

IMPACT DES EAUX SALINES NON CONVENTIONNELLES SUR L'ÉCOPHYSIOLOGIE DU CONCOMBRE *CUCUMIS SATIVUS L.* CULTIVÉ EN HORS SOL

BENZAHERA Soraya¹ et
SNOUSSI Sid Ahmed²

1.Laboratoire de recherche
en Biotechnologie des
productions végétales,
Département des
Biotechnologies, Université
de Blida1. B.P. 270, route de
Soumaa, Blida, Algérie.
Email :
soraya-pg-ag@hotmail.com

Reçu le 11 mai 2015,
accepté le 3 juin 2015

Résumé

*Dans les zones arides et semi-arides, les besoins en eau des cultures sont élevés alors que l'eau disponible présente une forte minéralisation défavorable en irrigation. Notre étude a porté sur la culture du concombre (*Cucumis sativus*), variété super-marketer moyennement sensible à la salinité. Les plantes ont été soumises à deux séries de solutions (série 1: eaux salines naturelles T1, T2, T3 et série 2: T1C, T2C et T3C eaux salines corrigées) et une solution nutritive standard notée T4. L'addition de nutriments aux eaux salines naturelles a amélioré considérablement la croissance des plantes qui s'est traduit par un bon fonctionnement des processus photosynthétiques, et une production de biomasse fraîche et sèche importante. Aussi, nous notons une accumulation plus importante de proline et des sucres solubles dans les différentes parties de la plante.*

Mots clés : concombre, hors-sol, proline, salinité, sucres solubles

INTRODUCTION

La salinité constitue un facteur limitant pour la production des cultures irriguées. Elle intéresse environ un milliard d'hectares dans le monde dont 3,2 millions d'hectare en Algérie. Quand elle est excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures. Cependant, les caractères physiologiques et génétiques des plantes liés à cet aspect sont diversifiés. A l'échelle de la plante entière, les ions chlorure et sodium entrent par les racines, sont véhiculés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là, ils sont soit stockés (plantes inclusives), soit au contraire très peu retenus et mobilisés par la

sève phloémique jusqu'aux racines (plantes exclusives). Parallèlement, il est connu que le sel affecte la photosynthèse et réduit, par ce biais, la croissance et la production végétale. En effet, selon le degré de salinité dans le milieu, les glycophytes en particulier sont exposées à des modifications de leur comportement morpho-physiologique, biochimique et minéral. En effet, la tolérance, dans le cas d'un abaissement du potentiel hydrique, s'exprime par un maintien de la turgescence grâce au phénomène d'ajustement osmotique 1 et 2.

Dans le cadre de cette approche, nous avons procédé à des mesures biométriques (biomasse fraîche et sèche de la partie aérienne), et aux dosages de quelques paramètres biochimiques (proline, sucres solubles et chlorophylle) sur des plantes de tomate.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel végétal

L'espèce utilisée pour réaliser l'expérimentation est le concombre (*Cucumis sativus*), variété supermarket dont les semences proviennent de l'I.T.C.M.I. (STAOULI) et ayant une pureté de 85%.

2. Lieu de l'expérimentation

Notre expérimentation s'est déroulée au niveau de la station expérimentale de département des sciences agronomique de l'université de Blida située dans la

plaine de la Mitidja, dans une serre en polycarbonate dont l'orientation est nord-sud. L'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre. Le chauffage de la serre en période froide est réalisé à l'aide des radiateurs à eau chaude.

3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué par la combinaison de deux facteurs : (facteur solution à 7 niveaux et facteur variété à 1 niveau). L'ensemble est composé de sept (7) traitements. Chaque traitement comporte 14 répétitions,

soit 98 plants au total.

4. Description des différents traitements

Les traitements utilisés sont des eaux salines non conventionnelles provenant de la région de Cheliff. 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 de différents traitements

Tableau 1 : Composition des différents traitements

Références eaux	pH	CE	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ⁻³	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺
Eau de Blida naturelle	7,20	0,59	0,35	1,80	0,00	0,60	0,80	1,30	2,80	1,80	0,00
T ₁ E.S.N	7,80	2,87	0,35	0,00	0,00	14,80	9,40	9,90	9,25	9,20	0,35
T ₁ C T ₁ corrigé	5,50	3,58	10,20	1,80	3,30	12,95	9,40	9,90	9,25	9,20	4,35
T ₂ E.S.N	7,80	2,87	0,35	0,00	0,00	15,65	8,55	9,90	9,25	9,20	0,35
T ₂ C T ₂ corrigé	5,50	3,58	10,20	1,80	3,30	13,80	8,55	9,90	9,25	9,20	4,35
T ₃ E.S.N	7,80	2,87	0,35	0,00	0,00	14,80	9,40	9,90	9,25	9,20	0,35
T ₃ C T ₃ corrigé	5,50	3,58	10,20	1,80	3,30	12,90	9,45	9,90	9,25	9,20	4,35
Eau de Blida Corrigée (T)	5,50	1,56	10,20	1,80	3,30	0,60	1,50	1,30	5,10	1,80	4,25

E.S.N^r: Eau saline naturelle la quantité des éléments en méq / l

5. Paramètres étudiés

Afin d'évaluer le comportement et l'évolution de notre espèce, différents paramètres ont été mesurés : Paramètres biométriques, Paramètres de production et les Paramètres biochimiques

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Matière fraîche et sèche produite

Le poids frais et sec de la partie aérienne et racinaire de chaque plante, est pesé au moment de la coupe afin de calculer la moyenne. Les résultats sont présentés dans la figure 1.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes moyennes mesurées de la biomasse produite au niveau de la partie aérienne et la partie racinaire. Les meilleures valeurs mesurées ont été enregistrées au niveau des traitements corrigés (T₁C, T₂C, T₃C) et le témoin (T₄) dont la biomasse la plus élevée est celle du traitement (T₄). De nombreux travaux ont mis en évidence l'effet de la correction des eaux salines dans l'amélioration de l'alimentation minérale des plantes. Les plantes irriguées par les solutions salines naturelles (T₁, T₂ et

T₃), présentent une biomasse faible quelque soit le type de combinaison des sels dans ces trois traitements, soit à une régression de 90% par rapport à la biomasse produite par les plantes témoin (T₄). Aussi, la biomasse des racines est influencée par le stress salin. En effet, les plantes issues des solutions salines naturelles, donnent un chevelu racinaire chétif. Ceci peut être expliqué par l'accumulation des sels nocifs au niveau des racines de la plante tels que le Na₂SO₄, MgCl₂ et le NaCl.

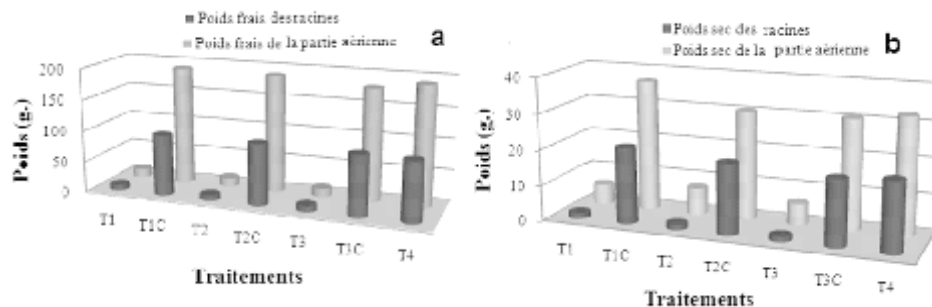


Figure 1: Variation du poids frais et sec des différentes parties du concombre sous l'effet des traitements

L'effet de la correction des solutions salines naturelles améliore le développement du chevelu racinaire par rapport au témoin (T_4). A cet effet Diehil 3, note également que la concentration élevée du sel dans le sol peut augmenter la pression osmotique qui devient égale ou dépasse celle de suc cellulaire des racines. Dans ce cas, le végétal subit un flétrissement temporaire qui peut devenir permanent en cas de déficit

hydrique durable.

Pour ce qui est de la biomasse des tiges, on remarque que la salinité provoque une réduction du poids des tiges. Ce résultat est confirmé par Munns 4, qui ont montré que la réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et du développement des plantes.

2. Paramètres de production

2.1. Estimation du nombre de fruits par plante

Le comptage de ce paramètre est réalisé au niveau de chaque plante et par traitement. Les résultats relatifs au nombre de fruits produits par plante sont présentés dans la figure 2 :

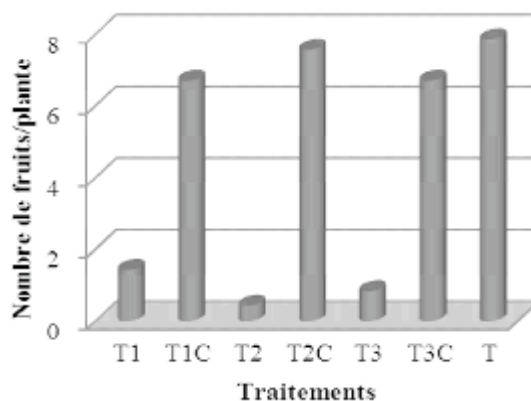


Figure 2 : Effet des traitements sur le nombre de fruits

Les plantes issues des solutions salines naturelles (T_1 , T_2 et T_3) manifestent les valeurs les plus faibles. Les fleurs nouées ne donnent que des petits fruits. Les stades grossissement et maturation ne sont pas atteints. 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 ce qui

réduit leur croissance et leur surface foliaire, tout en ayant pour conséquence une diminution de la capacité photosynthétique de la plante entière.

A l'inverse, les plantes irriguées par les solutions salines corrigées donnent un nombre de fruits élevé et de qualité qui résulte d'un équilibre parfait des milieux nutritifs correspondant. Des résultats similaires ont été observés par les travaux de Satti 2, où ils montrèrent

que le nombre de fruit dépend de l'alimentation hydrominérale et notamment de l'équilibre parfait de K^+ et de Ca^{++} .

2.2 Poids frais des fruits par plante

Le poids frais des fruits par plante est obtenu par pesée de chaque fruit au moment de la récolte. Les résultats sont présentés en gramme dans la figure 3.

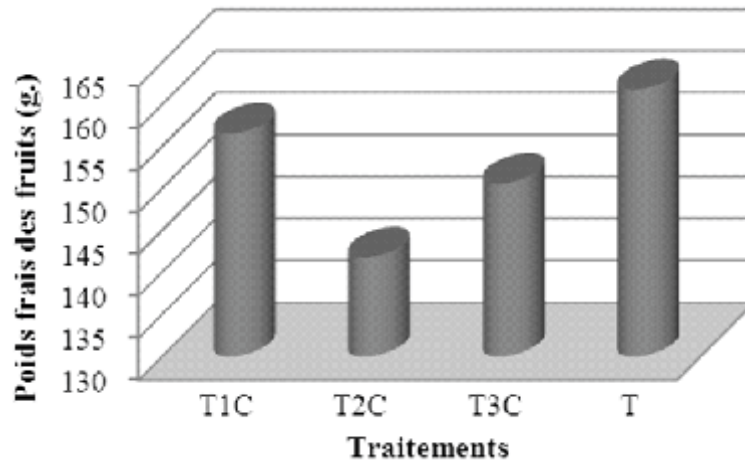


Figure 3 : Effet des traitements sur le poids frais des fruits

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative ($p < 0.001$) entre les différentes moyennes mesurées. Les plantes issues des solutions salines corrigées donnent les meilleures productions, ce qui peut être expliqué par la présence de

l'élément potassium en qualité appréciable dans ces milieux alimentaires. Il est à noter que l'élément potassium favorise un bon développement végétatif et par conséquent accroît les organes de réserves ce qui permet une bonne production de fruit 3.

3.Paramètres biochimiques

3.1.Teneur en chlorophylle a et b

Des dosages de la chlorophylle a et b ont été effectués, afin d'identifier leurs teneurs dans les plantes stressées et non stressées. Les résultats sont présentés par la figure 4.

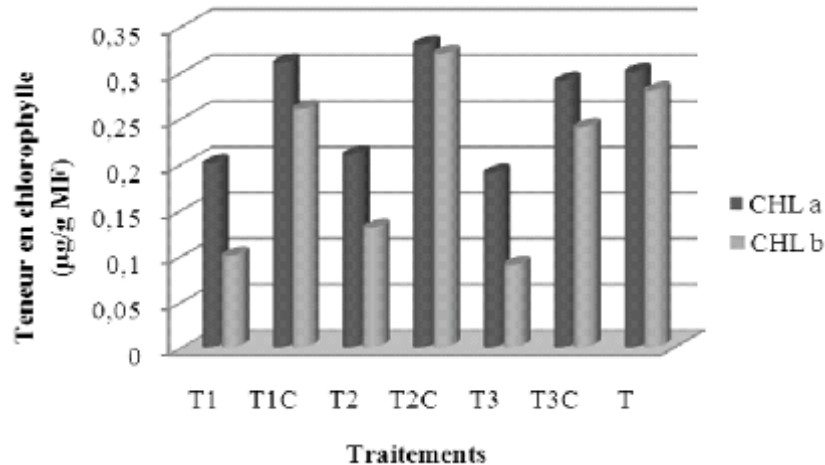


Figure 4 : Effet des traitements sur la Teneur en chlorophylle

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes moyennes mesurées des teneurs de chlorophylle a et b en présence du stress salin. Ces résultats montrent l'effet dépressif du sel sur les plantes du concombre,

ce qui confirme l'étude menée par Ashraf & Foolad 5 qui ont rapporté la diminution du taux de chlorophylle sous des conditions de salinité, et que la diminution est significative chez les génotypes sensibles par rapport aux génotypes tolérants.

Ainsi, il a été constatées que le taux de la chlorophylle (a) diminue en général sous les conditions de stress salin et les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber pendant une période prolongée du stress salin Agastian *et al.* 6.

Les travaux de Cheikh M'hamed *et al* 1, ont montré que dans un milieu salin, la fluorescence chlorophyllienne (b) est affectée par des perturbations au niveau des

chloroplastes.

4. Teneur en proline

Les résultats relatifs du dosage de la proline dans les racines, les tiges

et les feuilles sont présentés dans la figure 5.

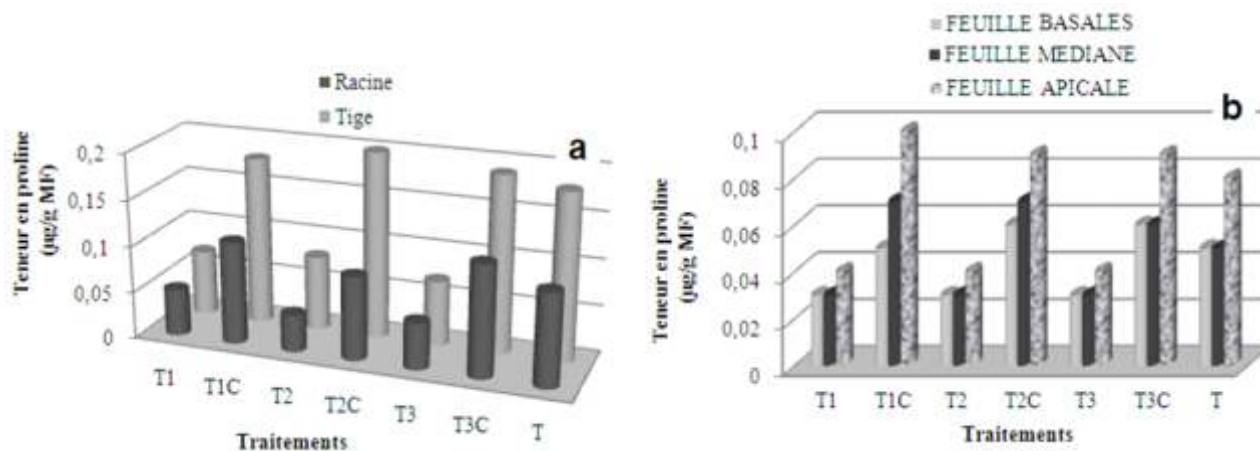


Figure 5: Effet des traitements sur le Teneur en proline dans des différentes parties de la plante du concombre

Les résultats présentés dans les figures ci-dessus nous indiquent que la partie aérienne et la partie souterraine de la plante accumulent la proline de la même manière sous l'effet des différents traitements (Figure 5a).

La correction des eaux salines naturelles permet aux plantes d'absorber l'eau et les éléments nutritifs contenus dans les milieux correspondant ce qui entraîne une accumulation de sels dans les racines en premier lieu, entraînant le déclenchement d'une activité biochimique afin de réduire l'effet nocif des sels sur les tissus et ce par la production accrue de proline au niveau des racines des plantes irriguées par les traitements salins corrigés 7.

La teneur en proline accumulée dans les feuilles atteint les valeurs les plus importantes pour les traitements salins corrigés et ceci quelque soit le niveau de prélèvement de la feuille (Figure 5a).

Il est a rappelé que les plantes irriguées par les traitements salins corrigés produisent plus de proline que celles irriguées par les eaux salines naturelles, les milieux salins corrigés renferment des concentrations en sels plus fortes que celles des traitements salins naturels. Par conséquent, l'osmolarité externe est donc plus forte que le milieu interne de la plante, ce qui nécessite un réajustement interne par une production accrue de proline afin de permettre la survie de la plante par une absorption hydrominérale correcte.

Par contre, 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.

Des résultats similaires ont été trouvés par Ibrahim Khalil 8, où il indique que, l'augmentation de la teneur en proline dans tous les organes de la plante est en fonction de l'augmentation de la salinité.

5. Teneur en sucres solubles

La teneur en sucre soluble est beaucoup plus importante au niveau des traitements salins corrigés dans les différents organes analysés sous l'effet de la salinité, ce qui confirme sa forte mobilité à l'intérieur de la plante (Figure 6).

La diminution des sucres solubles au niveau des plantes alimentées par les eaux salines naturelles serait due à l'arrêt du développement de la plante en raison de la toxicité au sel. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Ben Khaled *et al* 9, qui ont montré que le contenu foliaire en sucres solubles est diminué lorsque la salinité des eaux d'irrigation devient très importante.

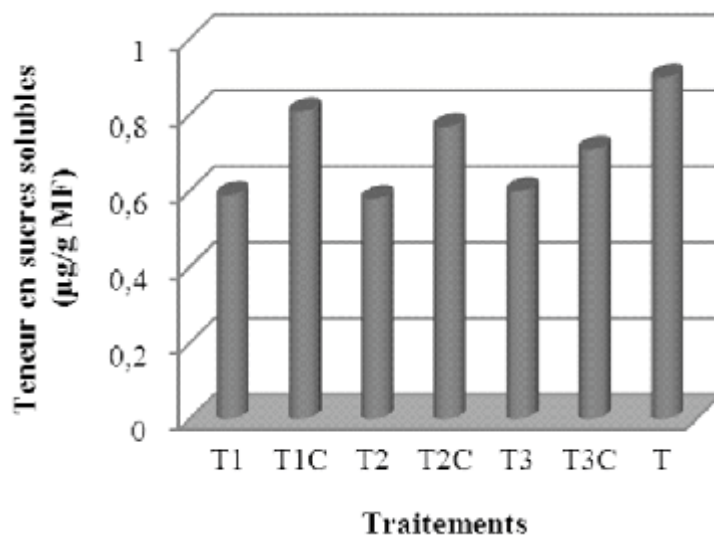


Figure 6 : Effet des traitements sur la teneur en sucres solubles

CONCLUSION

Notre travail a porté sur l'évaluation de l'effet des eaux salines non conventionnelles sur le comportement des plantes du concombre *Cucumis sativus L.* variété supermarketer et de mettre au point l'action du sel sur la production de la chlorophylle et de la proline chez ces plantes qui s'avère être influencée.

Ce travail nous a permis de déterminer l'influence de six traitements salins dont trois naturels et trois corrigés qui sont comparés par un témoin qui est une solution nutritive standard sur les plantes du concombre cultivées en hors-sol.

L'étude des différents paramètres de croissance et de développement mesurés au stade final de culture à savoir (100 jours après semis) nous a permis de constater que l'utilisation des solutions salines naturelles dans l'irrigation des plantes de concombre limite considérablement la croissance et le développement de ces dernières. Ceci est dû essentiellement au taux de salinité élevé et au désordre

ionique dans les milieux alimentaires 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%.

La correction de la solution saline naturelle a amélioré considérablement les paramètres étudiés durant tous les stades de culture. Ceci est dû principalement à l'équilibre ionique parfait réalisé au niveau de ces solutions et à la présence des macros et micros éléments utiles au développement des plantes de concombre. En effet, nous avons obtenu des plantes vigoureuses avec un nombre de feuilles élevé, et un chevelu racinaire développé, une production importante, et une absorption hydrominérale optimale. Ceci, nous a permis de conclure que la correction des eaux salines joue un rôle prépondérant sur la conduite des plantes de concombre, tout en limitant les dommages provoqués par les sels nocifs en cours de culture.

Les teneurs en matière sèche, et en sucres solubles, sont significativement augmentés au niveau des plantes issues des traitements salins corrigés par rapport aux traitements salins naturels, qui représentent une accumulation accrue des ions au niveau des tissus et une diminution de la biomasse fraîche.

La réponse du végétal face à un stress salin se manifeste par le déclenchement du métabolisme secondaire et par la synthèse des osmo-régulateurs tel que la proline qui agit directement sur l'équilibre osmotique qui assure la vie du végétal. La teneur en proline, même assez faible, suffit d'assurer le réajustement de l'équilibre ionique. La teneur en proline est beaucoup plus importante au niveau des traitements salins corrigés dans les différents organes analysés.

Les teneurs en chlorophylles (A et B) sont des paramètres qualitatifs du fait qu'elles peuvent nous renseigner sur le degré de tolérance de la culture du concombre à la salinité.

Les traitements salins naturels ont une action directe sur le taux de la chlorophylle. Par ailleurs, il faut signaler que la teneur en chlorophylle (A et B) est plus sensible à l'effet du stress salin et de ce fait leurs teneurs sont moindres.

Enfin, ces résultats seront d'un apport important pour participer à une meilleure conduite des cultures maraichères dans les zones arides où la qualité des eaux fournies pour l'irrigation est impropre ou non conventionnelle à l'irrigation.

Cependant, des études à long terme doivent être entreprises afin de justifier le motif environnemental pour l'utilisation de ces eaux salines sans le risque d'accentuer le phénomène de salinisation.

RÉFÉRENCES

1. Cheikh M'hamed H., Abdellaoui R., Kadri K., Ben Naceur M. & Bel Hadj S. (2008). Évaluation de la tolérance au stress salin de quelques accessions d'orge (*Hordium vulgare* L.) cultivées en Tunisie: Approche physiologique, *Sciences & Technologie*, °28 :30 -37.
2. Satti S. (1994). salinity induced changes in vegetative and reproductive growth in tomato. *Commun. Soil Sci. Pant anal.*, 25(5 et 6) :501-510
3. Diehil R. (1975). « *Agriculture générale* », Ed J.B Baillièrre, 396p
4. Munns (2002). « Water relation and leaf expansion: importance of time scale », *J. Exp. Bot.* 51(350):1495-1504.
5. Ashraf M. & Foolad M.R. (2005). Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88: 223-271.
6. Agastian P., Kingsley S.J. & Vivekanandan M. (2000). Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica* 38:287-290.
7. Ziani F. (1984). Estimation du bilan d'absorption des sels totaux chez la tomate cultivée En hydroponie. Thèse. Ing. INA. Alger. P68
8. Ibrahim Khalil M.A. (1998). « *Les relations hydriques et l'irrigation (les sols salins, les cultures protégées et les productions légumières)* », Ed Menchaàt El Maàrif, Egypt, 442p.
9. Ben Khaled A., Morte Gomez A., Honrubia M., Oihabi A. (2003). Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le trèfle inoculé par le Rhizobium. *Agronomie*. 23(7) :553-560.