

EFFET DE LA CONCENTRATION ET DE LA CORRECTION DU POTENTIEL HYDROGÈNE (pH) D'UNE EAU SALINE SUR LA CROISSANCE DU HARICOT (*PHASEOLUS VULGARIS*) CULTIVÉ EN HORS SOL

HAMIDI Youcef¹, BAAZIZE Naouel¹ et SNOUSSI Sid Ahmed¹

1. Université de Blida1 –
Département de
Biotechnologies –
laboratoire de recherche en
Biotechnologie des
productions végétales - B.P.
270 Blida 09000. Algérie
Email :
youcefhamidi982@yahoo.fr

Reçu le 7 janvier 2016,
accepté le 13 mai 2016

Résumé

En zones arides et semi-arides les rares précipitations, l'évaporation élevée de la température et l'irrigation par les eaux salines à pH élevé défavorable à l'absorption des éléments minéraux constituent des facteurs inhibant la croissance et le développement des végétaux. Notre expérimentation consistait en partie à corriger le pH des eaux d'irrigations et ce pour une meilleure assimilation des éléments minéraux contenus dans ces dernières. Aussi, l'effet de la dilution à 40% du milieu salin naturel corrigé sur la croissance et le développement du haricot variété Djadida présente une action remarquable sur certains paramètres de croissance et de développement. La solution nutritive corrigée T3 a permis aux plantes d'assurer une croissance et un développement maximum suite à une parfaite composition minérale du milieu alimentaire et à l'effet remarquable de la correction du pH de la solution nutritive à une valeur optimale de culture. A l'inverse, l'effet de la dilution à 20% reste sans effet remarquable sur les paramètres de croissance et de production des plantes étudiées.

Mots clés : *Phaseolus vulgaris* - Concentration saline - pH - Hydroponie

INTRODUCTION

La demande croissante en légumes pousse les producteurs à vouloir sans cesse améliorer leurs techniques de production et ce dans le but de faire face à toutes les contraintes possibles, telles que les changements climatiques qui deviennent de plus en plus contraignants pour la croissance et le développement des plantes notamment dans les zones semi-arides et arides [1].

La salinité des sols et des eaux dans les zones arides et semi-arides est un phénomène ancien. Cependant, ce phénomène observé a été aggravé par les pratiques anarchiques des irrigations et l'absence presque totale des réseaux de drainages.

Actuellement, 20% des terres cultivées et près de la moitié des terres irriguées sont affectée par la salinité. À cette tendance, on estime qu'entre 2020 et 2030 la production des terres agricoles ne fournira plus suffisamment d'aliments [2], [3]. Une des possibilités pour développer des productions légumières et horticolas dans ces régions est l'utilisation de la technique hors sol ce qui permettra l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation et de s'affranchir des sols atteints par la salinité [4], [5]. La correction de la composition chimique et du pH de l'eau d'irrigation en culture hors sol permet d'améliorer la croissance et le développement des cultures dans les régions où l'eau salée constitue une contrainte majeure pour l'agriculture.

La capacité d'évaluer les performances des plantes cultivées ou spontanées subissant un stress salin est très importante dans le cadre de la réhabilitation et l'amélioration de la production agricole. C'est dans ce contexte de gestion des systèmes de production qu'on a étudié d'une part l'effet de la dilution d'une solution saline naturelle corrigée, et l'impact de la correction du pH à une valeur optimum de culture de l'autre part, et ce sur les paramètres biométriques, de production et biochimiques du haricot vert, variété Djadida.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel végétal testé

Notre expérimentation a été réalisée dans une serre en polycarbonate, en système hydroponique sur du gravier roulé 3-8 mm selon un dispositif expérimental sans contrôle d'hétérogénéité, dans lequel l'affectation des traitements s'est faite d'une manière aléatoire. Cinq traitements ont été testés (Tableau 1), à savoir :

T1 : Solution saline naturelle d'Oued Chélif reconstituée avec l'eau de Blida à pH = 7,53.

-T2 : Solution saline naturelle d'Oued Chélif, reconstituée avec

l'eau de Blida à pH compris entre 5,5-5,8.

-T3 : Solution saline naturelle corrigée d'oued Chélif reconstituée avec l'eau de Blida à pH compris entre 5,5-5,8.

-T4 : Solution saline diluée à 20% à partir de la solution saline naturelle corrigée T3.

-T5 : Solution saline diluée à 40% à partir de la solution saline naturelle corrigée T3.

L'espèce étudiée dans notre expérimentation est le haricot (*Phaseolus vulgaris*) variété Djadida.

2. Composition des milieux nutritifs

Références eaux	pH	Concent g/l	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺
T1 Oued chélif naturelle	7,80	2,36	0,35	0	0	14,86	9,40	9,90	9,25	9,20	0
T2 Oued chélif naturelle	5,5-5,8	2,60	0,35	0	0	14,86	9,40	9,90	9,25	9,20	0
T3 Oued chélif corrigé	5,5-5,8	3,58	10,20	1,80	3,30	14,45	9,40	9,90	9,25	9,20	4,35
T4 Oued chélif naturelle corrigé puis dilué à 20%	5,5-5,8	Prélever 200ml de la solution T3, puis compléter à 1000ml									
T5 Oued chélif naturelle corrigé puis dilué à 40%	5,5-5,8	Prélever 400ml de la solution T3, puis compléter à 1000ml									

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

1. Hauteur finale des plantes

Le test de Newman et Keuls ($\alpha = 5\%$) classe les traitements testés en

cinq groupes homogènes à savoir le groupe (a), (b), (c), (d) et (e). Les plantes irriguées par la solution saline naturelle T1 ont donné les hauteurs finales les plus faibles. Cette réduction est due à la présence d'une grande quantité de sel dans le

sol qui provoque la diminution de la moyenne de la division et l'allongement cellulaire, et par conséquent une réduction de la croissance des plantes [6]. Figure 1.

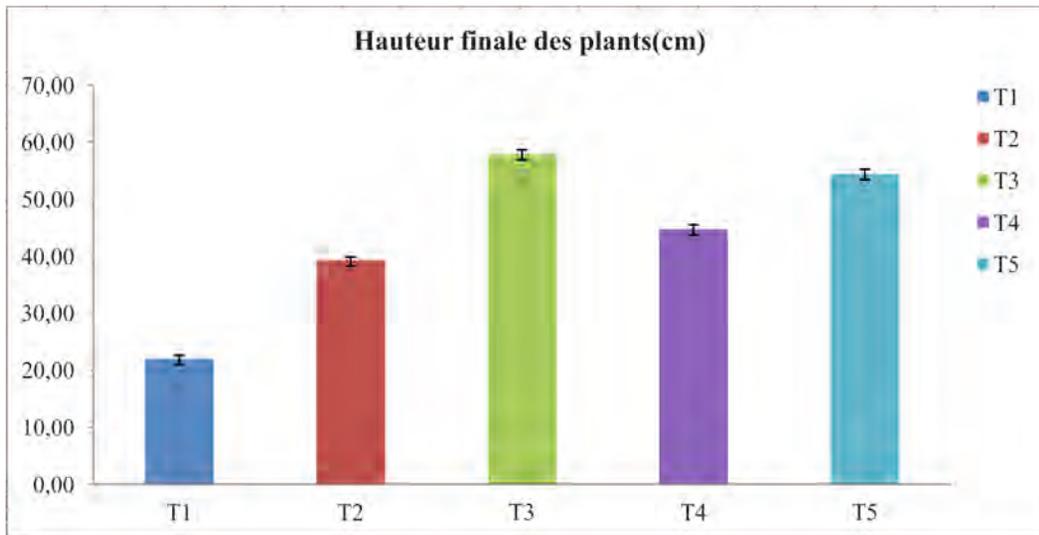


Figure 1 : Hauteur finale des plantes de haricot

A l'inverse les plantes alimentées par le traitement salin corrigé T3 présentent les hauteurs finales les plus importantes, et ce en raison de l'équilibre ionique parfait milieu alimentaire.

Pour les plantes irriguées par le traitement T2 à savoir milieu salin naturel à pH corrigé ainsi que les plantes des traitements T4 et T5 où

il y a eut dilution à 20% et 40% ,il a été constaté une amélioration remarquable de la hauteur finale par rapport aux plantes alimentées par le traitement salin naturel T1 et dont le taux d'accroissement le plus important de la hauteur finale des plantes est observé au niveau du traitement T5 et qui est de 147% par rapport au T1.

2. Biomasse fraîche totale

Il est à remarquer que les plantes alimentées par la solution saline corrigée T3 présentent la production de biomasse fraîche totale la plus élevée, suivi par le traitement T5, milieu salin corrigé dilué à 40% (figure 2).

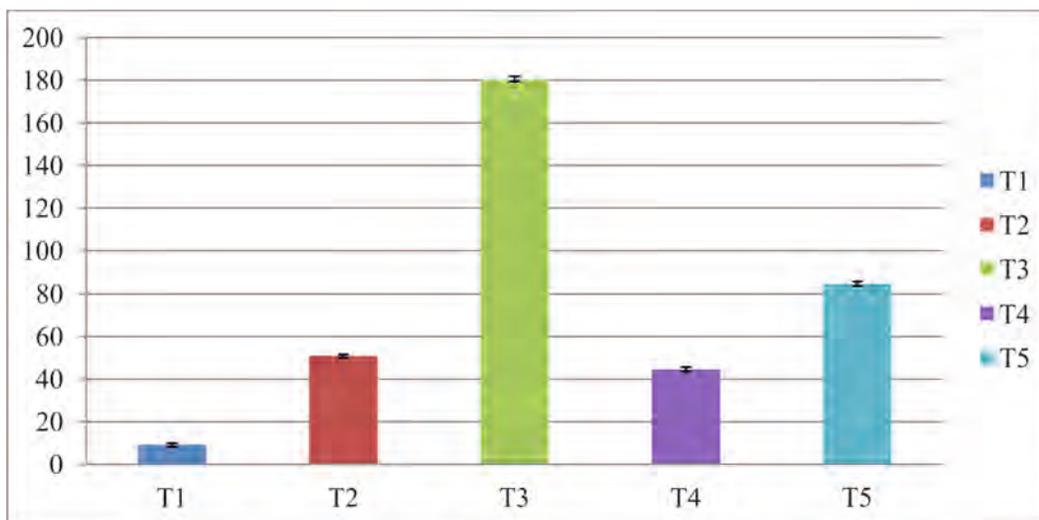


Figure 2: Biomasse fraîche totale

Par contre, le traitement salin naturel T1 présente les plantes les moins vigoureuses. Le poids frais produit est plus faible avec des valeurs de 9.28 g par plante, ce qui montre l'effet nocif de la salinité sur la croissance et la production de la biomasse fraîche totale produite. En outre, cet excès de sel réduit le potentiel hydrique, cause des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité. Cet état hydrique altéré mène à une croissance réduite et à une limitation de la biomasse fraîche totale. Selon les travaux de [3], la réduction de la croissance de la

partie aérienne est un mécanisme d'adaptation nécessaire à la survie des plantes exposées à un stress salin. En effet ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles.

La correction du pH de la solution saline naturelle au niveau du traitement (T2) révèle un accroissement important (450%) de

la production de biomasse fraîche totale par rapport à celle produite au niveau du T1, ce qui montre bien l'effet bénéfique du pH sur la stimulation de l'absorption hydrominérale des plantes de haricot.

3. Biomasse sèche totale

Les plantes alimentées par le traitement T3 présentent la biomasse sèche la plus importante compte tenu la richesse du milieu en macros et micros éléments indispensables aux plantes de haricot ainsi que le pH favorable à leur assimilation (figure 3).

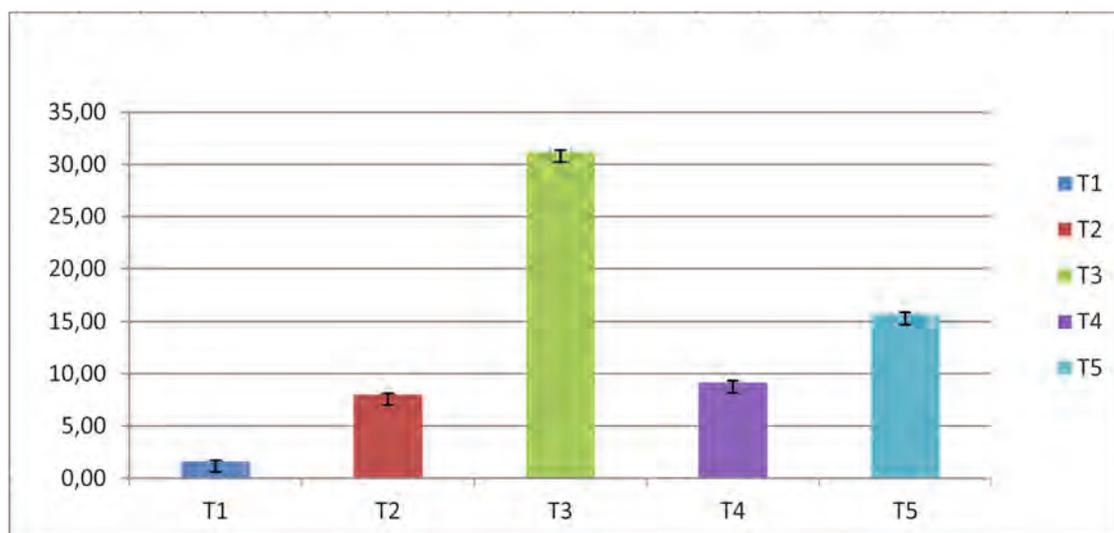


Figure 3: Biomasse sèche totale

La solution saline diluée à (40%) T4 ainsi que la solution saline naturelle partiellement corrigée T2, présentent les biomasses sèches totales les moins importantes par rapport à celles issues des traitements T3 et T5. La salinité du traitement T1 présente le paramètre mesuré le plus faible et ce en raison du déséquilibre de la balance

ionique et du pH défavorable du milieu nutritif se traduisant inévitablement par une réduction de la biomasse sèche totale.

A ce propos, [7] note que les concentrations salines élevées provoquent une sécheresse physiologique précoce, ce qui rend de plus en plus difficile l'absorption d'eau et de nutriments par les plantes

stressées.

Le taux de la matière sèche au niveau des traitements les plus salins s'explique par une accumulation plus élevée des éléments minéraux et de matières solides (sucres principalement). Les mêmes constatations sont faites dans les travaux de [8], [9], [10] et [11].

Aussi, des résultats similaires, ont été rapportés par plusieurs auteurs, entre autres [12].

qui ont expliqué que la réduction de la biomasse sèche était en relation direct avec la salinité en accentuant l'accumulation du Na^+ du Cl^- qui s'avèrent être très nocifs pour la croissance des plantes. En effet, selon [13] la salinité inhibe la

croissance des organes de la partie aérienne entraînant un faible taux de la biomasse sèche totale produite. On peut noter également que les dilutions à 20% (T4) et à 40% (T5) du milieu salin corrigée T3 accroissent considérablement les biomasses sèches produites de 404% et de 826% respectivement et ce par rapport au traitement salin naturel T1.

4. Quantité de proline dans les feuilles médianes de la plante

Selon la figure 4, le traitement salin corrigé T3 manifeste au niveau des feuilles médianes de haricot la quantité de proline la plus élevée contrairement aux plantes alimentées par les traitements T4 et T5 qui présentent les quantités de proline les moins élevées (figure 4).

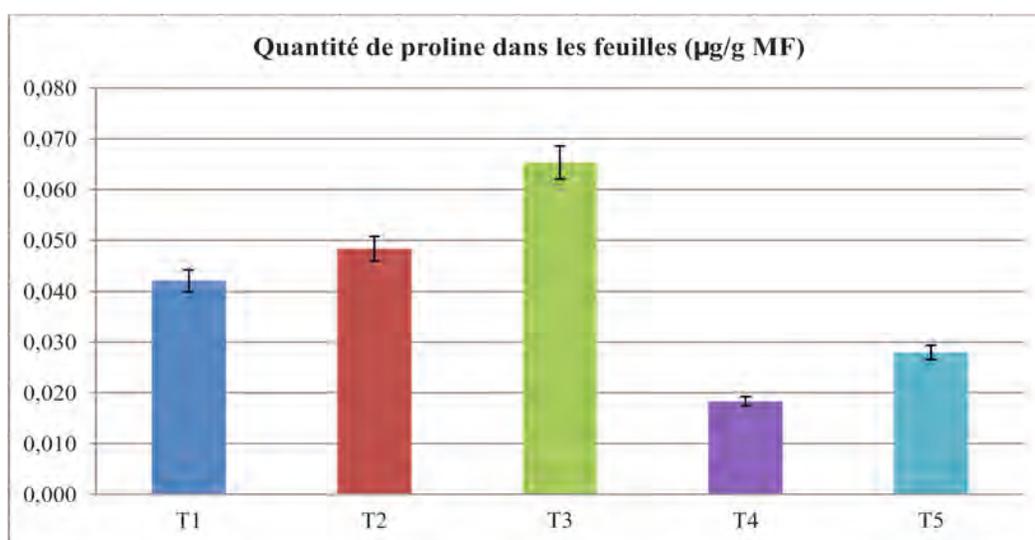


Figure 4 : Quantité de proline dans les feuilles médianes de la plante

La proline augmente de teneur avec l'augmentation de la concentration en sel. [14]. La correction de l'eau saline naturelle T3 améliore considérablement l'absorption hydrominérale des plantes ce qui montre bien que le milieu nutritif est convenable pour les plantes de haricot. Par conséquent, en corrigeant le traitement salin naturel T1, l'osmolarité externe devient alors élevée et donc supérieure à l'osmolarité interne au niveau cellulaire des plantes arrosées par le traitement T3. Afin de permettre le passage de l'eau du milieu externe (le moins concentré) vers le milieu interne (le plus concentré) les plantes élaborent plus de proline afin de réguler la pression osmotique interne au niveau

cellulaire.

On constate que les plantes stressées accumulent moins de proline, ceci est dû au fait que les milieux nutritifs sont chargés en sel qui crée un déséquilibre du potentiel osmotique extérieur qui reste plus fort, induisant une réponse de défense qui se traduit par une production de proline pour réajuster l'osmolarité interne et permettre à l'eau de passer du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré. A ce propos [15] indique l'effet dépressif de la salinité sur la croissance est accompagné de modifications biochimiques et ultra structurales. La proline et les sucres solubles se sont significativement accumulés dans les feuilles sous

l'effet du sel.

Des résultats similaires ont été trouvés dans les travaux de [16] où il a été indiqué que, l'augmentation de la teneur en proline dans les feuilles est en fonction de l'augmentation de la salinité.

5. Nombre moyen de gousses par plante

Selon la figure 5, la salinité exerce une influence remarquable sur le nombre total de gousses par plante. Le nombre de gousses le plus important est obtenu au niveau des traitements T3 et T5, tandis que le plus faible, il est observé au niveau des plantes alimentées par le traitement salin naturel T1 (Figure 5).

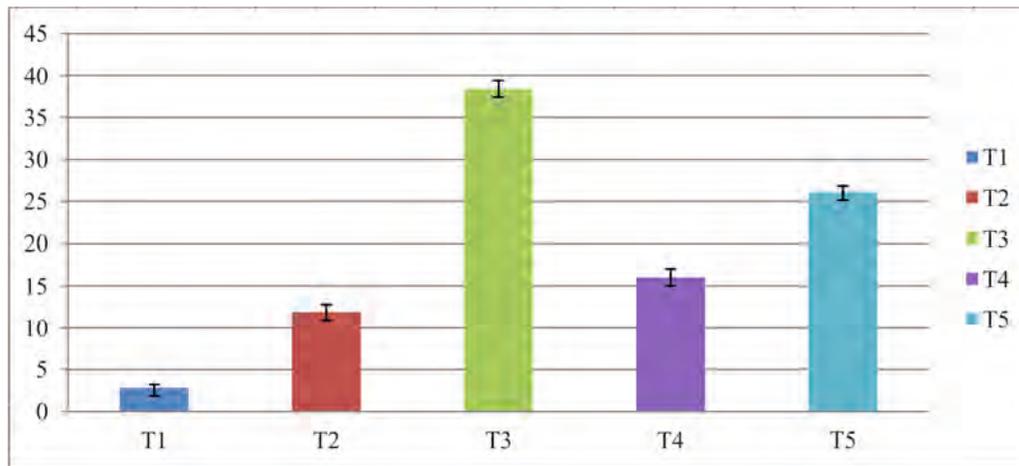


Figure 5: Nombre moyen de gousses par plante

Il est à signaler que la correction de la solution saline naturelle exerce une action significative sur la production de gousses au niveau du traitement T3 et même au niveau du traitement dilué à 40% à savoir le T5. Par contre la salinité au niveau du traitement T1 provoque une réduction accrue du paramètre mesuré.

De ce fait, on déduit que le déséquilibre ionique et la mauvaise alimentation hydrominérale dans les milieux salins (T1 et T2) est la cause principale de la diminution du nombre de fruits.

Des résultats semblables ont été obtenus dans de [8] où ils montrèrent que le nombre de fruit dépend de l'alimentation hydrominérale et de l'équilibre ionique des milieux nutritif et notamment l'équilibre entre le potassium et le calcium.

Il est constaté que la correction du pH améliore la capacité des plantes à produire des gousses puisque les plantes alimentées par le traitement T2 enregistrent un accroissement du nombre de gousses de plus de trois fois par rapport à celui produit au niveau des plantes alimentées par le traitement T1.

CONCLUSION

Les résultats présentés ont montré que la correction d'une eau saline naturelle améliore considérablement la croissance et le développement des plantes de haricot et ce grâce au bon équilibre nutritionnel du milieu alimentaire et de son pH favorable permettant une bonne assimilation des nutriments. La correction de pH à une valeur comprise entre 5,5 et 5,8 au niveau du traitement salin naturel T2 présente sur les plantes de haricot une action remarquable sur la majorité des paramètres étudiés et ce par rapport au traitement salin naturel T1 à pH alcalin. On conclut de ce fait que la correction de pH peut être une solution non négligeable pour les productions légumières en milieu salin.

Les traitements salins corrigés puis dilués à 20 et à 40% T4 et T5 respectivement ont donné des résultats intéressants au niveau des différents paramètres mesurés. La dilution de la solution nutritive permet de faire abaisser la concentration ionique des sels nocifs dans le milieu nutritif, à la surface et au niveau des racines tout en améliorant l'efficacité de l'eau

absorbée, ce qui offre à la plante une assez bonne absorption hydrominérale [16].

Aussi, nous constatons que le traitement salin naturel (T1) manifeste une augmentation significative de la matière sèche totale (feuilles + tiges) par rapport aux autres traitements testés (T3, T5, T4, T2), et ce cause le dessèchement précoce des plantes dû à la mauvaise croissance des plantes et à l'inhibition de la photosynthèse au niveau des chloroplastes en particulier par l'accumulation du sodium et des chlorures au niveau des jeunes feuilles qui limitent le mouvement des stomates et de la photosynthèse.

L'accumulation des sels dans le milieu salin naturel T1 entraîne une toxicité partielle vis à vis des plantes en début de culture. Au fur et à mesure du développement végétatif, on remarque plus ou moins une adaptation des plantes à ce milieu de culture, néanmoins, les plantes de haricot finissent par se dessécher.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Quezel, P., et Barbero, M. (1993). Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis la pliocène, Enseignement de la flore et de la végétation actuelle, Bull. Ecol., (24) : 191-202.
- [2]. Vance, P.C. (2001). Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources, Plant Physiol, 27: 390-397.
- [3]. Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance, Trends Plant Sci, 6 : 66-71.
- [4]. Morard, P., et Martinez, S. 2000. Recyclage des solutions nutritives en culture hors-sol, Forum Graines de chercheurs, ENSAT, Toulouse.
- [5]. Urban, L. (1997). Introduction à la production sous serre (L'irrigation fertilisante en culture hors sol). Ed. Lavoisier Tec & Doc. Paris. 210p.
- [6]. IBRAHIM KHALIL M. A., 1998 : Les relations hydriques et l'irrigation (les sols salins, les cultures protégées et les productions légumières). Ed Manchaat El Maàrif, Egypt, 442p.
- [7]. Hopkins. W.G., 2003 : Physiologie végétale. Ed. De Boeck. Paris. 495p.
- [8]. Lopez. M., Satti. S., et Al-Said. A., 1994: Salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. Communication in soil science and plant analysis. Pant anal., vol. 25, n°5-6. pp: 501-510
- [9]. Balibrea. M.E., Perez-Alfocea. F., Cruz. A.S. et Estan. M.T., 1996: Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in commercial tomato hybrid. Plant & Soil. 180(2): pp: 251-257.
- [10]. Houssine. D., 2004 : Effets de toxicité du magnésium lié aux sulfates et aux chlorures chez certaines variétés de tomates conduite sous serre en culture hydroponique. Th. Mag. I. N. E. S. Blida. 92p.
- [11]. Houchi. R., Coudret. A., 1994 : Essai d'utilisation de l'ajustement osmotique comme critère physiologique pour la sélection variétale des triticales tolérants au chlorure de sodium, Revue, milieu aride vol 6. pp : 99 - 109
- [12]. Bouzid, S. 2010 Etude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement éco physiologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. Thèse magistère Biologie Végétale. Université Mentouri Constantine. 178p.
- [13]. Doudech N., Mhamdi M., Bettaieb T., & Denden M., 2008 : Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon (*Psapalum notatum flüggé*). Tropicultura 26 (3), pp 182-185.
- [14]. Ben Khaled L., Morte Gomez A., Honrubia M., Oihabia A., 2003: Effet du stress salin sur en milieu hydroponique sur le trèfle inoculé par le rhizobium. Agronomie 23, p553-560.
- [15]. Hadjadj S., Djerroudi O., Bissati S., 2010 : Effet de la salinité sur l'accumulation de la proline foliaire d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt aux stades juvéniles. Annales des Sciences et Technologie vol. 2, n°2, Algérie. pp126-134.
- [16]. Morard, P., Caumes, E., et Silvestre, J. (2003). Influence de la concentration de la solution nutritive sur la croissance et la nutrition minérale de la tomate. Canadian Journal of Plant Science, Canada, 299-304.