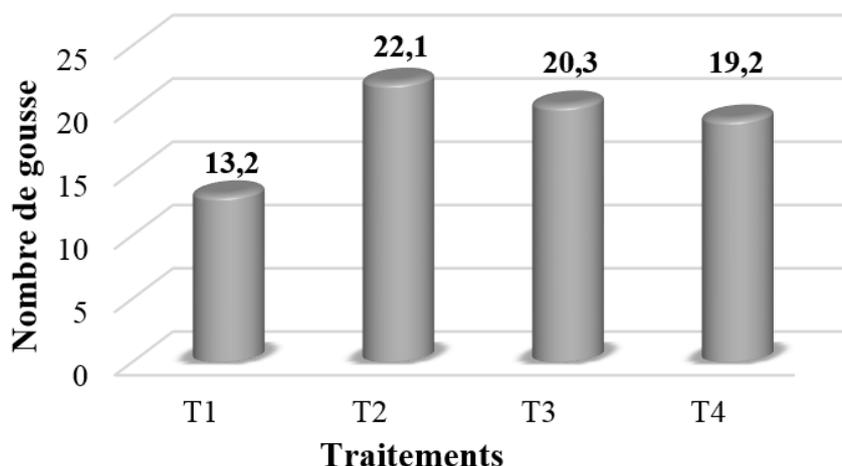


Figure 3 : Nombre de gousse par plante

4. Poids frais des gousses

Une meilleure performance est enregistrée au niveau des plantes irriguées par les traitements salins partiellement corrigés (T2, T3 et T4) où on note des poids de gousses importants par rapport au traitement salin naturel. Les plantes issues de traitement salin naturel (T1) exprimant les valeurs les plus

faibles (21.65g), ceci est dû à un retard de fructification et un taux d'avortement élevé. En outre, cette réduction notable est due d'une part par une diminution de l'activité racinaire dans ce milieu salin et d'autre part en raison de l'activité photosynthétique limitée au niveau des feuilles réduisant les sources de réserve pour les gousses (Fig. 4).

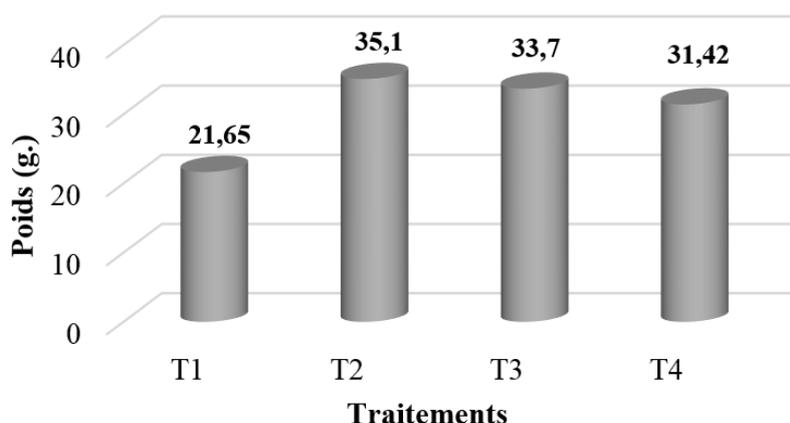


Figure 4 : Poids frais des gousses par plant

DISCUSSION

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. On note aussi que le stress salin conduit donc à un stress hydrique. Ce manque de disponibilité de l'eau entraîne un déséquilibre ionique, des perturbations dans l'homéostasie des ions et provoque la toxicité cellulaire. Puisque le stress salin suppose à la fois le stress osmotique et ionique, l'arrêt de la croissance est directement lié à la concentration totale en sels solubles du sol. La saturation des parois par un excès d'ions provoque un déséquilibre hydrique qui se traduit par une perte brutale en eau des cellules qui se déshydratent et meurent. Ainsi la présence des acides dans le milieu salin joue un double rôle d'une part l'abaissement du pH qui influe favorablement sur l'assimilation des éléments minéraux dans le milieu et de l'autre part l'apport des éléments utiles tels que l'azote et de phosphore aux plantes [7]. Aussi, ce ralentissement de la croissance est expliqué par [8] où il note que la vacuole permet un stockage massif de Na^+ , sans dommage pour le fonctionnement du reste de la cellule. Lorsque la capacité d'accumulation de la vacuole est saturée, les ions de Na^+ qui continuent à parvenir aux parties aériennes s'accumulent soit dans le cytoplasme, soit dans les parois cellulaires. Des résultats similaires ont été trouvés par [10] où ils ont montré que plus la quantité d'azote est importante, et plus leur influence est significative sur la croissance des entre nœuds. La quantité totale d'azote apportée reste toutefois le facteur le plus déterminant dans l'élongation des plantules. Les travaux de [11] confirme ces résultats, où il montre que quant l'azote est le facteur limitant la production, une plante en croissance produira des feuilles de plus en plus petite taille avec un efficacité photosynthétique plus faible, la biomasse produite sera globalement réduite. D'autre part cette diminution c'est l'un des symptômes causés la présence d'une quantité importante de sel dans ce traitement T1. L'excès de sels selon Mongi [12], provoque la réduction de toutes les dimensions de la plante (Diminution de la surface foliaire, arrêt de la croissance et de l'allongement des organes et de leurs ramifications),

ainsi qu'une perturbation dans le métabolisme azoté et glucidique, se traduisant par une réduction de la synthèse des protéines ce qui entraîne une chute des feuilles. Dans le même d'ordre d'idée, Lachaal *et al.* [13] a également montré que la salinité du milieu naturel agit sur la croissance en diminuant la biomasse totale, en faisant tomber les feuilles qui atteignent le seuil d'accumulation de Na^+ . Des résultats similaires ont été observé par les travaux de Flexas *et al.* [14], où ils montrèrent que le nombre de fruit dépend de l'alimentation hydrominérale et notamment de l'équilibre parfait de K^+ et de Ca^{++} . Ainsi elles donnent les meilleures productions, ce qui peut être expliqué par la présence de l'élément potassium en qualité appréciable dans ces milieux alimentaires. A ce propos, Coic [15], note que le potassium est le principal constituant minéral des fruits, il favorise une bonne croissance végétative, accroît les organes de réserves et offre de ce fait une bonne production. Ainsi L'excès de sel dans le sol affecte la germination, la croissance des plantules et leur vigueur, la phase végétative, la floraison et la fructification à des degrés variables [16] conduisant à terme à des baisses de rendement et de qualité des productions. Bien que les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs [17].

CONCLUSION

L'étude des différents paramètres mesurés au stade final de culture, nous a permis de constater que l'utilisation des eaux salines naturelles limite considérablement la croissance et le développement. Ceci est dû essentiellement au taux de salinité élevé et au désordre ionique dans les milieux naturels, ainsi qu'à l'absence des éléments nutritifs utiles pour leur croissance notamment l'azote, le phosphore et le potassium, ce qui a conduit à des taux d'avortement allant jusqu'à 100%. L'effet de la correction du potentiel hydrogène à 5,5 des traitements a permis d'augmenter d'une manière significative l'absorption hydrominérale des plantes se traduisant ainsi par l'augmentation du nombre des fruits par plante et ce par rapport aux plantes alimentées par l'eau saline naturelle.

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que la salinité constitue un facteur limitant affectant un grand nombre de processus morphologiques, physiologiques et biochimiques. Il serait donc intéressant d'utiliser des techniques basées sur la biologie moléculaire des caractères pour une meilleure identification des marqueurs moléculaires qui pourraient être d'importance sérieuse dans le processus d'amélioration génétique des glycophytes à la salinité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Laradj Zazou R. (2013)** : Effet de la salinité sur le comportement hydrique et minéral du haricot (*Paseolus vulgaris L.*), mémoire de magister, Université d'Oran, *Revue Abaad Algérie*, 123 P.
- [2]. **Belkhouidja M. & Bidai Y. (2004)**. Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus L.* à la salinité, Université d'Oran, *Revue Abaad Algérie*, 1-8 p.
- [3]. **Djerroudi Zidane O., Belkhouidja M., Hadjadj S. & Bissati S., (2010)** : Effect of Salt Stress on the Proline Accumulation in Young Plants of *Atriplex Halimus L.* and *Atriplex Canescens* (Pursh) Nutt, *European Journal of Scientific Research*, 41 (2): 249- 260 pp.
- [4]. **Lachhab I., Louahlia S., Laamarti M., & Hammani K. (2013)**. Effet d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 3(2) : 511- 516.
- [5]. **Rozema, J., Flowers, T., (2008)**. Crops for a salinized. *World science*, 322 : 1478–1480.
- [6]. **Djili K. & Daoud Y. (2000)**. Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols de Nord de l'Algérie, *Sècheresse*, 11 (1) : 37-43 p.
- [7]. **Bray E.A., Bailey-serres J., Weretilnyk E. (2000)**. responses to abiotic stresses. *American society of plants physiologists*, Rockvill, MD, pp 1158-1248
- [8]. **Papadopoulos, A.P. (1991)**. *La culture des tomates en serre sur sol et sans sol*. Ed. Agriculture Canada. Publication 1865/F
- [9]. **Snoussi, S.A., (2001)**. Valorisation des eaux salines pour la nutrition des plantes cultivées. Thèse doc., INA, Alger, 152p
- [10]. **Vallee C. & Bilodeau G. (1999)** : Les techniques de la culture en multicellules, Ed. Les presses de l'université Laval (Québec), 204 P.
- [11]. **Lemaire (1996)** : *La maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*, les colloques N° 38, Ed. INRA, France, 328 p.
- [12]. **Mongi H. (1982)** : Adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées, Ed. Faculté des Sciences, Tunisie, 169 p.
- [13]. **Lachaal M., Abdelly C., Grignon G., Soltani A. & Hajji M. (1996)** : Variation de la sensibilité au sel en fonction du stade de développement chez la lentille (*Lens culinaris. L.*), *Agronomie*, 16 : 381-390.
- [14]. **Flexas J., Bota J., Loreto F., Sharkey TD. (2004)**: Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Physiology*, 6: 296 279.
- [15]. **Coic Y., (1984)** : Les cultures sans sol, *Revue science et vie*, 146 : 68-75
- [16]. **Abdel Latef, A.A., 2010**. Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. *Cereal Res. Comm.* 38 : 43–55.
- [17]. **Masmoudi. A., (2011)**: Effet de la salinité des eaux et la fréquence d'irrigation sur le sol et le végétal. *Courrier du Savoir*, 11 :61-69