EFFET DU STRESS SALIN SUR DEUX PARAMÈTRES HYDRIQUES (TURGESCENCE ET TRANSPIRATION) DE JEUNES PLANTS D'*ATRIPLEX HALIMUS* ET *ATRIPLEX CANESCENS.*

BISSATI S.[1], DJERROUDI O.[1], MEHANI M.[2] et BELKHODJA M.[3]
[1.] *Laboratoire des Bioressources Sahariennes. Université Kasdi Merbah, Ouargla (Algérie).*
[2.] *Laboratoire de Génie des Procédés. Université Kasdi Merbah, Ouargla (Algérie).*
[3.] *Laboratoire de Physiologie Végétale. Université d'Oran (Algérie).*
E mails : samia.bouafia@yahoo.fr et zidaneouiza@yahoo.fr

Résumé : Deux paramètres hydriques ont été étudiés au cours de ce travail, en relation avec la tolérance au stress salin, à savoir la turgescence et la transpiration, chez de jeunes plantes d'*Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*. Nous avons déterminé la teneur relative en eau (TRE ou RWC) ou turgescence et la perte d'eau par transpiration (RWL). Pour cela, nous avons testé l'action de sels combinés NaCl + $CaCl_2$ à 400 et 600 meq. Les résultats obtenus après une semaine de stress, montrent que la salinité a un effet hautement significatif sur les deux espèces, caractérisée par une réduction de la turgescence et de la transpiration. Toutefois, cette réduction est plus marquée chez *A.halimus* qu'*A.canescens*. Par ailleurs, quelque soit le paramètre étudié (turgescence, transpiration, surface foliaire, densité stomatique), les valeurs sont augmentées en présence de la solution nutritive seule. Si la concentration saline dépasse 400 meq en sels combinés, que ce soit pour *A. halimus* ou *A. canescens*, ces paramètres diminuent et le sel devient nocif. Les résultats ont également montré l'existence d'une relation étroite entre ces paramètres. Ainsi, lorsque la teneur relative en eau (RWC) diminue, on constate une diminution progressive de la perte en eau (RWL) par transpiration, caractérisée par une fermeture des stomates.

Mots clefs : Atriplex, turgescence, transpiration, halophyte, sels combinés.

Abstract : Two water parameters were studied in this work, in conjunction with tolerance to salt stress, ie the turgor and transpiration in young plants of *Atriplex halimus* and *Atriplex canescens*. We determined the relative water content (RWC or TRE) or turgor and water loss through transpiration (RWL). For this, we tested the action of salts combined NaCl + CaCl 2 at 400 and 600 meq. The results after a week of stress, show that: the salinity has a highly significant effect on both species, characterized by a reduction in turgor and transpiration. However, this reduction is more pronounced as *A.halimus* than *A. canescens*. Moreover, whatever the parameter studied (turgor, transpiration, leaf area, stomatal density) values are increased in the presence of the nutrient solution alone. If the salt concentration exceeds 400 meq salts combined, either for *A. halimus* or *A. canescens*, these parameters decrease and the salt becomes harmful. The results also showed the existence of a close relationship between these parameters. Thus, when the relative water content (RWC) decreases, there is a gradual decrease in water loss (RWL) transpiration, characterized by closure of stomata.

Keywords: Atriplex, turgor, transpiration, halophyte, salt combined.

Introduction

La salinité affecte de grandes surfaces et limite la productivité des végétaux. Dans plusieurs régions du monde, cette situation est aggravée par la raréfaction des réserves en eau douce [1].

Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole. Globalement, plus de 76 millions d'hectares de terres sont affectées par la salinisation dans le monde [2].

La présence de sels solubles en forte concentration dans le sol, affecte les mécanismes physiologiques de la plante, et constitue un facteur limitant majeur de la production végétale [3]. Ainsi, la tolérance des plantes cultivées demeure limitée, compte tenu de la complexité des mécanismes impliqués dans la tolérance des plantes au sel.

Le programme de repeuplement végétal dans les zones arides et semi-arides doit comprendre des espèces manifestant une résistance à la salure. Les halophytes, plantes dotées de caractéristiques requises pour tolérer le sel, semblent constituer un outil précieux pour valoriser les zones marginales fortement salées et menacées par la désertification [1].

L'introduction et l'extension d'espèces fourragères connues pour leur tolérance à la salinité, tels que les Atriplex s'avère intéressante. Ces végétaux poussent généralement dans les sols salés, et en bordures des chotts et des sebkhas. Ils constituent une

réserve fourragère pour les périodes de disettes [4].

Parmi les qualités remarquables des Atriplex, notamment leur rusticité, leur bonne valeur fourragère, leur résistance élevée à la sécheresse, leur excellent rendement pour de faibles doses d'eau et leur faculté de tolérer des salures élevées, en font un outil irremplaçable dans la mise en valeur des régions semi-arides et pré désertiques, ainsi que la lutte contre la désertification. Enfin leur vigoureuse croissance, leur aptitude à supporter des sols lourds, marneux ou salés en font des plantes de choix pour résoudre les problèmes d'érosion.

Conscients des intérêts et de l'importance de l'Atriplex, nous nous sommes intéressés dans le cadre de ce travail à étudier l'effet du stress salin sur deux paramètres hydriques de deux espèces d'Atriplex : *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*.

Matériel et Méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de deux espèces d'Atriplex : *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*. Les graines ont été récoltées au cours de la période de décembre 2007 dans la région de Djelfa.

Méthodes

L'expérimentation a été menée dans des pots, sous serre, au niveau du département de Biologie (Université de Ouargla). Le dispositif expérimental comprend cinq traitements avec 15 répétitions pour chaque espèce (*Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*), dont l'ensemble constitue 150 pots.

Les plantes témoins sont arrosées à l'aide d'une solution nutritive de [5]. Les autres plants sont traités avec la même solution, combinée à une solution saline composée de NaCl +$CaCl_2$ à 400 et 600 meq /l de solution nutritive.

Préparation des graines

Avant leur mise en germination, les graines sont décortiquées manuellement, puis sélectionnées d'après leur morphologie, leur taille, leur couleur (brune) et leur état sanitaire. Elles sont ensuite désinfectées à l'eau de javel pendant 5mn, puis rincées à l'eau distillée trois fois pour éliminer les chlorures. Elles sont ensuite placées dans des alvéoles en plastique, remplies de terreau pour la germination. L'arrosage à l'eau distillée est apporté tous les deux jours.

Préparation des pots

Après 45 jours de croissance, les plantules sont repiquées dans des pots en plastique ayant un diamètre de 16 cm et une hauteur de 13,8 cm. Les fonds sont tapissés de gravier pour assurer le drainage, suivis par un remplissage d'un substrat constitué d'un mélange de sable de dunes et de terreau, à raison de deux mesures de sable et une mesure de terreau (2/3, 1/3). Cette valeur de poids a été retenue pour déterminer la capacité de rétention de ce substrat.

Avant son usage, le sable de dunes a été tamisé afin de le débarrasser d'éventuels débris végétaux et animaux, ensuite lavé à l'esprit de sel pour éliminer les chlorures, les carbonates…etc., puis rincé abondamment à l'eau distillée, et séché à l'air libre. Pour assurer l'élimination des sels du sable, nous avons effectué un test au nitrate d'argent à 1%.

Après le repiquage des plantules dans les pots dont la contenance est de 2280 g, les apports d'eau sont effectués trois fois par semaine à la solution nutritive de [5] diluée à 1/1000ème, apportée à 30% de CR (capacité de rétention) pendant 2 mois après repiquage et à 60% pendant un mois.

Application du stress salin

Le stress salin, appliqué sur les plantes âgées de 04 mois après semis a duré une semaine. Les pots témoins ont été arrosés quotidiennement.

La teneur relative en eau est déterminée selon la méthode de [6], puis par [7]. Le limbe foliaire est coupé à sa base puis immédiatement pesé pour déterminer le poids frais (PF). L'extrémité est ensuite placée dans un tube à essai contenant de l'eau distillée, puis maintenu à l'obscurité à 4°C pendant 12 heures. Les feuilles sont récupérées et essuyées délicatement avec un papier buvard et à nouveau pesées, c'est le poids en pleine turgescence (Ppt). Le poids sec (PS) est déterminé après passage des feuilles dans une étuve pendant 48 heures à 80°C.

La perte d'eau par transpiration (RWL) est évaluée selon la méthode de [8]. La feuille est coupée à la base du limbe, la partie sectionnée est trempée immédiatement dans un tube à essai rempli d'eau distillée et placée à l'obscurité à une température de 4°C pendant 12 heures.

A la pleine turgescence, les feuilles sont essuyées et pesées, ce qui constitue le poids initial (Pi). Elles sont ensuite placées sur une paillasse au laboratoire, à température ambiante.

Des pesées sont effectuées à trois temps différents : après 30 mn (RWL30), 60 mn (RWL60) et 120 mn (RWL120).

Analyses statistiques

Des analyses statistiques basées sur des tests de comparaison des moyennes ont été appliquées aux différents paramètres physiologiques étudiés : turgescence et transpiration, à l'aide du logiciel statistique R (2004).

Résultats

1/ Teneur relative en eau

Chez *Atriplex halimus*

La figure n°1 représente la teneur relative en eau *d'Atriplex halimus* stressé aux sels combinés, elle indique que la turgescence de feuilles est inversement proportionnelle à la concentration des sels combinés. En effet, à 400 meq, la teneur relative en eau est de 62,20%, alors qu'à 600 meq, elle est de 56,39%. En revanche, chez les feuilles des plantes témoins, cette teneur est égale à 65,35%.

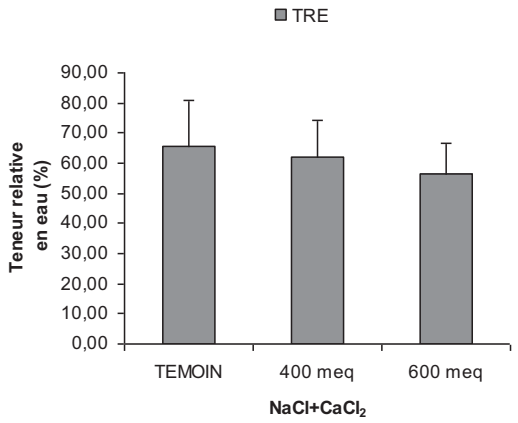

Figure 1 : Teneur relative en eau (TRE) des feuilles d'*Atriplex halimus* âgées de 120 jours, stressées aux sels combinés

L'analyse statistique (tableau 1) montre que la salinité agit très significativement sur la turgescence, quelque soit le traitement, comparativement à celles des plantes témoins. Par contre, le traitement à 600 meq, l'effet de la salinité est hautement significatif sur la turgescence.

Tableau 1: Tests de Kruskall-Wallis comparaison de moyennes sur les variables de la turgescence d'*Atriplex halimus*.

Salinité	Turgescence	Codes
TRE 0	65,34±15,27	*
TRE 1	62,27±12,17	**
TRE 2	56,39±10,60	***

TRE 0 : Turgescence du témoin
TRE 1 : Turgescence à 400 meq de sels combinés
TRE 2 : Turgescence à 600 meq de sels combinés

* : Différence significative (p< 0,05)
** : Différence très significative (p< 0,01)
*** : Différence hautement significative (p< 0,001)

Chez *Atriplex canescens*

D'après la figure n°2, qui représente l'effet des sels combinés sur *Atriplex canescens,* nous remarquons que les teneurs relatives en eau des plantes stressées sont faibles par rapport au témoin (66,25%) et diminue au fur et à mesure que la concentration du milieu augmente. En effet, à 400 meq de sels, la TRE est de 49,23 % et à 600 meq, elle est de 45,48 %.

D'après les résultats obtenus, il semble qu'Atriplex *halimus* présente une tolérance à la salinité plus élevée qu'Atriplex *canescens*, étant donné le maintien de la turgescence plus important chez la première espèce et donc une meilleure régulation osmotique.

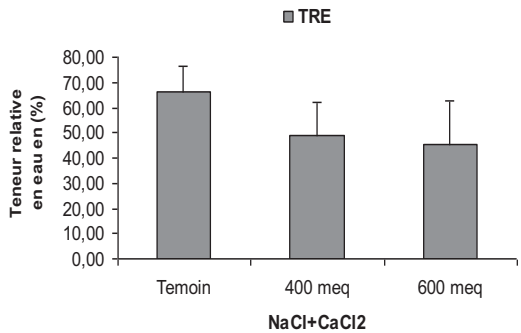

Figure 2: Teneur relative en eau (TRE) des feuilles d'*Atriplex canescens* âgées de 120 jours, stressées aux sels combinés

L'analyse statistique (Tableau 2) indique une différence significative de la turgescence par rapport à la salinité, particulièrement à 600 meq (TRE 2) où nous constatons une différence hautement significative.

Tableau 2: Tests de Kruskall-Wallis de comparaison de moyennes sur les variables de la turgescence d'*Atriplex canescens*

salinité	Turgescence	Codes
TRE 0	66,24 ± 9,99	*
TRE 1	49,23 ± 13,13	**
TRE 2	45,48 ± 17,05	***

TRE 0 : Turgescence du témoin.
TRE 1 : Turgescence à 400 meq de sels combinés.
TRE 2 : Turgescence à 600 meq de sels combinés.
* : Différence significative (p< 0,05)
** : Différence très significative (p< 0,01)
*** : Différence hautement significative (p< 0,001)

2/Variation de la perte d'eau par transpiration (RWL)

Les mesures de transpiration sont effectuées après 30 mn, 60 mn et 120 mn d'exposition.

Chez *Atriplex halimus*

Pour les traitements à base de NaCl +$CaCl_2$ à 400 et 600 meq, nous constatons que la transpiration diminue en fonction du temps (Figure 3):

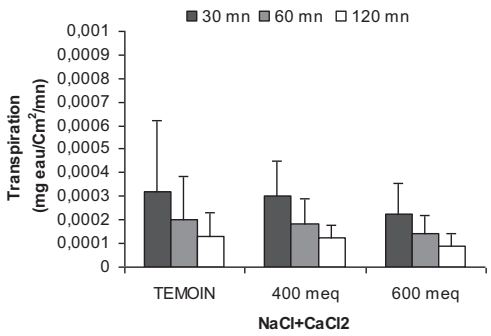

Figure 3 : Déperdition en eau (RWL) des feuilles après 30,60 et 120 mn chez *Atriplex halimus* stressé aux sels combinés

- Après 30 mn, la valeur moyenne de RWL obtenue pour les plantes traitées à la solution nutritive uniquement, est de 32.10^{-5}mg eau/cm^2/mn. Chez les plantes stressées aux sels combinés à 400 et 600 meq, les valeurs respectives sont de 30.10^{-5}mg eau/cm^2/mn, 23.10^{-5}mg eau/cm^2/mn.
- Après 60 mn d'exposition, les valeurs moyennes indiquent que les pertes en eau des plants non stressés sont de 20.10^{-5}mg eau/cm^2/mn et celles des plants traités à 400 et 600 de NaCl +$CaCl_2$, indiquent respectivement 18.10^{-5}mg eau/cm^2/mn et 14.10^{-5}mg eau/cm^2/mn.
- Nous remarquons par la suite une diminution de la transpiration après 120mn d'exposition, aussi bien pour les plants témoins que pour ceux stressés. Les valeurs moyennes enregistrées sont respectivement de 13.10^{-5}mg eau/cm^2/mn et 13.10^{-5} mg eau/cm^2/mn. Quant aux plantes arrosées à 600 meq de sel, le RWL est de 9.10^{-5}mg eau/cm^2/mn.

Le test de Kruskall-Wallis (Tableau 3) montre que la transpiration chez *Atriplex halimus*, est hautement significative pour les traitements à 400 meq (RWL 1) et 600 meq (RWL 2).

Tableau 3: Tests de Kruskall-Wallis de comparaison des moyennes sur les variables de la transpiration d'*Atriplex halimus*

Salinité	Transpiration à 30 mn	Transpiration à 60 mn	Transpiration à 120 mn	Codes
RWL 0	0,00032 ± 0,00029	0,00020 ± 0,00018	0,00013±0,00010	*
RWL 1	0,00030 ± 0,00014	0,00018 ± 0,00010	0,00012±0,00005	***
RWL 2	0,00022 ±0,00012	0,00013 ± 0,00008	0,00009±0,00005	***

RWL 0 : Transpiration du témoin.
RWL1: Transpiration à 400 meq de sels combinés.
RWL 2 : Transpiration à 600 meq de sels combinés.
* : Différence significative ($p< 0,05$)
*** : Différence hautement significative ($p< 0,001$)

Chez *Atriplex canescens*
Les résultats enregistrés (figure 4), montrent que les plantes réagissent en diminuant leur déperdition en eau, lorsque la concentration saline augmente et au cours du temps, ainsi:

- A 30mn, les pertes en eau par les feuilles sont respectivement égales à 17.10^{-5}mg eau/cm^2/mn, 13.10^{-5}mg eau/cm^2/mn et 11.10^{-5}mg eau/cm^2/mn pour les plantes témoins, celles stressés à 400 meq et 600 meq de NaCl +$CaCl_2$.
- A 60 mn, les résultats montrent que la transpiration régresse par rapport aux résultats précédents. Les valeurs respectives sont de l'ordre de 11.10^{-5}mg eau/cm^2/mn, 9.10^{-5}mg eau/cm^2/mn et 7.10^{-5}mg eau/cm^2/mn pour les traitements aux sels combinés et pour les feuilles témoins.
- A 120 mn, les pertes en eau deviennent plus intenses par rapport à celles enregistrés après 30 et 60 mn. Cependant, les plantes non stressées et celles traitées à 400 meq montrent un même comportement. En effet, les pertes en eau sont de 5.10^{-5}mg eau/cm^2/mn, ces valeurs diminuent chez les plantes stressés à 600 meq, pour atteindre 4.10^{-5}mg eau/cm^2/mn

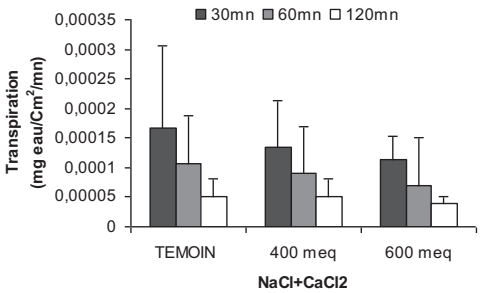

Figure 4 : Déperdition en eau (RWL) des feuilles après 30,60 et 120 mn chez *Atriplex Canescens* stressé aux sels combinés.

L'analyse statistique (Tableau 4) montre que la salinité influe de manière significative sur la transpiration, avec les traitements à 400 et 600 meq par rapport aux autres traitements.

Tableau 4 : Tests de Kruskall-Wallis de comparaison des moyennes sur les variables de la transpiration d'*Atriplex canescens*

Salinité	Transpiration à 30 mn	Transpiration à 60 mn	Transpiration à 120 mn	Codes
RWL 0	0,00016 ± 0,00013	0,00010 ± 0,00008	0,00005 ± 0,00003	**
RWL 1	0,00013 ± 0,00008	0,00009 ± 0,00008	0,00005 ± 0,00003	***
RWL 2	0,00011 ± 0,00004	0,00007 ± 0,00008	0,00004 ± 0,00001	***

RWL 0 : Transpiration du témoin.
RWL 1 : Transpiration à 400 meq de sels combinés.
RWL 2 : Transpiration à 600 meq de sels combinés.
** : Différence très significative ($p< 0,01$)
*** : Différence hautement significative ($p< 0,001$)

Discussion et conclusion
A travers les résultats obtenus et les analyses statistiques effectuées, il en ressort que :

La turgescence varie inversement avec le taux de salinité ; lorsque la salinité du milieu augmente, la teneur relative en eau diminue.

Cette variation est importante chez *Atriplex halimus* par rapport à *Atriplex canescens. A. halimus* est caractérisé par une forte capacité d'absorption et une accumulation préférentielle du chlore et du sodium dans les feuilles. La contribution de ces ions peut rendre compte de la presque totalité de l'abaissement du potentiel osmotique [9].
La teneur relative d'eau dans les feuilles est un bon indicateur de l'état hydrique, elle diminue légèrement chez les plantes stressées à la salinité. Cela se remarque particulièrement lorsque le végétal est soumis à 600 meq de sels, ce qui semble être un comportement de résistance au stress salin. En effet, les teneurs relatives en eau obtenues sont de 65,34%, 62,20%, et 56,39% pour *Atriplex halimus* et de

66,25%, 56,79%, 55,51%, 49,23% et 45,48% pour l'*Atriplex canescens*, représentant respectivement le témoin et les sels combinés à 400 et 600 meq.

L'absorption d'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante et pouvoir ainsi diluer les sels introduits dans les cellules.

Ces constatations sont confirmées par plusieurs travaux. En effet, le stress salin, induit des changements au niveau du statut hydrique de la plante [10], [11], réduit le contenu relatif en eau des feuilles [9], diminue la transpiration [12] et l'absorption hydrique par les racines [13]. Ce fait a été établi chez des plantes de résistance différentes comme *Zygophyllum album* et *Atriplex verrucifera.*

Nos résultats peuvent aussi s'expliquer par le phénomène d'ajustement osmotique, caractérisé par la diminution du potentiel hydrique, permettant ainsi de maintenir les mouvements d'eau vers les feuilles et par conséquent leur turgescence [14], [15] et [16]. En effet, lors d'un stress salin, il y'a l'accumulation au niveau cellulaire d'osmoprotecteurs qui sont des composés fortement solubles, neutres, incluant des métabolites secondaires tels que la glycine bétaine, des polyols tels que le mannitol, ou autres composés tels que les sucres [17], [18], [19], [20], [21], [22] et [23].

L'analyse de la teneur relative en eau, permet de décrire d'une manière globale le statut hydrique de la plante et d'évaluer l'aptitude à réaliser une bonne osmorégulation et de maintenir une turgescence cellulaire [24]. Une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire. Celle-ci est associée à une baisse de la turgescence, elle-même liée à la diminution du gradient du potentiel hydrique entre les tissus de la plante et le milieu. Les halophytes et quelques glycophytes tolérantes réalisent l'ajustement osmotique en concentrant les sels dans leurs tissus. Mais les sels deviennent toxiques, dès lors, une des stratégies d'adaptation consiste à synthétiser des osmoprotecteurs, principalement des composés aminés (proline) et des sucres [25].

Nos résultats ont montré également que plus le stress s'intensifie et plus la teneur relative en eau (TRE ou RWC) chute. Ces résultats sont en conformité avec les travaux de [26] ayant indiqué que chez *Atriplex halimus L.* stressé au NaCl et à l'eau de mer (50% et 100%) la TRE diminue; [9] chez *Casuarina glauca,* [27] chez la luzerne et de [28] et [29] chez le blé. De même, [30] montrent une diminution du contenu relatif en eau et une réduction significative de la production de biomasse totale.

Le comportement des deux espèces par rapport à la transpiration, en fonction de la salinité semble identique. En effet, face à des teneurs en sel élevées, les pertes en eau des feuilles diminuent considérablement afin de conserver une certaine turgescence cellulaire permettant une bonne tolérance à la salinité.

Nous remarquons également que plus le stress est sévère est plus les pertes en eau par les feuilles diminuent.

D'après ces résultats, on note d'importantes variations des données, enregistrées chez les deux espèces. Les valeurs obtenues montrent que l'influence du stress salin à travers les pertes en eau par transpiration s'exprime beaucoup plus chez les plantes d'*Atriplex halimus* qu'*Atriplex canescens*.

Plusieurs travaux ont montré que lorsque la salinité augmente, la transpiration, la surface foliaire et la densité stomatique diminuent.

La transpiration varie en fonction de la surface foliaire, par relation de proportionnalité. [31] indiquent que les concentrations élevées de NaCl réduisent fortement la surface foliaire et augmentent la succulence des feuilles et la densité stomatique. De même, [32] précise que, le sel induit à une augmentation de l'épaisseur des feuilles et de la taille des cellules palissadiques chez les halophytes et une réduction de la densité stomatique. On en déduit donc que les feuilles de l'Atriplex ferment généralement leurs stomates lorsque le stress salin s'intensifie, pour minimiser les pertes en eau. Le maintien d'une certaine quantité d'eau intracellulaire, permet également de diluer les sels introduits, ce qui explique la difficulté d'observer les stomates au microscope optique. [33] et [34] pensent que cette résistance stomatique se manifeste par une présence de nombreux stomates de petites tailles et à fermeture rapide.

[35] notent que, les plantes soumises à un stress salin ferment leurs stomates plus tôt que les plantes en conditions normales, cela augmente la résistance stomatique du fait de la diminution de l'absorption hydrique. En outre, [36] et [37] ont établi la relation entre la transpiration et la résistance stomatique chez *Arabidopsis thaliana,* par l'augmentation de cette résistance lors du stress salin, afin de minimiser les pertes

d'eau. Selon [38] et [39], la transpiration devient plus importante dans le cas des feuilles à cuticule mince.

En conclusion, les résultats indiquent que la transpiration chez *Atriplex halimus* est plus importante que chez *Atriplex canescens*, due essentiellement à la taille des feuilles. En effet, la surface foliaire d'*A. canescens* est inférieure à celle d'*A. halimus* impliquant ainsi une réduction du nombre de stomates conduisant à une économie d'eau plus élevée.

Références

[1] Abdelly C., 2004 – Effet du déficit hydrique sur la croissance et l'accumulation de la proline chez *Sesuvium portulacastrum.* Revue des régions Arides, Tome 1, No. Spécial : 234-241.

[2] Beldjoudi Z., et Daoud Y., 2002- Conséquence de la salinité sur l'antagonisme Na+/K+ chez six cultivars de blé dur. IIIéme Journées scientifiques sur le blé. 11-12-13 Février G.B.B.V.-D.S.N.V.- I.T.G.C., Univ. Mentouri., Constantine : 98-99.

[3] Bajji M., Lutts S., and Kinet M., 1998 – Salt stress effect on roots and leaves of Atriplex halimus L. and their cooresponding callus cultures. Plant science. Ed.: ELSERVIER SCIENCE. Irland. (137); pp : 131-142.

[4] Le Houerou H.N., 1992- The role of saltbusches (Atriplex sp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems* 18: 107-148.

[5] Hoagland D., 1938 – The water culture method for growing plant without soil. *Calif. Agric. Exptl. Sta. Cir*. 347 :1-39.

[6] Barrs H.D. and Weatherley P.E., 1962 - Are-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Aust. J. Sci. 15-412.

[7] Scippa G., DI Michele M., Onelli E., Patrignani G., Chiatante D., and BRAY E., 2004 - The histone-like protein H1-S and the response of tomato leaves to water deficit. J.Exp.Bot. 55: 99-109.

[8] Clarke J.M., and Mclaig T.M., 1989- Excised leaf water Capability as an indicator of drought resistance of triticum genotypes. Can. J. Plant Sci., 62: 571- 578.

[9] Albouchi A., Bejaoui Z., et Hedi El Aouni M., 2003 – Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sue la croissance de jeunes plants de Casuarina glauca Sieb. Edit. Science et changements planétaires. Sécheresse. Vol. 14, (3), pp137-142.

[10] Hasegawa P.M., Bressan RA., Zhu JK., and Bohnert HJ., 2000 – plant cellular and molecular responses to high salinity. Edit. Plant Mol Biol Vol. 51, pp 463-499.

[11] Fricke W., and Peters W.S., 2002 - The biohysics of leaf growth in salt sressed barley. A study at the cell level. Plant Physiol 129: 374 - 388.

[12] Rengasamy P., 2006 - World salinization with emphasis on Australia .Journa of Experimental Botany. 57, (5), p. 1017-1023.

[13] Snoussi S.A., Halitim A., et Valles V., 2004 - Absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot. Agriculture, 13, (3), p.283-287.

[14] Morgan J.A., 1983- Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Aust. J. Agric. Res.34, 607-614.

[15] Ludlow M.M., Fisher M.J., and Wilson J.R., 1985 – Stomatal adjustment to water deficits in three tropical legume grown in controlled conditions and in the field-Austr. Edit. Plant Physiol. Vol. 12, pp131-149.

[16] Monneveux P., 1989 – les céréales à paille : présentation générale *in Amélioration des espèces végétales cultivées*. Edit. INRA. Paris, pp. 13-21.

[17] Levitt L.K., 1980 – promotion of stomatal opening by indoleactic acid and ethrel in epidermal strips of *Vicia faba* L. Edit. Plant Physiology, Vol. 85, pp318-321.

[18] Yeo A., 1983 – Salinity resistance : physiologies and prices. *Physiol. Plant*, 58. p.214-228

[19] Yeo A., 1998 - Molecular biology of salt tolerance in the context of whole plant physiology. Journal of Experimental Botany, 49: 915-929.

[20] Hu W.Y., 2000 - Carbohydrate deposition and partitionning in elongating leaves of Weat under saline soil conditions. Australian Journal of Plant physiology, 27: 363- 370.

[21] Mansour M., 2000 – compared effects of sudden and progressive impositions of salt stress in three durum wheat (Triticum durum Desf.) cultivars. Journal of plant physiology 154, 743-752.

[22] Chen T.H.H., et Murata N., 2002 - Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes, current opinion in Plant Biology, 5: 250- 257.

[23] Gar A.K., Kim J.K., Owens TG., Ranwala A.P., Choi Y.D., Kochian L.V., and Wu R.J., 2002- Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 99: 15898-15903.

[24] El Djaafari S., 2000 - Durum wheat breeding for abiotic stresses resistance: Definin physiological traits and criteria. Option Mediterranean, 40 : 251- 256.

[25] Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse Delbart F., 1995- Les plantes face au stress salin. Agricultures.4, (4), p.263-273p.

[26] Soualem S., 2005 - Contribution à l'étude des comportements morpho physiologiques, anatomiques et biochimiques d'une halophyte, *Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Thèse de magister 79 p.

[27] Mefti M., Abdelguerfi A., et Chebouti A., 2000 – Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques espèces de *Médicago truncatula* (L.) Gaertn. Edit. Revue sécheresse, pp173-176.

[28] Ykhlef A., 2001 – Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blédur (*Triticum turgidum* L. Var. durum).

[29]Adjab M., 2002- Recherche des traits morphologiques, physiologiques et biochimiques d'adaptation au déficit hydrique chez différents génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf). Mémoire de magister, fac. Des Sciences, Univ. Badji Mokhtar, Annaba, 84p.

[30] Albouchi A., Bejaoui Z., et Hedi El Aouni M., 2003 – Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sue la croissance de jeunes plants de Casuarina glauca Sieb. Edit. Science et changements planétaires. Sécheresse. Vol. 14, (3), pp137-142.

[31] Auge R., Beauchsne G., BOCCON-Gibod J., Decourtye L., Digat B., Jalouzot R., Morand J-CI., Reynoird JP., Strull DG et Vidalie M., 1986 – La culture *in vitro* et ses applications horticoles. Techniques et documentations. Ed. Lavoisier, 256P.

[32] Chretien D., 1992 –La résistance au sel chez le Jojoba (*Simmondsia chinensis* LS) : croissance et modifications du contenu lipoproteique de cals cultivés en présence d'une teneur élevé en Na Cl. *Thèse doct*. Univ. Paris VI, 144p.

[33] Aboussouane C., et Planchan C., 1985 – la réponse de la photosynthèse de deux variétes de blé à un déficit hydrique foliaire. Edit. Agron, Vol. 5(7) pp639-644.

[34] Monneveux P., et Nemmar M., 1986- Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre et le blé dur. Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Edt. Agronomie, n°6, pp 583-590.

[35] Nogeira R.J.M.C., Aloufa M.A.I and De Albuquerque M.B., 2004- Stomatic behavior and leaf water potential in young plants of *Annona squamosa* submitted to saline stress. Fruits, 59, pp 797-814.

[36] Snyder K.A., Richards J.H., and Donovan L.A., 2003- Night-time conductance in C3 and C4 species: do plants lose water at night? J. Exp. Bot., 54, 861-865.

[37] Nilson S.H., and Assmman SH., 2007 - the control of transpiration. In sights from Arabidopsis. Plant physiology, 143: 19-27.

[38] Hopkins G.W., 2003 – physiologie végétale/ traduit de l'anglais par RAMBOUR S. Edit. De Boeck, pp. 38-58; 451-458.

[39] Heller R., Esnault R., et Lance C., 2004 – physiologie végétale. n°II développement. 6 éditions. Edit. Dunod. 366p.