

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière : " Science biotechnologie"

Spécialité: "Amélioration des plantes"

Présenté et soutenu publiquement par

- Foudi Sara

- Laaredj Mimouna

L'effet du stress salin et hydrique sur une halophyte "*Atriplex halimus* L."

Contribution

JURY:

- Président : Mr. ADDA Ahmed
- Promotrice : M^{elle}. SOUALMI Nadia
- Examineur : Mr. CHOUHEIM Kadda Mohamed El-Amine

Année universitaire: 2016 -2017

*R*emerciement

Nous tenons d'abord à remercier « ALLAH » seigneur de l'univers le tout puissante et miséricordieux, qui nous a donné la force et patience d'accomplir ce modeste travail.

Nos profonds sentiments de respects et nos remerciements à Mlle Soualmi Nadia Pour sa gentillesse et aide, son orientation, responsabilité, patiente et ses précieux conseils pour que ce travail aboutisse.

Nos remerciements sont adressés à Mr Adda Amed qui a accepté de présider la commission qui juge ce travail.

Nos remerciements sont également à Mr Chouhim Kadda mohammed amin pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nous tenons particulièrement à remercier les ingénieurs des laboratoires qui étaient toujours présentes durant nos expérimentations.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avant tout je remercie mon DIEU le tout puissant qui m'a donné la ténacité pour achever ce travail.

Je dédie ce modeste travail,

A ma très chère mère qui est toujours eu la foi en mes capacités, Je ne pourrais jamais

Rendre un tiers de leur sacrifice, qu'ALLAH le préserve.

A l'âme de mon regretté et défunt père MOHAMED.

A mes très chers frères DJILALI RABAH OMAR ISLAM.

A mes très chères sœurs.

A ma sœur et sans mari Abd EL rahman et sans fils

Mohamed Nassim Yassine

A ma sœur et sans mari Mahmoud.

A tout mes amies.

Sara

Dédicace

Grace au mon dieu qui nous a donné la chance de vivre et la volonté de

Réaliser ce mémoire de fin d'étude

L'âme de mon regretté et défunt père Mohamed

Ma mère Lalia: Tu m'as donné la vie, la tendresse, et le courage pour réussir.

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

Ma chère sœur Rachida et son mari RABEH, et son petit-fils Mohamed Abd Samad et sa petite fille

Liane

Mes frères : RabeH, Boudoya, ALI.

Mon mari Ahmed.

A mes chères grands-mères Kheira et ZOHRRA.

A grand père Abdelkader

A mes oncles et mes tantes, à mes cousins et cousines à toute mes familles

Laaredj et Bensaid

Mes chères amies surtout :

Chomaissa, Sara, Zohra, Samahe, Nadia, Gannia, Siham, Souade, Lalia,

Nassira, Khadidja, djamila, dalale, naima.

Une dédicace particulière à notre promotrice M^{me} soualmi.

A tous mes enseignants je présent mon travail.

A tous les étudiants de la promotion master 2 Améliorations des plantes.

Laaredj Mimouna

Liste des tableaux

Tableau N°1- Composition du fourrage (feuilles) de certaines espèces d'*Atriplex* à la sixième année. (MIRREH et al., 2000).

Tableau N° 2 : représentants les concentrations salines en NaCl utilisées.

Tableau N°3 : Test statistique de signification des teneurs relatives en eau des plantes d'*Atriplex halimus* L. à l'aide de l'analyse de la variance (P = 5%) utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package of Social Sciences)

Liste des figures

Figure N°1: *Atriplex halimus* (MaaLem, 2002)

Figure N° 2: Représentant la teneur relative en eau des (TRE) des plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

Figure N° 3 : Représentant la transpiration (RWL1) après 30 mn des feuilles plante d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

Figure N° 4 : Représentant la transpiration (RWL2) après 60 mn des feuilles plante d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

Figure N° 5 : Représentant l'accumulation des cires sur les surfaces des feuilles des plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

Figure N° 6 : Représentant l'intégrité membranaire des cellules foliaires chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

Figure N° 7 : Représentant le poids spécifique foliaire foliaires chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

Figure N° 8 : Représentant la longueur des racines chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

Figure N° 9 : Représentant le volume des racines chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

Liste des photos

Photo N°1 : *Atriplex halimus* (MaaLem, 2002)

Photo N°2 : Plante d'*Atriplex halimus* L. âgée de Quatre mois.

(Serre de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun. Tiaret)

Photo N°3 : Etude de la partie souterraine

Photo N°4 : Plante d'*Atriplex halimus*L. Âgée de Quatre mois.

(Serre de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun. Tiaret)

Photo N°5 : représente Les racines de la plante d'*Atriplex halimis* L. après les déterrements.

(1)Temoin, (2) Traitement hydrique,(3) 300meq/C.C, (4) 300meq/30%, (5) 600meq /C.C, (6)n 600meq/30%.

Liste Des Abréviation

CC : capacité au champ

Chl a : chlorophyll a

Chl b: chlorophyll b

Chl a+b: chlorophyll a+b

Fig : figure

LR : la longueur des racines

Meq : mil équivalents

Pf : poids frais

Pi : poids initial après douze heures

PIC : Mesure du pourcentage d'intégrité membranaire cellulaire

Ppt : poids de la pleine turgescence

PS : poids sec

PSF : poids spécifique foliaire

Pt : poids de la feuille après 30 mn pour RWL1, après 60 mn pour RWL 2

RWC: teneur relative en eau

RWL: Rate Water Loss

SF : surface foliaire

Tab : tableau

VR : le volume des racines

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des photos	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre I : Synthèses bibliographiques	
I- Notion de stress	03
I-1 Définition de stress	03
I-2 Catégories de stress	03
I-3 Les différents types de stress abiotiques	03
a- Le stress salin	03
b- Stress hydrique	03
c - Le stress thermique	03
d- Le stress ionique	04
e- Le stress nutritionnel	04
I-4 Conséquence de la salinité sur la plante	04
I-4-1 Action sur la germination	04
I-4-2 Action sur le métabolisme cellulaire	05
I-4-3 Action sur la photosynthèse	05
I-4-4 Action sur la croissance et le développement	05
I-4-5 Mécanismes adaptatifs à la contrainte saline	06
A- Adaptations morphologiques	06
B- Adaptation anatomiques	06
C- Adaptation physiologie	07
a - Effes du stress salin sur l'absorption	07
b- Transport ionique	07
Les espèces exclusives « exclure ».....	07
Les espèces inclusives « inclure »	08
II- Le stress hydrique	08
II- 1Le déficit hydrique et ses conséquences sur les plantes sur le développement des plantes..	09
II-2 Actions sur le métabolisme glucidique	10
II-3 Actions sur l'intégrité membranaire	10
II-4 Mécanismes d'adaptation au déficit hydrique.....	11

1- La résistance	11
2- La tolérance.....	11
3- L'adaptation	11
III- Les Atriplex	11
III-1 Généralités	11
III-2 Atriplex dans le monde	13
III-3 Atriplex en Algérie	13
III-4 Description botanique du genre Atriplex.....	13
III-5 Atriplex halimus L.	14
III- 6 Classification.....	15
III- 7 Importance écologique et économique	16
III-8 Intérêt fourrager	16
III- 9 Intérêt médical	16

Chapitre II : Matériel et méthodes

Matériel végétal	17
Zone d'étude	17
Méthodes	17
Préparation des graines	17
Préparation des pots	17
La préparation des solutions salines	18
Les paramètres physiologiques	18
La teneur relative en eau TRE (RWC)	18
Mesure de RWL (Rate Water Loss)	19
Le taux de cire	19
Mesure du pourcentage d'intégrité membranaire cellulaire (PIC)	20
Le poids spécifique foliaire	20
Paramètres morphologiques	20
la partie souterraine	20
La longueur des racines(LR)	20
Le volume des racines (VR).....	20
Analyse statistique.....	21

Chapitre III: Résultat et discussion

II Résultat

1 paramètres physiologiques.....	22
La teneur relative en eau TRE (RWC)	22
La transpiration (RWL1).....	22
La transpiration (RWL2).....	23
Taux des cires.....	24
La mesure du pourcentage d'intégrité membranaire cellulaire (PIC)	25
Le poids spécifique foliaire	26
2 Paramètre morphologiques.....	27
La longueur des racines(LR)	27
Le volume des racines (VR).....	28
III, Discussion	30
Conclusion	
Références bibliographie	
Résumé	

Introduction

INTRODUCTION

Dans les régions arides et semi- arides, la salinité des sols est une contrainte pour le développement des plantes (**LAUCHLI et, EPTEIN,1990 ;HIGAZY et al.,1995**) et une menace pour l'équilibre alimentaire (**KINET et al .,1998**). Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares de sols salés dont 3.2 millions en Algérie (**HAMDY,1999**). Dans ces sols ,certaines espèces sont menacées de disparaître (**CHAMARD ,1993**), d'autres manifestent des mécanismes d'adaptation (**BATANOUNY,1993**) exprimés par des modifications du métabolisme cellulaire (**HARE et CRESS,1997**) .

Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation et le manque d'eau sont des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole (**BAATOUR, 2004**). Sous cette condition, la physiologie des espèces végétales est perturbée (Cramer). La réponse au sel des espèces dépend de l'espèce même, de sa variété, de la concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement (**MALLEK, 1989**)

De type méditerranéen, le climat algérien se caractérise principalement par la variabilité intra et inter-annuelle des précipitations et du régime thermique. De plus les stress salins et hydriques, les températures extrêmes, deviennent très communs (**BALDY, 1974; MEKHLOUF et al., 2006**). Ces phénomènes mènent au fait que l'Algérie soit confrontée au problème d'une ressource en eau de surface insuffisante pour l'ensemble des besoins (eau potable, eau d'irrigation, eau industrielle, environnementale,..). Ce sont les eaux fossiles qui, momentanément, servent de volume tampon à ce déficit de plus en plus dangereux (**Le HOUEROU, 1995; HALITIM, 1988; HAMDY, 1999; REMINI, 2005; BERTHOMIEUX, 2006**).

De ce fait, ces stress abiotique qui perdurent imposent la réflexion sur les stratégies à entreprendre pour comprendre les mécanismes mise en jeu par les plantes afin de s'adapter aux nouvelles conditions de l'environnement et de maintenir leur croissance et leur **productivité (BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004.)** D'après plusieurs études, il est connu qu'à fin de limiter les effets de la sécheresse liée à la salinisation du sol, le végétal accumule des composés organiques, tels les sucres solubles et la proline (**LESSANI H., 1969.**)qui est considérée comme "élément osmorégulateur".

Les réponses des plantes aux stress salin et hydrique ont beaucoup de points communs. Par exemple, la salinité réduit la capacité des plantes à absorber l'eau, ce phénomène cause rapidement des réductions du taux de croissance, avec une suite de perturbations métaboliques identiques à celles provoquées par le stress hydrique (**ESSAH et al., 2003**).

C'est pourquoi, l'introduction des halophytes comme les espèces d'*Atriplex* ouvre une voie intéressante en raison des multiples avantages que présentent ces plantes d'un point de vue écologique (GLENM et al ., 1994), (SHAER et KANDIL,1998) et alimentaire (DELHAY , 1980). Ces espèces sont aussi caractérisées par leur propriété d'exclusion des sels par leur système foliaire ; ce qui peut créer l'équilibre hydrique dans la plante (CHRETIEN,1992) et une réduction de leur concentration dans le sol (FRANCLET et Le HOUEROU,1971) .

Le but de notre travail est de tester de solution saline NaCl avec un régime hydrique de 60% et 30% selon la capacité au champ sur les plantes d'*Atriplex halimus* L. étudié en paramètres physiologiques et morphologiques.

Chapitre I
Données bibliographiques

I- Notion de stress

I-1- Définition de stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante.

Le stress est fondamentalement un concept mécanique défini par les ingénieurs et les physiciens Comme étant une force exercée par unité de surface d'un objet .En réponse au stress, l'objet oppose une déformation ou un changement de dimensions (**HOPKINS, 2003**).

D'après **JONES et al (1989)**, C'est une force ou influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner.

I-2-Catégories de stress

On distingue deux grandes catégories de stress :

- Les stress biotiques imposés par les autres organismes (insectes, herbivores.....). (**NULTSH, 1998**).
- Stress abiotique provoqué par un déficit ou un excès de l'environnement comme la sécheresse, la température extrême, la salinité (**HOPKIN ,2003**).

I – 3-Les différents types de stress abiotiques

a- Le stress salin

Le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement aux ions Na⁺ et Cl⁻ (**HOPKINS, 2003**).

Le stress salin est du a la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on alors de milieu "physiologiquement sec "(**TREMBLIN ,2000**).

b-Stress hydrique

Provoqué par un déficit en eau constituant un menace permanent pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité et dont la teneur en eau des sols est peu élevée (**HOPKINS, 2003**).

c- Le stress thermique

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par des températures basses ou élevées de jour ou de nuit, par l'air chaud ou froid ou par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie

selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (**OUKARROUM, 2007**).

d-Le stress ionique

L'un des effets de la salinité réside dans le déséquilibre nutritif qui s'installe suite à une perturbation du transport des solutés. En effet, la salinité limite l'absorption et le transport de K^+ , Ca^{2+} et d'autres nutriments nécessaires à la croissance comme le **PO₄-et NO₃-** (**BALLESTROS et al., 1997**).

e- Le stress nutritionnel

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (**LEVIGNERON et al., 1995 in HAOUALA et al., 2007**).

I-4 -Conséquence de la salinité sur la plante

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes .les effets de la salinité sont : l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécrose marginales suivi par une perte de turgescence, une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante.

Les ions $Cl^- Na$, CO_3^- , HCO_3^- , rencontrés dans les sols à excès de sels ne rentrent pas généralement dans la nutrition minérale de la plante sauf pour le Na qui peut substituer le potassium chez certaines plantes (**HULLIN, 1983**).

I-4-1- Action sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (**MAILLARD, 2010**).

La germination des graines est le premier stade physiologique affecté par la salinité. La capacité d'une graine à développer un embryon viable dépend des conditions du milieu de germination et en particulier de sa tenure en sel ; une salinité excessive réduit la vitesse de germination ainsi que la faculté germinative (**SLAMA , 2004**).

D'après **BELKHODJA et BIDAI (2004)**, **BLISS et al. (1986)**, **LACHIHEB et al. (2004)** et **MAALEM et RAHMOUNE (2009)**, le ralentissement de la vitesse de germination, rend les semences plus exposées aux risques du milieu. Ceci abaisse, plus au moins, le taux de graines germées et ce en fonction de la concentration en sel du milieu. La salinité intervient vraisemblablement par deux effets, l'un osmotique et l'autre toxique. L'effet osmotique consiste à une limitation de l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus

métaboliques (UNGAR, 1982). Selon BLISS (1986), il existe un seuil critique d'hydratation nécessaire à la germination. L'effet toxique résulte de l'envahissement de l'embryon par les ions Cl^- et Na^+ . En effet, l'accumulation de ces ions toxiques provoque des perturbations enzymatiques et métaboliques bloquant la levée de dormance des embryons (UNGAR, 1982) et conduisant à une diminution de leur capacité germinative (MAALEM et al. 2010).

I-4-2-Action sur le métabolisme cellulaire

L'effet immédiat d'une augmentation de la salinité sur le métabolisme cellulaire est déterminé par la diminution du gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu, entraînant une déshydratation et une baisse de turgescence plus rapide dans les cellules épidermiques.

Les glycophytes sont capables de maintenir, dans une certaine mesure, leur hypertonie et leur turgescence, en milieu salé, grâce à l'accumulation des ions puisés dans le milieu et aux changements de la concentration interne de certaines de leurs substances organiques.(BERNSTEIN,1975).

I-4-3-Action sur la photosynthèse

La salinité affecte en premier lieu la croissance de la plante puis la photosynthèse, causant, suite aux phénomènes de « feedback », une réduction de la capacité photosynthétique. Particulièrement chez les glycophytes, la présence de NaCl dans le milieu de culture entraîne une augmentation, d'une part, de l'épaisseur des limbes (ce qui viendrait un élément limitant dans la porosité stomatique) et, d'autre part, des vitesses d'ouverture des stomates (GRENWAY et NUNNS, 1980).

I-4-4-Action sur la croissance et le développement

Le sel affecte négativement l'alimentation hydrique, minérale ainsi que les fonctions physiologiques des plantes, suivant leur degré de tolérance. Il réduit aussi leur croissance et développement en fonction de leur niveau de sensibilité (SLAMA, 2004).

(BOUAOUINA et al, 2000).La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante :

La concentration La salinité est un facteur majeur qui affecte la croissance et le développement des plantes. Une élévation de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ , N, P et Ca^{2+} dans la plante (LEVITT, 1980). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de

croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (SOLTANI, 1988 in HAOUALA et al, 2004).

Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (JABNOUNE, 2008).

I-4-5- Mécanismes adaptatifs à la contrainte saline

En réponse au déficit hydrique, beaucoup d'espèces simulent des changements significatifs que se soit sur le plan morphologique que métabolique.

La réponse au sel des espèces végétales dépend de l'espèce même, de sa variété, de la concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement de la plante (MALLEK et al, 1998).

I-4-6 - Adaptations morphologiques

La plupart des halophytes sont herbacées (salicorne, spartine, obinone), et présentent des organes aériens charnus (POLJAKOFF-MAYBER, 1975). L'augmentation de la succulence des cellules peut être considérée comme un mécanisme compensatoire pour réguler la concentration interne en sel par dilution (POLJAKOFF-MAYBER, 1975; FLOWERS et al, 1977).

Certains autres halophytes possèdent la particularité de présenter des dépôts de sel sous forme de cristaux salins. Ces cristaux sont sous forme de sphères à aspect farineux pour *Limonium* et *Tamarix sp*, ou sous forme de cristaux transparents brillants chez *Cressa* sur leurs surfaces foliaires et sur leurs tiges (NULTSCH, 1998).

Chez les halophytes, on note de plus, la réduction de la surface foliaire et la présence d'une cuticule épaisse pour minimiser l'évaporation d'eau, en vue de l'économiser par sa mise en réserve à l'intérieur des cellules et en maintenant l'équilibre osmotique (POLJAKOFF-MAYBER, 1975).

I-4-7- Adaptation anatomiques

a- Modifications anatomiques

Des modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin. Les cellules parenchymateuses des halophytes présentent une paroi mince de nature cellulosique et à vacuole volumineuse, riche en sel. Au niveau des racines, on observe des modifications du cortex qui, chez les halophytes, est constitué de deux à trois couches seulement.

Des modifications apparaissent également dans les tiges sous l'effet de la salinité chez le cotonnier et la tomate, où le cortex s'épaissit alors que le diamètre des vaisseaux conducteurs diminue (**POLJAKOFF-MAYBER, 1975**).

b-Réponse stomatique

Généralement, les plantes répondent à de graves déficits hydriques résultant salin, en fermant leurs stomates, de façon à régler la perte d'eau par la transpiration des feuilles sur la vitesse d'absorption d'eau par les racines. Le stress salin stimule la synthèse de l'acide abscissique et celui-ci joue un rôle important dans la fermeture des stomates (**HOPKINS, 2003**).

I-4-8- Adaptation physiologie

a. Effes du stress salin sur l'absorption

L'un des principales réponses physiologiques au stress salin consiste à l'ajustement osmotique .Il s'agit d'une diminution du potentiel osmotique provoquée par l'accumulation de solutés en voie métabolique déclenché par le stress.

L'ajustement osmotique fait diminuer le potentiel hydrique qui devient plus négatif permettant ainsi de maintenir le mouvement d'eau vers les feuilles et par conséquent leur turgescence .L'ajustement osmotique permet aux plantes de garder leurs stomates ouverts et prélever du CO₂ pour effectuer leur photosynthèse dans des conditions de déficit hydrique modéré .

Les solutés qui participent à l'ajustement osmotique comprennent une série d'ions inorganique (particulièrement K⁺), des glucides aminés (**HOPKINS, 2003**).

b-Transport ionique

Il existe deux grands types de comportement concernant la distribution de Na⁺, permettant de classer les espèces.

-Les espèces exclusives -excluer

L'exclusion de sel est dispositif le plus important réglant la charge interne de sel des halophytes (**MUNNS, 2002**).

La plante exclusive empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles .une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne des cellules de la racine.

Un autre mécanisme d'exportation des feuilles est l'excrétion par des glandes ou des réservoirs souples de sel qui sécrètent la sève salée régulièrement, afin de dessaler les fluides internes (**BALL ,1988**).

Les glandes de sel sont localisées sur ou dans l'épiderme et sont trouvées dans presque chaque partie aérienne de la plante, mais ont tendance à être concentrées sur les feuilles.

-Les espèces inclusives –includer

Les espèces inclusives ont l'aptitude à transporter de grandes quantités de NaCl dans leurs feuilles (**RUSH ET EPSTEIN, 1981**).

La plante capte le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (**BERTHOMIEU et al, 2003**).

II - Le stress hydrique

Le stress hydrique occupe une place particulière du fait de sa fréquence et de la place que l'eau occupe dans les phénomènes métaboliques. De part son rôle dans la photosynthèse, le transport et l'accumulation, ainsi que dans la multiplication et le grandissement cellulaire, l'eau a un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (**MAZLIAK, 1995; HELLER et al., 1998; HOPKINS, 2003; ENIXON, 2004**).

La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation suboptimale des tissus (**LAMAZE et al, 1994**).

Il est à noter que le terme sécheresse correspond à un terme météorologique défini par la période pluviale insuffisante qui conduit le plus souvent à un déficit hydrique (**HERMEZ, 1996**).

L'installation d'une sécheresse se manifeste par la combinaison d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et, d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporatrice (**KIANI, 2007**).

HSIAO (1973) a défini le déficit hydrique comme étant la situation dans laquelle le potentiel hydrique et la turgescence de la plante sont assez réduits au point de perturber le déroulement optimal des différentes fonctions

Le déficit hydrique se produit dans le cas où la quantité d'eau évapo-transpirée excède celle absorbée à partir du sol (**LEVITT, 1980a; ACEVEDO, 1991; BLUM, 1996; ENIXON, 2004**).

Le déficit hydrique est considéré comme une perte modérée d'eau interne menant à une fermeture des stomates et par conséquent une limitation des échanges gazeux (**TARDIEU and DREYER, 1997**). La dessiccation est une perte d'eau plus accentuée qui peut potentiellement conduire à une interruption du métabolisme, une déstructuration cellulaire et éventuellement un arrêt de l'activité enzymatique (**SMIRNOFF, 1993 ; MARTRE, 1999**)

Les contraintes hydriques connues sont de deux types ; édaphiques et atmosphériques : les contraintes édaphiques, qui correspondent à une disponibilité en eau réduite dans le sol. La cinétique d'établissement d'un déficit hydrique édaphique est lente et dépend de la vitesse de dessèchement du sol. Elles sont qualifiées de contraintes statiques, car elles se manifestent même en absence de flux d'eau à travers la plante (**MARTRE et al., 1999; MARTRE et al., 2000**).

En ce qui concerne les contraintes atmosphériques, lorsque la demande évaporatoire augmente, les pertes d'eau par transpiration créent un flux d'eau dans la plante, qui du fait des résistances aux mouvements d'eau dans le sol et la plante, entraînent une altération de l'état hydrique de la plante. Ce type de contraintes est qualifié de dynamique, car elles sont associées à la circulation de l'eau dans la plante. Les contraintes dynamiques peuvent se définir par l'intensité de la transpiration, elle-même définie par la demande évaporatoire, qui est essentiellement déterminée par la température des feuilles d'une part, et par l'humidité et la température de l'air d'autre part. Une forte demande évaporatoire amplifie les conséquences d'un dessèchement du sol sur l'état hydrique de la plante et sur sa croissance (**MARTRE, 1999 ; MARTRE et al., 2000**).

II- 1 - Le déficit hydrique et ses conséquences sur les plantes

Le manque d'eau pour la plante peut avoir des incidences plus ou moins néfastes ; les plantes sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentielle hydriques, température et salinité, en engendrant différents types de stress. Il peut s'agir d'un simple flétrissement limitant la photosynthèse et se traduisant par un arrêt de croissance ou un manque d'accumulation de réserves. Bien qu'utilisée pour la mise à fleur de certaines plantes, un manque d'eau peut aussi provoquer l'avortement des organes sexuels, la chute des fleurs, des fruits et même des feuilles en commençant par les plus âgées (**TURNER, 1979; TUNER et al., 1986; UPADHAYAYA et FURNES, 1994; VENORA et CALCAGNO, 1991**).

Les dégâts peuvent enfin entraîner la destruction de la plante. La résistance à la sécheresse dépend de l'aptitude de la plante à développer un système racinaire important et

à limiter ses pertes d'eau cuticulaire et stomatiques (**HOPKINS, 2003 ; ZHANG and CHEN, 2004;ADDA, 2006**).

Le déficit hydrique a un grand impact sur la croissance et la productivité des plantes en réduisant la turgescence des feuilles, l'expansion cellulaire, la conductance stomatique et la photosynthèse et provoque l'augmentation de la synthèse d'ABA et des concentrations des solutés dans les tissus (**LAUER et BOYER, 1992; ENIXON, 2004**).

De nombreuses réactions ont été observées au niveau métabolique (accumulation de solutés) ou au niveau de la balance hormonale lors de l'établissement de déficit hydrique. L'acide abscissique (ABA) qualifié «d'hormone de stress», est synthétisé rapidement et semble avoir un rôle important dans la réponse au stress, dans l'inhibition de la photosynthèse et le ralentissement de la croissance des feuilles (**MARUYAMA and BOYER, 1994; LEFEBVRE, 2005**). Le déficit hydrique peut également diminuer la pression de turgescence de la plante et par conséquent provoquer une perte d'eau du contenu cellulaire. Cette perte de l'état de turgescence peut engendrer des effets physiologiques très importants (**BOYER, 1995 ; GATE, 1995**).

II-2- Actions sur le métabolisme glucidique

Lors d'un déficit hydrique, l'un de ses effets majeurs, est qu'il affecte le métabolisme des hydrates de carbones avec une accumulation des sucres et un bon nombre d'autres composés organiques. Les changements dans le contenu des carbohydrates sont particulièrement importants vus leur relation directe avec plusieurs processus physiologiques tels que : la photosynthèse, translocation et respiration (**WANG and STUTTLE, 1992; KINIRY, 1993; AL HAKIMI et al., 1995; DUBOS, 2001**).

II-3-Actions sur l'intégrité membranaire

De nombreuses études ont montré le rôle des membranes cellulaires dans la résistance des végétaux à la sécheresse.

Dans le cas de certaines espèces sensibles à la déshydratation, l'organisation générale de la cellule peut être affectée, dans la mesure où la sécheresse conduit à une perte de la compartimentation et à une destruction de certains organites cellulaires. Le tonoplaste se scinde en petites vacuoles, les crêtes mitochondriales se dégradent et les chloroplastes perdent leur organisation moléculaire (**DUBOS, 2001; PRIAULT, 2006**). Ces modifications ultra structurales pourraient perturber les processus primaires de la photosynthèse et altérer les principaux composants membranaires.

Ces altérations résultent des réactions chimiques, enzymatiques et des destructions mécaniques par plasmolyse. En condition de stress hydrique, l'activité de plusieurs enzymes

s'intensifie. C'est le cas de l'invertase, des amylases, de la ribonucléase des phosphatases acides et des lipases alcalines. Ce phénomène pourrait être à l'origine de la perméabilité des différentes membranes cellulaires et de la perte d'électrolytes du milieu intra vers le milieu extracellulaire (**HELLER et al., 1998; DUBOS, 2001; TAIZ and ZEIGER, 2002; PRIAULT, 2006**).

II-4-Mécanisme d'adaptation

1 .La résistance

La résistance d'une plante est un facteur adverse du milieu, par sa faculté de pouvoir se développer ou à demeurer vivante dans des conditions défavorables engendrées par ce facteur. Au cours de cette période, elle maintient l'hydratation et le métabolisme cellulaire (**NEMMAR, 1983**).

2. La tolérance

Différents mécanismes peuvent interagir afin d'établir une capacité à maintenir une activité cellulaire optimale dans un milieu à potentiel hydrique très faible (**JONES et al., 1980; LE- VITT, 1980**).

3. L'adaptation

L'adaptation se traduit, en réponse à la contrainte, par une succession de modifications aux niveaux cellulaire, sub-cellulaire et moléculaire qui sont dépendantes des potentialités génétiques de l'espèce (**DEMARLY, 1984**). Les orientations métaboliques induites aboutissent à des transformations morphologiques et physiologiques déterminant une résistance plus ou moins achevée et efficace de l'individu à la contrainte.

C'est une modification héréditaire des structures ou fonctions qui augmentent la probabilité de l'organisme à survivre et à se reproduire dans un environnement particulier (**TURNER, 1979**).

L'adaptation correspond donc à une dynamique réactionnelle dont la résultante est la résistance. Elle peut être considérée comme tout dispositif permettant à une plante.

D'exister dans les conditions de son habitat et même de donner un rendement élevé (**BENLARIBI, 1990**). L'adaptation des plantes au manque d'eau est liée aux changements métaboliques et aux réarrangements fonctionnels et structuraux des tissus (**CHERNYAD'EV, 2005**).

III- Les *Atriplex*

III-1- Généralités

Les *Atriplex* appartiennent à la famille des Chénopodiacées, qui fait, elle-même, partie de la classe des dicotylédones. Elles se caractérisent par leur grande diversité (**KINET et al., 1998**).

Les *Atriplex* sont des plantes halophiles dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (**HADDIOUI et BAAZIZ, 2006**). Selon l'index plantarum de Kew le genre *Atriplex* renferme 417 espèces dans le monde (**Le HOUEROU, 1992**). Selon **KAOCHKEI, (1996)** le nombre total des espèces appartenant à ce genre est estimé à 400. Certaines sont herbacées, d'autres arbustives ; elles peuvent être annuelles ou pérennes. D'après **CHOUKR-ALLAH (1996)**, dans le bassin méditerranéen, le genre *Atriplex* inclut 48 espèces et sous espèces. Les études anatomiques montrent que 40 % des *Atriplex* étudiées sont des plantes en C3 et 60 % en C4 (**S MAOUI, 1972 ; OSMOND et al., 1980**). Le nombre de chromosomes (l'haploïdie) chez les *Atriplex* est 9, il existe des espèces diploïdes ($2n=18$) tandis que d'autres sont tétraploïdes ou hexaploïdes..

Les différentes espèces d'*Atriplex* montrent aussi une grande variabilité dans la réponse aux différents stress biotiques et abiotiques (**SALAMAN et AJMELI, 1998**). Plusieurs auteurs (**FRANCIET et Le HOUEROU, 1971 ; BEN AHMED, 1995 ; KINET et al., 1998**, ont mis en évidence (*in situ* et *in vitro*) le remarquable polymorphisme de l'*Atriplex* au niveau de la morphologie des structures végétatives et reproductrices ainsi qu'une grande variabilité au niveau du comportement physiologique des individus, ainsi que dans la production de biomasse. Quant aux feuilles, leur forme, comme chez celles d'*Atriplex halimus*, peut correspondre à celles d'autres espèces du même genre; elle varie avec l'origine géographique de l'individu et, sur un même pied, elle est différente selon l'état physiologique de la plante ou la position de la feuille sur un même axe. Ce polymorphisme semble être une caractéristique des chénopodiacées (**OZENDA, 1983 in KINET et al., 1998**) Une variabilité intra-spécifique importante a également été enregistrée chez les *Atriplex* dans l'efficacité de la transpiration, dans l'utilisation de l'eau en condition de stress hydrique et dans l'efficacité du photosystème II (PS II). **GUSTAFSSON, 1973 et 1976 in MESBAH, (1998)** suppose que cette variabilité serait de nature génotypique. Des études plus récentes sur les *Atriplex*, isoenzymatiques (**HADDIOUI et BAAZIZ, 2001 ; ABBAD et al., 2004**) et moléculaire (**ORTIZ-DORDA, 2005**), ont mis en évidence l'existence d'une large diversité génétique inter et intraspécifique, quant aux génotypes testés. Ces derniers auteurs rapportent que la

variabilité phénotypique caractérisant les *Atriplex* est peut être sous le contrôle d'une base génétique.

III-2-Atriplex dans le monde

Les *Atriplex* se rencontrent dans toutes les parties du monde de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (**FRANCLET et HOUEROU, 1971**). L'espèce *halimus* L. est spontanée à l'intérieur d'une aire relativement vaste englobant les pays du nord de l'Afrique et de proche et moyen –orient depuis les îles canaries jusqu'à l'Iran. Vers le sud, l'espèce atteint le massif de l'ahogar. En Europe, l'espèce est présente, en plus de la zone méditerranéenne en Bulgarie (**FLOCH, 1989**).

III-3-Atriplex en Algérie

En Algérie l'*Atriplex* est spontanée dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saïda, M'sila, Tébessa, Tiaret) .Le genre *atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et meme au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (**BENREBIHA, 1987**).

III-4 -Description botanique du genre *Atriplex*

Les *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (**MAALEM, 2002**). Elles sont donc en mesure de vivre sur des sols au taux élevé de sels inorganiques. Souvent, il s'agit de composants dominants des marécages salés et, vu que les sols salins sont typiques des milieux arides, de nombreuses espèces présentent également des adaptations xérophytiques. Les *Atriplex* sont d'une couleur verte ou faiblement blanchâtre, ou encore blanche argentée. Les feuilles de ces plantes sont hastées ou lancéolées, caractérisées par un limbe bien développé, toujours apparent, dilaté, plane, entier ou lobé. Les plantes de ce genre ont comme caractère commun des fleurs unisexuées, monoïques ou dioïques et parfois elles peuvent être hermaphrodites. Les fleurs mâles sont sans bractées mais elles possèdent un périanthe composé de 4 à 5 sépales entourant 3 à 4 étamines (**QUEZEL et SANTA, 1962**). Par contre, d'après Bonnier et **DOUIN (1994)**, elles ont 2 sépales qui sont comme aplatis, libres ou soudés entre eux, où il se trouve 3 à 5 étamines insérées à la leur base. Ces derniers auteurs décrivent les fleurs femelles comme étant dépourvues de bractées et possédant un calice à 5 sépales. L'ovaire est uniloculaire et uniovulé lié à 2 styles filiformes, soudées entre eux dans leur partie inférieure. Le fruit est membraneux, à contour ovale et comprimé entre les 2 bractées de la fleur femelle ou hermaphrodite. La graine est lenticulaire, noire et disposée verticalement (**QUEZEL et SANTA, 1962 ; BONNIER et DOUIN, 1994**).

III-5- *Atriplex halimus*

Les *atriplex* présentent une bonne tolérance aux conditions du milieu défavorable : L'*Atriplex halimus* L supporte des concentrations de chlorure de sodium (NaCl) voisines de celles de l'eau de mer 30 (g/l) (**ZID et BOUKHERIS., 1977**).

Atriplex halimus L (noms usuels : guettaf, arroche ,pourpier de mer) est un arbuste de 1 à 3 m de haut ,très rameux ,formant des touffe pouvant atteindre 1 à 3 m de diamètre (**AL-TURKIS et al .,2000**). LES feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinuées, de 0,5 à 1 cm de large sur 2 à 4 cm de long. Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis, terminales, avec des fleurs males au sommet et des fleurs femelles à la base.

La floraison- fructification se déroule de mai à décembre. Selon **TALAMALI et al., (2003)**, il existerait deux types d'architecture florale de base, l'une est constituée de fleurs males pentamères et l'autre de fleur femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées .

L'espèce A *.Halimus* présente deux sous-espèces, subsp. *Halimus* et subsp. *schweinfurthii*. La zone de répartition de la subsp. *halimus* s'étend des zones semi-arides aux zones humides ; cette sous-espèce est facilement identifiable grâce à son port droit caractéristique et aux branches fructifères, très courtes et recouvertes de feuilles. En revanche, la sous-espèce *schweinfurthii*, très r épandue dans les zones arides et désertique, présente un port broussailleux enchevêtré, avec des branches fructifères nues au sommet, fortement lignifiées et pointues. Les populations des deux sous- espèces présentent un grand polymorphisme lié à leur diversité d'habitat (**LE HOUEROU, 1992**).

Les populations naturelles d'A. *halimus* dans les régions steppiques algériennes appartiennent presque toutes à la sous-espèces *schweinfurthii* (**Walker et al., 2005**) . Il existe de nombreuses populations de cette dernière à l'état pur ou associées avec d'autres espèces halophytes comme *Suaeda* sp. Et *Salsola* sp. réparties généralement dans les zones salées en Algérie (**NEDJMI, 2012 ; NEDJMI et al ., 2012**) .

III-6- Classification

Atriplex halimus est classé selon la classification d'A.P.G angiosperm phylogeny group (GUIGNARD et DUPONT.2004).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphyte (phanérogames)
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Apétales
Ordre	Centrospermales
Famille	Chénopodiacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>halimus</i>
Nom commun	Arroche ou pourpier de mer
Nom arabe	Guettaf

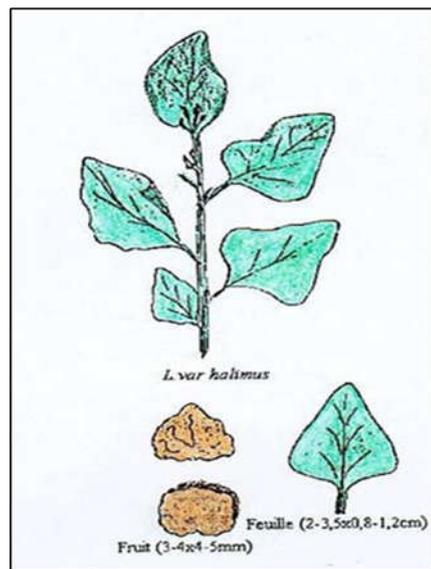


Fig N°1 : *Atriplex halimus* (MaaLem, 2002)

III-7-Importance écologique et économique

Atriplex halimus L. peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétale et animale dans plusieurs régions démunies (LE HOUEROU, 1992). Dans les zones arides et semi-arides, les atriplex font partie des plantes les plus intéressantes pour le peuplement des terrains affectés par la salinité. Le repeuplement à base de buissons fourragers du genre *Atriplex* constitue une excellente

solution au problème de la désertification. En effet, ces plantes possèdent un système racinaire très développé qui leur permet d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon exhaustive et de former un réseau dense susceptible d'agréger le sol et de le rendre résistant à l'érosion (OSMOND et al.,1980). Cette plante a joué un rôle important comme brise -vent ,pour la protection du sol et la création d'un microclimat favorable , permettent aux autres espèces fourragères, d'augmenter leur productivité (EL MZOURI et al, 2000 in : MULAS et MULAS 2004).

III-8- Intérêt fourragère

Tableau 1- Composition du fourrage (feuilles) de certaines espèces d'*Atriplex* à la sixième année. (MIRREH et al., 2000).

Espèces	Protéines brutes (% MS)	Protéines digestibles (%MS)	Azotes digestibles (%N)
<i>A. nummularia</i>	18.2	12.5	59.9
<i>A. halimus</i>	20.5	14.5	49.7
<i>A. canescens</i>	11.1	6.3	47.1
<i>A. leuoclada</i>	16.7	11.1	49.9
<i>A. lentiformis</i>	23.4	17.1	53.4

III-9- Intérêt médical

Selon DUTUIT (1991) Son feuillage est utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle. Cette espèce est classée parmi les plantes les plus utilisées par la population steppique pour soigner l'hyperglycémie. Effectivement, (AHARONSON et al ,1969). Ont constaté un effet hypoglycémiant très net chez des rats (rendus diabétiques par l'allaxane) .NEDJIMI et al, (2012).

Chapitre II
Matériels et Méthodes

I. Matériel végétal :

Les graines utilisées dans notre expérimentation sont récoltées de la région de Djelfa durant la période de décembre 2015.

II. Zone d'étude

La zone de Djelfa a une superficie d'environ 32280,41Km² fait partie des hauts plateaux du centre. Elle est située entre 33° et 35° de latitude Nord et 2°et 5° de longitude Est. Elle est caractérisée par une altitude variant de150 m à 1613m, et se trouve limitée au Nord par les wilayas de Médéa et Tissemsilt, à l'Est par Biskra et Msila, à l'Ouest par Laghouat et Tiaret et au sud par El oued de Ghardaia.

La région de Djelfa est caractérisée par un climat sec et semi-aride avec l'existence de deux saisons, l'une sèche et chaude l'autre pluvieuse et froide, la pluviométrie est faible et irrégulière (<350 mm/an) (TELIBI, 2004).

III. Méthodes

L'essai est conduit dans des pots dans une serre semi contrôlée située au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie « Université ibn khaldoun Tiaret ».

1. Préparation des graines :

Les graines n'ont pas subi de prétraitement elles sont directement mises à germer dans le terreau dans des gobelets en plastique jusqu'à l'âge de 60 jours.

2. Préparation des pots

Après la germination les jeunes plantes sont repiquées dans des pots de 15.5cm de hauteur et 15.8cm de largeur. Ces derniers sont tapissés au fond par une couche de gravier afin d'assurer un bon drainage et remplis de sciure de bois. Les pots sont arrosés à la solution nutritive en alternance avec l'eau et cela après des pesées pratiquées pour utiliser la quantité d'eau adéquate. Cette opération a duré jusqu'à ce que les plantes ont atteint l'âge de quatre mois. Date où les traitements salin et hydrique sont appliqués. Le traitement a duré trois semaines.



**Feguire N°2 : Plante d'*Atriplex halimus*L. Âgée de Quatre mois.
(Serre de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn
Khaldoun. Tiaret)**

3. La préparation des solutions salines :

Tableau N° 2 : représentant les concentrations salines en NaCl utilisées.

Concentration saline (en meq)	Poids en NaCl (en g)
300	17.5
600	35.1

Il est à remarquer que les traitements hydriques sont les suivants: La capacité au champ et 30 % de la capacité au champ. Les pots sont irrigués en prenant en considération l'évapotranspiration journalière des pots.

4. Les paramètres physiologiques :

1. La teneur relative en eau TRE (RWC) :

La teneur relative en eau de la feuille a été déterminée par la méthode décrite par BARRS, (1968). Selon cette méthode, les feuilles sont coupées à la base du limbe, immédiatement pesées pour leur poids frais (pf). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placées à l'obscurité à 4°C. Après 12 h les feuilles sont retirées, essuyées et pesées de nouveau pour obtenir le poids de pleine turgescence (Ppt). Les échantillons sont enfin mis à l'étuve réglée à 80°C pendant 48h et pesées pour avoir leur poids sec(PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante :

$$\text{TRE}(\%) = [(\text{PF} - \text{PS}) / (\text{Ppt} - \text{PS})] * 100.$$

PF=poids frais.

PS=poids sec.

Ppt=poids en plein turgescence.

2. RWL (Rate Water Loss) :

La perte d'eau par la feuille excisée est déterminée par la méthode de **KLARKE et al.,(1989)**. 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 maintenues dressées dans un dispositif et placées sur une paille au laboratoire, à la température ambiante.

Des pesées des feuilles sont effectuées à deux temps différents (Pt), après 30mn et 60 mn ce qui donne deux valeurs du RWL soit : RWL30, RWL60.

Enfin la surface foliaire (SF) est déterminée sur ces mêmes échantillons de feuille (en cm²) selon la méthode de (**PAUL et al., 1979**) citée précédemment

La transpiration ou RWL est calculée comme suit :

$$\text{RWL (mg d'eau perdue.cm}^{-2}.\text{mn}^{-1}) = (\text{Pi} - \text{Pt}) / (\text{temps} \cdot \text{SF})$$

Pi=poids initial après douze heures.

Pt=poids de la feuille après 30 mn pour RWL1, après 60 mn pour RWL 2.

SF= surface foliaire.

3. Le taux de cire

Le limbe de la feuille est excisé à la base puis trempés dans des tubes à essai, préalablement lavés et pesés (P1). Dans ce tube, on ajoute du chloroforme pour rincer la feuille afin d'extraire la totalité de la cire. Le tube à essai contenant le chloroforme et la cire est séché dans une étuve pendant 24 h à une température de 45°C, puis pesé (P2). Le taux de cire par unité de surface est déterminé par la différence de poids du tube avant et après l'extraction de la cire.

Taux de cire des feuilles g/cm= (P2-P1/SF) x 100.

4. Mesure du pourcentage d'intégrité membranaire cellulaire (PIC)

L'intégrité membranaire a été évaluée par conductimétrie suivant la méthode décrite par **DEXTER (1956)**, est améliorée par **SULLIVAN (1981)**. Elle est utilisée par **BLUM et EBERCON (1981)**, **BEN SALEM** et **VIERA DA SILVA (1991)**. Elle consiste en une mesure de la libération d'électrolytes suite à la destruction partielle des membranes cytoplasmiques. Les prélèvements de disques foliaires sont effectués à l'aide d'un emporte-pièce de 5 mm de diamètre. Les échantillons sont lavés à l'eau distillée puis trempés dans 50 ml d'eau pendant 4h à 25°C. Au cours de ce trempage des électrolytes cellulaires *passent* dans l'eau, c'est la conductivité libre (CL) exprimée en $\mu\text{s/cm}$. Les disques foliaires sont ensuite soumis à l'autoclave pendant 20 min à 121°C. Le tissu foliaire est détruit. Laisser refroidir jusqu'à atteindre 25°C. La deuxième mesure correspond à la conductivité totale (CT). Le pourcentage d'intégrité membranaire est déterminé par la formule suivante :

$$\text{PI} = (1 - \text{CL} / \text{CT}) \times 100$$

Où : PI : pourcentage d'intégrité ; CL : conductivité libre ; CT : conductivité total.

5. Le poids spécifique foliaire :

On a mesuré la surface foliaire des feuilles des échantillons étudiés, pour chaque échantillon nous avons pris le poids sec. Le poids spécifique est calculé comme suit : poids sec /la surface foliaire. Ce paramètre peut être utilisé comme un indice de production fourragère (**NOITSAKIS 1986**).

$$\text{PSF} = \text{PS} / \text{SF}$$

II. Paramètres morphologiques :

La partie souterraine

Les racines sont l'emplacement primaire de la perception des dommages pour plusieurs stress (**JLANG et DEYHOLOS ,2006**). Dans le but d'observer le développement racinaire des plantes traitées, après trois semaines de stress nous avons opéré comme suit :

Les pots sont soigneusement vidés de leur contenu, les racines sont dégagées des particules de substrats à l'aide d'un jet d'eau, puis séchées de l'excès d'eau avec un papier absorbant.

Les mesures ont porté sur les caractéristiques d'enracinement suivant :

➤ **La longueur des racines(LR)**

Elle s'effectue avec une règle graduée (cm) en partant du collet.

➤ **Le volume des racines (VR)**

Il est déterminé par immersion de chaque racine dans une éprouvette graduée (en ml) remplie d'eau, selon le principe de la poussée d'Archimède, soit : 1ml représente 1cm³.

Analyse statistique

Les tests statistiques de signification concernant toutes l'expérimentation sont réalisés à l'aide de l'analyse de la probabilité (p=5%) utilisant le logiciel SPSS .

Chapitre III
Résultats et Discussions

II Résultats

1 Paramètre physiologique :

➤ Teneur relative en eau (TRE)

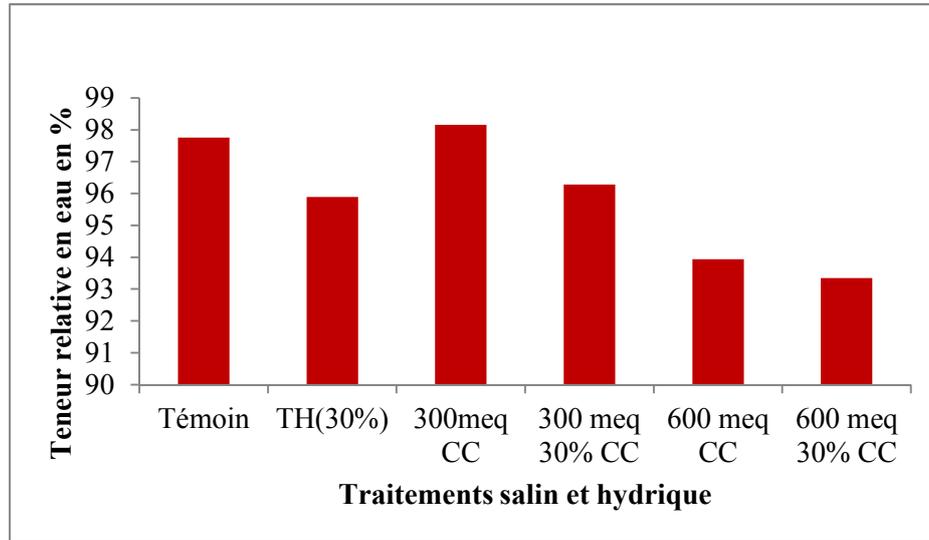


Figure N° 1 Représentant la teneur relative en eau des (TRE) des plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

La figure N°1 représente le changement de la teneur relative en eau sous les différents traitements salins et hydriques. Les résultats indiquent que ce paramètre évolue indépendamment du traitement salin et hydrique $P > 0.05$ (Tableau N°3). Les chiffres notés sur la figure sont compris entre 93.34% chez les plantes arrosées à 600 meq et 30% et 97.76% chez les plantes témoins.

➤ La transpiration (RWL1)

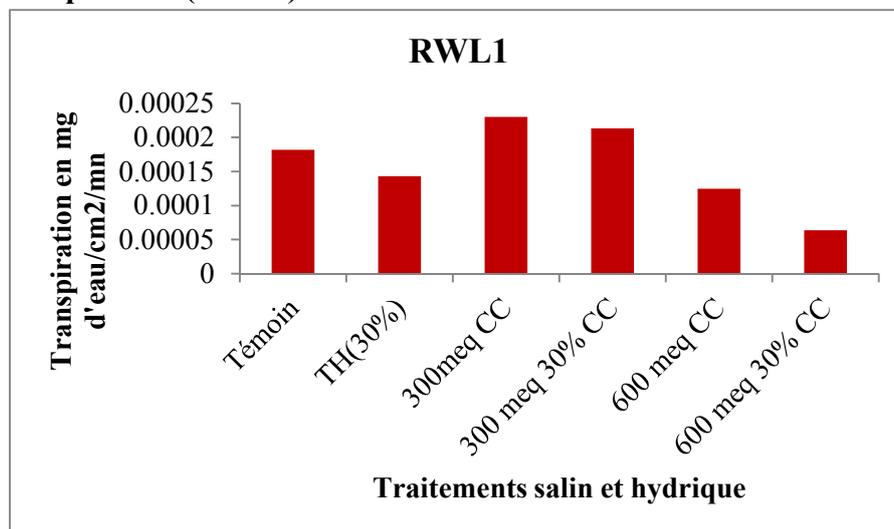


Figure N° 2 Représentant la transpiration (RWL1) après 30 mn des feuilles plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

La figure N° 2 qui exprime la transpiration sous l'effet des traitements hydrique et salin chez la plante *Atriplex halimus* L. après 30 mn. Elle nous indique qu'il y a des fluctuations au niveau de ce paramètre. La quantité d'eau la plus importante émise par les feuilles concerne les lots traités à 300 meq/CC et 300meq/ 30% CC. Alors sous l'effet de 600meq/CC et 600meq/30% les plantes minimisent la déperdition de l'eau. L'analyse statistique ne révèle pas de signification $p > 0.05$ (Tableau N°3).

➤ **La transpiration (RWL2)**

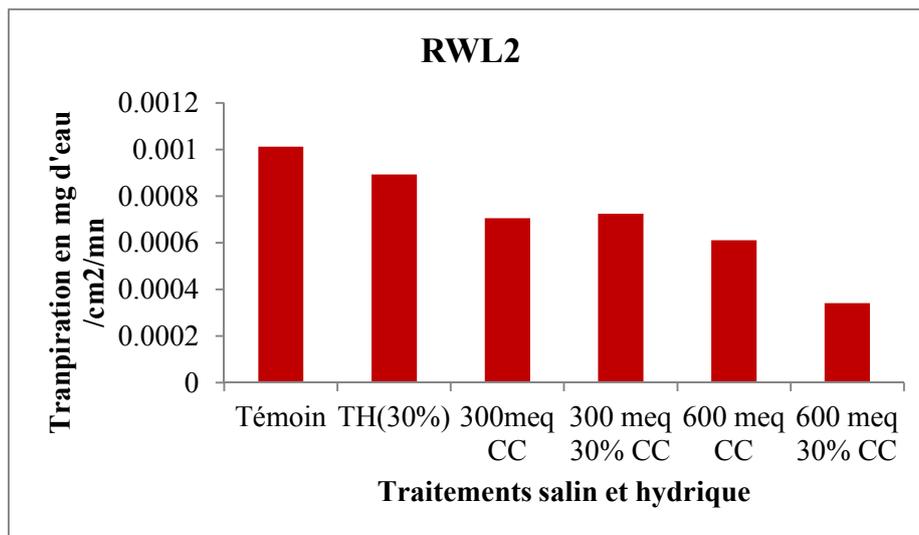


Figure N° 3 Représentant la transpiration (RWL2) après 60 mn des feuilles plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

La figure 3 met en exergue l'évolution de la transpiration suivant l'intensification des stress. Ce paramètre diminue au fur et à mesure que le stress induit est important. Dans ce cas également l'analyse statistique montre que ce paramètre n'est pas influencé par les stress subis par les plantes $p > 0.05$ (Tableau N° 3).

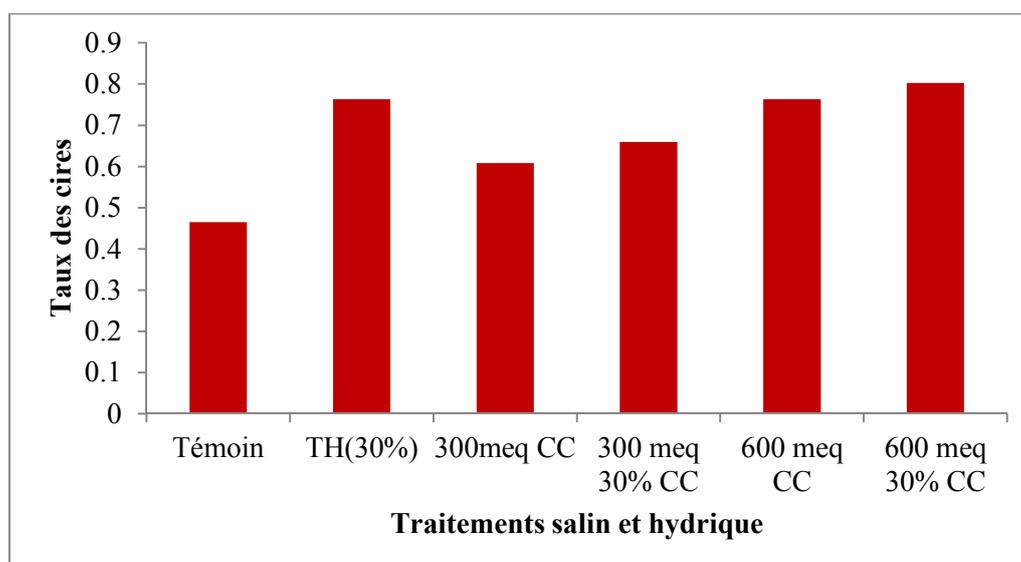
➤ **Le taux des cires**

Figure N° 4 Représentant l'accumulation des cires sur les surfaces des feuilles des plantes d'*Atriplex halimus* L. soumises aux stress salin et hydrique.

La figure ci-dessus nous renseigne sur l'édification des cires au niveau foliaire chez les plantes d'*Atriplex halimus* L. Ce paramètre est d'autant plus important que le stress est important. Les valeurs les plus élevées est exprimées chez les plantes arrosées à 30% CC et 600 meq de NaCl (0.80%) ; le traitement à 600meq /CC (0.76) ainsi que le traitement hydrique (0.75 %). Le taux le moins élevé est relevé chez les plantes témoins. L'analyse statistique révèle bien l'élaboration des cires est hautement dépendante des traitements établis $P < 0.05$.

➤ **Mesure du pourcentage d'intégrité membranaire cellulaire (PIC)**

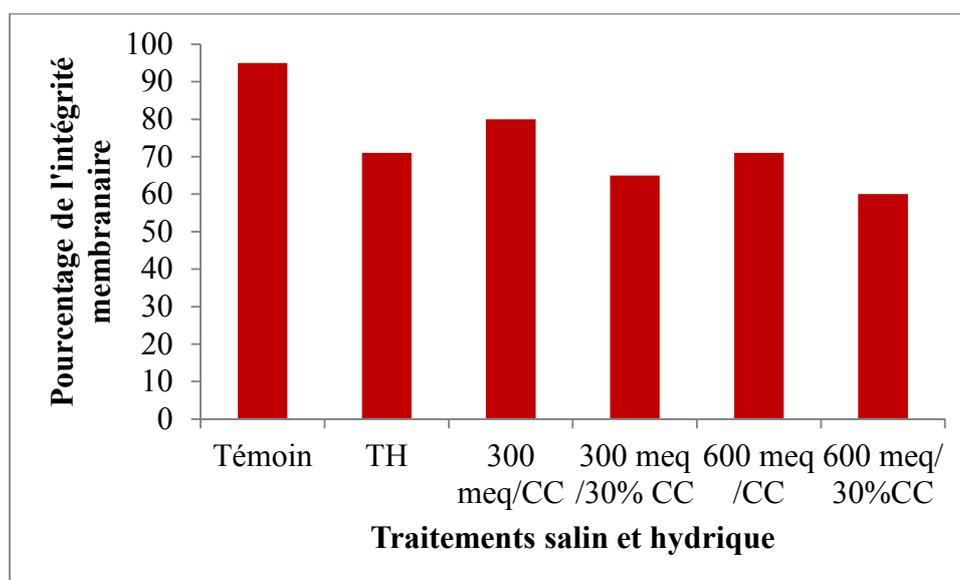


Figure N° 5 Représentant l'intégrité membranaire des cellules foliaires chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

D'après la figure 5, le pourcentage d'intégrité cellulaire diminue au fur et à mesure que les stress salins et hydriques s'accroissent. En effet, le pourcentage le plus élevé est noté chez les plants témoins (95%), contrairement aux plants évoluant dans 300 meq /30%CC et 600 meq /30% CC qui affichent les valeurs respectives de 65% et 60%. Les plants ayant reçu 300 meq /CC et 600 meq /CC présentent les valeurs suivantes : 80% et 71 %.

Donc des modifications sont bien notées au niveau de ce paramètre par rapport au lot témoin.

Ces résultats trouvent leur confirmation dans l'analyse statistique qui révèle des différences significatives pour ce paramètre $p < 0.05$.

➤ **Le poids spécifique foliaire**

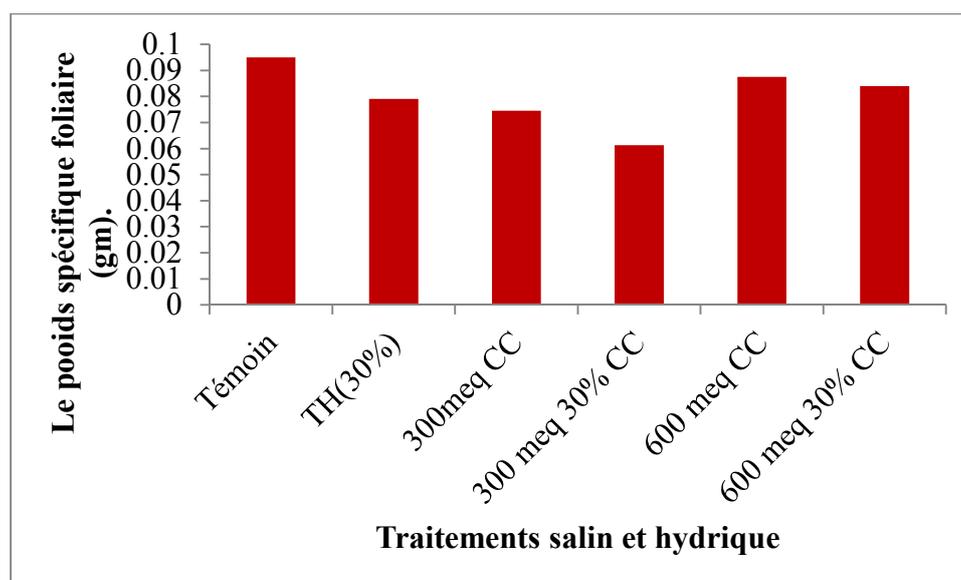


Figure N° 6 Représentant le poids spécifique foliaire chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

La figure 6 présente les variations du poids spécifique foliaire. Ce paramètre montre des fluctuations en fonction des stress établis, il est de 0.095 chez les plantes témoins, alors qu'il affiche 0.079, 0.074, 0.061, 0.087 et 0.083 au niveau des traitements respectifs : TH, 300 meq/CC ; 300meq/30% CC ; 600 meq /CC et 600 meq /30% CC.

L'analyse statistique révèle des valeurs non significatives et donc ce paramètre évolue indépendamment des stress que subissent les plantes ; $P > 0.05$.

2 Paramètre morphologiques

➤ La longueur des racines

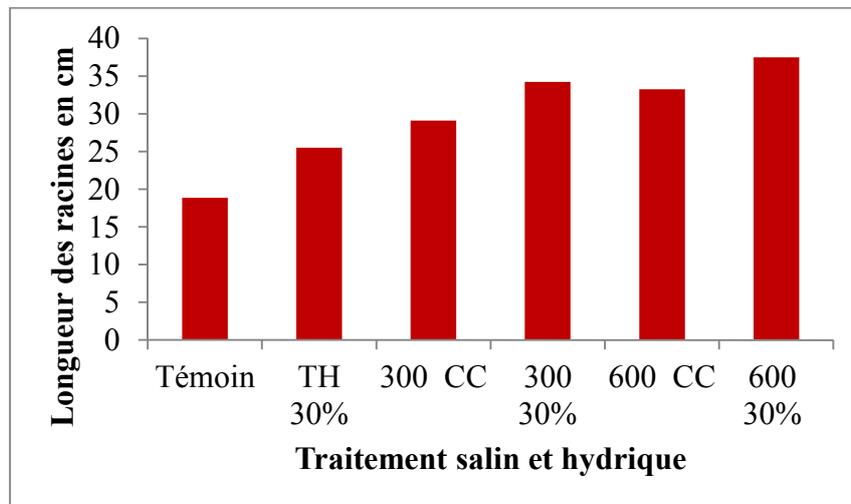


Figure N° 7 Représentant la longueur des racines chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

La figure 7 nous indique que les plantes établissent leurs organes souterrains sous l'effet des stress salin et hydrique, en effet l'analyse statistique nous donne une valeur < 0.05 . Les plantes témoins présentent des racines de 18.87 cm de longueur ce paramètre subit des changements en fonction des stress il est de 37.5 cm sous le traitement à 600 meq/30%CC, les racines sous le traitement à 300 meq/30%CC ont une longueur moyenne de 34,25 cm .Avec le traitement hydrique seul les racines ont une longueur moyenne de 25.5 cm.

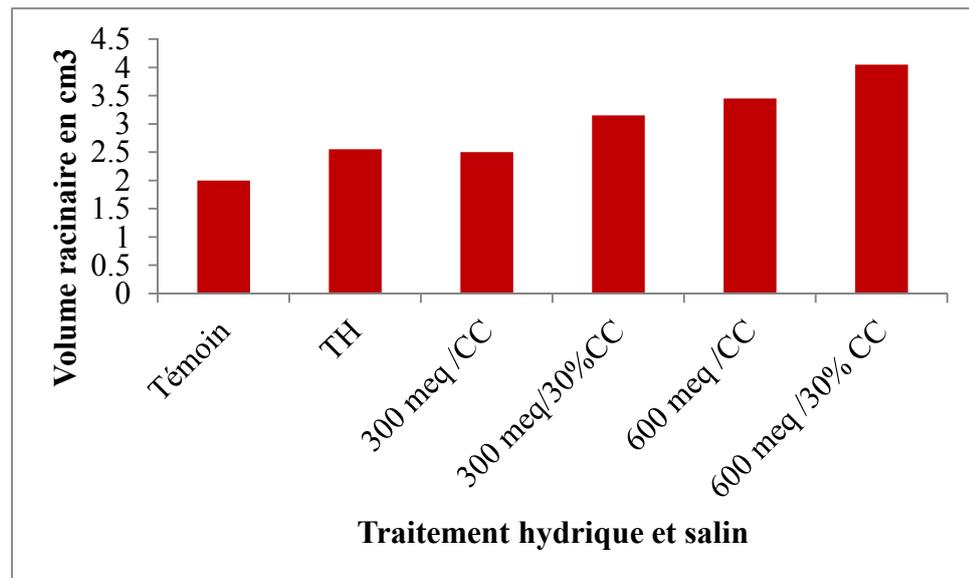
➤ **Le volume racinaire**

Figure N° 8 Représentant le volume des racines chez *Atriplex halimus* L. soumise aux stress salin et hydrique.

De la figure N° 8 nous retenons que le paramètre volume racinaire évolue sous l'effet des stress. Nous avons des résultats hautement significatifs $P < 0,05$. Les plantes traitées à 600 meq /30%CC. Édifient un volume racinaire de 4.05 cm³ de moyenne. Alors que les plantes témoins présentent un volume de 2cm³. Les lots des plantes des plantes sous l'effet respectif des : TH ; 300meq /CC ; 300 meq /30% CC ; 600 meq /CC et 600 meq/30% CC fournissent les volumes suivants : 2.55, 2.5, 3.1 et 3.4 cm³.



Photo N°3 : Etude de la partie souterraine

Tableau N°3 : Test statistique de signification des teneurs relatives en eau des plantes d'*Atriplex halimus* L. à l'aide de l'analyse de la variance (P = 5%) utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package of Social Sciences)

Paramètre	Probabilité	Moyenne et écarts types					
		Témoin	TH	300meq/cc	300meQ /30%	600meQ /cc	600meq/ 30%
TRE (%)	0,759	97,88 ±1,3	93,15 ±8,5	96,28 ±1,2	96,28 ±2,06	93,93 ±6,8	93,76 ±8,5
RWL1 (mg.cm ² .mn ⁻¹)	0,131	0,00018 ±0,0001	0,00014 ±0,00006	0,00023 ±0,00009	0,00021 ±0,00005	0,00012 ±0,00005	0,000063 ±0,00002
RWL2 (mg.cm ² .mn ⁻¹)	0,196	0,0010 ±0,0007	0,00089 ±0,0002	0,00070 ±0,0001	0,00072 ±0,0001	0,00061 ±0,0002	0,00034 ±0,00007
Taux des cires (%)	0,033	0,464 ±0,16	0,75 ±0,15	0,608 ±0,12	0,659 ±0,14	0,762 ±0,15	0,803 ±0,10
PIC (%)	0.000	95 ±1,63	71 ±2,36	80 ±4,34	65 ±2,75	71 ±3,09	60.00 ±2,08
Poids spécifique foliaire (g/cm²)	0,339	0,095 ±0,0030	0,079 ±0,0054	0,074 ±0,010	0,061 ±0,0067	0,087 ±0,048	0,083 ±0,010
Longueur des racines (cm)	0,0065	18,87 ±1,3	25,50 ±4,79	29,12 ±7,8	34,25 ±2,62	33,25 ±7,13	37,50 ±9,25
Volumes racinaires (cm³)	0,000	2 ±0,24	2,5 ±0,3	2,5 ±0,47	3,1 ±0,55	3,4 ±0,68	4,05 ±0,19

Discussion :

Le comportement des plantes d'*Atriplex halimus* L. a été évalué pour différents paramètres (morphologiques et physiologiques) sous stress salin au NaCl à 300 meq et 600 meq avec des apports hydriques à la capacité au champ et 30 % de la CC pour les deux niveaux salins. Un lot avec des niveaux hydriques différents aussi est mis en place (à la CC ; et 30 % de la CC.)

D'après les résultats obtenus nous pouvons conclure que les effets de la salinité et du stress hydrique se manifestent au niveau de la plante entière mais ils sont plus perceptibles à au niveau racinaire et foliaire (taux des cires).

En général les stress abiotiques sont responsables d'une perte de rendement estimé à 50% pour les cultures les plus réponsives (**BRAY *et al.*, 2000 in VINCENT , 2006**). Ils constituent donc des facteurs limitants non négligeables. Ces stress se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et sa productivité (**BEN NACEUR *et al.*, 1994, 1997, 1998, 2001 ; SEMMADI et RAHMOUNE, 1995; WANG *et al.*, 2001**).

Pour s'adapter au stress salin et hydrique, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance (**YEO, 1983, ZHU, 2002**). C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes; la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. 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 seront irréversibles. La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce / variété (**ZHU, 2001 IN BOIS, 2005**).

Nabil et Coudret, (1995) cités par Viégas et Silveira (1999), montrent les stress abiotiques mènent aussi à la réduction de la surface foliaire totale, un ralentissement de l'élongation racinaire suivie d'une augmentation de volume. En plus les symptômes de sénescence et de nécrose sont visibles au niveau des feuilles basales c'est-à-dire les feuilles adultes, c'est symptômes peuvent être le résultat d'excès de Na⁺ et des Cl⁻ qui provoque la chlorose ensuite la mort des feuilles adultes. Le poids spécifique foliaire n'a pas été dépendant des stress étudiés par contre la longueur racinaire et le volume racinaire sont étroitement corrélés aux stress. Ces deux paramètres ont augmenté sûrement pour mieux exploiter l'eau en profondeur par les plantes. Comme la croissance des plantes est contrôlée par des signaux hormonaux

(HELLER, 1990), les stress abiotiques provoquent une augmentation de la concentration en acide abscissique (ABA) dans la partie où il y a une réduction des concentrations en cytokinines. Ceci résulte en une croissance et une transpiration réduite (ITAI, 1999in BOIS, 2005).

Le développement de la partie racinaire au dépend de la partie aérienne est considéré par plusieurs auteurs comme un critère de résistance à la salinité (GREENWAY et MUNNS, 1980).

Dans notre travail la teneur relative en eau représente une caractéristique non altérée par les stress abiotiques étudiés. Bien que ce paramètre présente une diminution sensible en fonction des stress. Donc notre plante comporte une aptitude de préservation des potentialités hydriques.

En ce qui concerne la déperdition de l'eau par la feuille excisée, Le RWL1 révèle une diminution de ce paramètre en fonction de l'intensification des stress. Pour le RWL2 l'allure est sensiblement la même que celle de RWL1.

Blum (1996), indique que l'évaluation de la teneur en eau des tissus constitue un paramètre de référence de la prédiction des stress abiotiques. La capacité de maintenir la turgescence cellulaire, permet la conservation de nombreux processus physiologiques comme la croissance et le développement.

Conclusion

CONCLUSION

En zones arides et semi arides, lorsque le manque d'eau et la salinité s'installent d'une manière intense, il devient difficile de l'éviter. Pour y remédier, il est possible de procéder au choix d'espèces ou de variétés tolérantes.

Les résultats du présent travail suggèrent, que les mécanismes de réponse aux stress, font intervenir un certain nombre de réactions au sein des processus physiologiques. Chez les plantes, ces différentes étapes correspondent à la perception et la reconnaissance du stress, la transduction du signal qui en résulte à l'intérieur de la cellule, l'amplification de ce signal, la modification de l'expression de certains gènes et la production de molécules impliquées dans le rétablissement de l'homéostasie cellulaire.

Notre travail a porté sur l'identification du comportement des plantes d'*Atriplex halimus* L. au niveau physiologique et morphologique. Nous avons constaté que l'espèce étudiée ne subit pas à tous les niveaux des effets dépressifs des stress abiotiques. Par conséquent, ces observations valident le choix de ces espèces pour la réhabilitation des milieux salins et pauvres en eau.

Nous avons supposé que ces espèces orienteraient leur métabolisme vers la synthèse de molécules osmorégulatrices afin de répondre aux conditions de stress.

Bien que ce travail ait tenté de caractériser la réaction de l'*Atriplex halimus* L. face aux stress salin et hydrique combinés, en se basant sur des critères physiologiques et morphologiques au stade de la croissance, rendant compte de l'aptitude de l'espèce étudiée à supporter le sel et le manque d'eau, plusieurs autres questions restent encore posées et nécessitent d'être approfondies à savoir:

- l'étude de ces paramètres en fonction des stades de développement afin de déterminer le stade le plus sensible.
 - L'identification des osmotocums, car il est connu que, l'ajustement osmotique est l'un des plus efficaces mécanismes utilisés par les plantes, en conditions de stress.
 - L'approfondissement de l'étude de l'action des stress sur les micro-structure et l'ultrastructure cellulaires
- Ainsi qu'une étude génétique pour identifier les gènes responsables de la tolérance à la salinité.

Références bibliographiques

- ❖ **ABBAD A., EL HADRAMI A., EL HADRAMI I ., BENCHAAABANE A., 2004:** *Atriplex halimus* (Chénopodiaceae): A halophytic species for restoration and rehabilitation of saline degraded lands . *Pakistan Journal of Biological Sciences*, Vol.7, No.6:1085-1093.
- ❖ **ADDA A .,2006.** étude des mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez blé dur (*Triticum durum* ,Desf) Thèse de doctorat,P,179 .
- ❖ **AHARONSON Z., SULMAN F.G.1969 :** Hypoglycaemic effect of the salt bush (*Atriplex halimus*)-a feeding source of the sand rat (*Psammomys obesus*) “, *Diabetologia*,5, 379-383.
- ❖ **AL HAKIMI A. MONNEVEUX P. GALIBA G., 1995.** Soluble sugars, proline, and relative water content as traits for improving drought tolerance in *Triticum durum*. *J. Gen. Breed.*, 49: 234-244.
- ❖ **AL-TURKIS T.A ., OMER S., GHAFOR A . (2000):** A synopsis of the genus *Atriplex* L.(Chenopodiaceae) in Saudi Arabia “, *Feddes Repert*, 111,261-293.
- ❖ **ACEVEDO., 1991.Improvement of winter cereals in Mediterranean environment. Use of yield, morphological and physiological. In physiology-breeding of winter. Cereals for stressed Mediterranean environment (Acevedo., Consa.P., Monneveux P ., Srivastava J.Peds). les colloques INRA, vol.55, pp211-224.**
- ❖ **BALL. M.C. (1988) :** Salinity tolerance in the mangroves *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*. I. Water use in relation to growth, carbon partitioning, and salt balance. *Australian Journal of Plant Physiology* **15**, 447–464.
- ❖ **BALLESTROS , E. Blumval, E. Donaire,J.P. et Berlver , A. 1997 :** Na⁺/K⁺ antiport activity in tonoplast vesicles isolated from sunflower roots induced by NaCl stress . *Plant Physio.*; 99: 328-334.
- ❖ **BARRS HD.,Weatherly PE., 1968:A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. Aust. J . Sci. 15-412.**
- ❖ **BELKHODJA M., BIDAI Y.,2004 :** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination . Edit. Sécheresse, Vol.15,N°4pp331-335.
- ❖ **BENAHMED (1995):** Croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus* L *Cahier d agriculture*, Vol 5. ; p 365-372.
- ❖ **BENLARIBI N., 1990:** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur- étude des caractères morphologiques et physiologiques- Thèse de doctorat – Uni. Constantine.

- ❖ **BEN NACEUER M.** , RAHMOUNE, C., SDIRI , H , MEDDAHI, M. L . et SELMI 2001 : Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en gravis de quelques variétés maghrébines de blé. Sciences et changement planétaire / sécheresse. 1 2, (3), p.74-167.
- ❖ **BENREBIHA F.Z, 1987** : Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'Atriplex locales et introduites. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique, EL-Harrach, Alger : 5-20.
- ❖ **BEN SALEM M et VIERA DA SILVAJ.P.**1991 : Polymorphisme variétal de résistance à la sécheresse chez les céréales à paille .In L'amélioration des plantes pour adaptation aux milieux arides. *Ed.AUPELF- UREF*, 25-34.
- ❖ **BERNSTEIN, L.** (1975) : Effets of salinity and sodicity on plant-growth. Annual Review of Phytopathology 13 :295-312.
- ❖ **BERTHOMIEU P., CONEJERO G ., NUBLAT A., BRACHNBURY W.J., LAMBERT C., SAVIO C ., UOZUMI N ., OIKI S., YAMADA K ., CELLIER F ., GOSTI F., SIMONNEAU T ., ESSAAH P.A., TESTER M., VERY A.A., SENTENAC H., CASSE F., 2003** : Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal*, Vol.22:2004-2014.
- ❖ **BLISSI,R.D. Platt-Alio,A. and Thomson, W.W.**1986: The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant cell. Environ.* 9:727-733.
- ❖ **BLUM A.et EBERCON A. 1981: Cellmembrane stability as a measure of drougth and heat tolerance in wheat. Crop. Sci., 21, 43-47.**
- ❖ **BLUM A., 1996: crop responses to drought and interpretation of adaptation. Edit. Plant GroutheRegul. Vol. 20, pp135-148.**
- ❖ **BOUAOUINA, S., ZID, E.ET HAJJI, M.(2000)** : Tolérance à la salinité , transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.) CIHEAM-Options méditerranéennes. pp.-2.
- ❖ **BOUDERSA K.** 1998 : Effet de la salinité sur la morphogenèse du chêne liège (*Quecus suber* L) ?Thèse d'ingenieur d'Etat en Ecologie et Environnement : Système forestiers.18-20.
- ❖ **BOYER, J.S.** 1995 : Biochemical and Biophysical aspects of Water défécits and the perdisposition to disease. *Annu. Rev. Phytopath.* 33 : 251-274.

- ❖ **BELKHODJA M.**, Bidai Y., 2004.- Réponse de la germination des graines d'Atriplex halimus L. sous stress salin. *Revue Sécheresse*, 15: 331-335.
- ❖ **BALDY C. 1986.** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale in : tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Les colloques, n° 64, Montpellier .Ed .INRA, Paris 1993.
- ❖ - **BAATOUR O.**, M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F., Lachaal M., 2004.- Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, 1: 346-358.
- ❖ **CHERNYAD'EV I.I.**, 2005: Effect of water stress on the Photosynthetic Apparatus of Plant and the Protective Role of Cytokinins: A Review. *Bach Institute of Biochemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119071 Russia* E-mail : **Terekhova@inbi.ras.ru, Applied biochemistry and microbiology, Vol. 14, No. 2,2005, pp. 115-128. Translated from Prikladnaya Biokimiya i Mikrobiologiya, Vol. 41, No. 2, 2005, pp. 133- 147. Original Russian Text Copyright © 2005 by CHERNYAD 'EV.**
- ❖ **CHOUKR-ALLAHR .1996:** The potential of halophytes in the development and rehabilitation of the aride and semi-aride zone. In Redouane, C.A., Malcolm, C.V. and Hamed, A. *Halophytes and biosaline agriculture.* Ed. Marcel Dekker Inc. New York. Pp. 1-10.
- ❖ **Cramer G.R.**, Epstein E., Lauchli A., 1988.- Kinetic of root elongation of maize in response to short term exposure to NaCl and elevated Ca concentration. *Journal of Experimental Botany*, 39: 1513-1522.
- ❖ **DEMARLY Y., 1984 :** Mécanisme génétiques de l'adaptation chez les végétaux. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 131, actual. Bot., 1984(1), 125-137.
- ❖ **DEXTER W., 1956: Some Recent Contributions to Marine Ecology. Vol, 37, Issue 3. P, 621-622.**
- ❖ **DUTUIT P., POURRAT Y ET DODEMAN V.L., 1991 :** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed AUPELF-UREF : p. 65-73.
- ❖ **Dib A. T., Monneveux P., Araus J. L., 1992.-** Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, 12: 381-393.

- ❖ **EL MZOURI E., CHIRIYAA A., EL MOURID M., LAAMARI A., 2000 :** Improving feed resource and quality in the dryland areas of Morocco by introducing the strip-alley cropping system. In: Gintzburger G., M. Bonnejmata and A. Nefzaoui (Eds.). Fodder Shrubs Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 October-2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA , Aleppo(Syria). Vol.II:340-347.
- ❖ **ENIXON .J.M.** 2004: Etude de l'impact de différents type d'entretien du sol sur l'alimentation hydrique de la vigne, effet sur son développement végétative et la maturation des raisins. Mémoire d'Ingenieur, l'Ecole supérieure d'Agriculture , PURPAN. P 89.
- ❖ **EI-Haddad E. H. M., O'leary J.W., 1994.-** Effect of salinity and K+|Na+ ratio of irrigation water on growth and solute content of *Atriplex amnicola* and *Sorghum bicolor*. Irrigation Science, 14: 127-133. [14].- Ullah S. M., Soja G., Gerzabek M. H., 1993.- Ion uptake, osmoregulation and plantwater relations in faba beans (*Vicia faba* L.) under salt stress. Die Bodenkultur, 44: 291-301.
- ❖ **FLOWERS T.J., TROKE P.F. and YEO A.R., 1977 -:**The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol., 28, p. 89 – 121.
- ❖ **FRANCLET A. et LE HOUEROU H. N., 1971 :** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 249- 271 p.
- ❖ **GATE P., 1995 :** Ecophysiologie du blé, de la plante à la culture .Edition TEC &DOC , Lavoisier , p.429. 107.
- ❖ **GREENWAY H. and MUNNS R., 1980 :** Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol., 31, p. 149 - 190.
- ❖ **HAOUALA ,F., H. et Ben El Hdj,S. (2007) :** Effet de l salinité sur la répartition des cations(Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (cl-) dans les parties aériennes et les racines du chiendent . Biotechnol. Agron .Soc. Environ . Vol . 11,n°3, pp. 235-244
- ❖ **HARE P.D and W.A Cress, 1997:** Metabolic implication of stress induced proline accumulation in plants. Plant Growth Regulation , 21, 79- 102.
- ❖ **HELLR , R., ESNAULT, R., and LANCE , C., 1993:** Physiologie végétale,1. Nutrition ,Paris.
- ❖ **HOPKINS ., 2003 :** Physiologie végétal .2ème édition. De Boeck,Bruscelles : 61-467.

- ❖ **JABNOUNE M., 2008** : adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la faille HKT chez le riz .Thèse doctorat,univ Montpellier II.
- ❖ **JONES M.M., OSMOND C. and TURNER N., 1980** : Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. Aust. J. Plant Physiol., 7, 193 - 205.
- ❖ **JONES HG., Flowers T J.,Jones M B.,1989** : Plants under stress . Cambridge University Press.
- ❖ **KAOHEKI, A.1996**: The use of halophytes of forage production and combating desertification in Iran . In Redouane , C.A., Malcolm, C.V. and Hamed , A. Halophytes and biosaline agriculture . Ed. Marcel Dekker Inc. New York . PP.263-275.
- ❖ **KINET JM., BENREBIHA F., BOUZID S., LAILHACAR S., et DUTUIT P.,1998** : réseau *Atriplex*. Allier biotechnologies et écologie pour une sécuritéalimentaire accrue en régions arides et semi arides. CahiersAgricultures,Vol.7, N°6, p. 505 - 509.
- ❖ **KINIRY J.R., 1993** : Nonstructural carbohydrate utilisation by wheat shaded during grain growth. Agron . J. 85 : 844-849.
- ❖ **LACHIHEB K., NEFFATI M., ZID E., 2004**: Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. Options Méditerranéennes. 62 : 89-93.
- ❖ **LAMAZE,T., TOUSCH,D., SARDA, X., GRIGNON, C., DEPIGNY-THIS, D., MONNEVEUX, P. et BELHASSEN , E(1994)** :Résistance des plantes à la sécheresse : mécanisme physiologiques. Le Sélectionneur Français .Vol .45,pp. 75-85.
- ❖ **LAUCHLI L. and E.EPSTEIN ., 1990**: Plant response to saline conditions. In Tanji KK (ed), Agricultural Salinity Assessment and Management, pp.113-137 .A
- ❖ **LE HOUEROU H. N., 1992** :The role of salt bushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the mediterranean basin: A review Agroforestry Systems,18, p107 – 148.
- ❖ **LEVITT J., 1980** : Responses of plants to environmental stresses. Water .radiation , salt and other stresses ,2: 366-453.

- ❖ **LEFEBVRE, V. 2005.** : Caractérisation des genes AtNCED impliqués dans la biosynthèse de l'acide abscissique dans la graine d'*Arabidopsis thaliana*. Thèse de PhD en Biologie cellulaire et moléculaire, INAPG, 101 p.
- ❖ **LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P. and CASSE-DELBART F., 1995** : Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures, 4, p. 263 – 273.
- ❖ **MAALEM, S. 2002** : Etude Eco-physiologique de 3 espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. halimus*, *A. canescens*, *A. nummularia*) soumises à la fertilisation phosphatée. Mémoire de Magister, Université d'Annaba. 79p.
- ❖ **MAALEM S. et RAHMOUNE C., 2009**: Toxicity of the Salt and Pericarp Inhibition on the Germination of some *Atriplex* Species. American-Eurasian. *Journal of Toxicological Sciences*. 1(2): 43-49
- ❖ **MAILLARD, J. 2001** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne .Riques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- ❖ **MALEK-MAALE J.E., BOULSNEM F et BEN SALEM M., 1998** : Effet de la salinité sur la germination de graines de céréales en Tunisie. Cahier d'Agricultures 2 : p.153-6.
- ❖ **MARYAMA, S and BOYER, J.S., 1994** : **Auxin action on growth in intact plants: threshold turgor is regulated. Planta 193!44-50.**
- ❖ **MALLEK E., 1989.-** Influence de la salinité sur certains aspects physiologiques et métaboliques de la tolérance au sel de tomates sensibles et résistantes. Thèse de doctorat en UFR de biologie, Paris: 5-120.
- ❖ **Mirreh M .M., Osman A.A ., Ismail M.D., AL DarraM M.S., Al Rowaili M.M., 2000**: Evaluation of six halophytic shrubs under center-pivot sprinkler irrigation. In GINTZBURGER. BOUNEJMATE and NEFZAAOUI .Fodder shrub development in arid and semi arid zones,27: 293-308.
- ❖ **MULAS M., MULAS G., 2004** : potentialités d'utilisation stratégique la des plantes des genres *Atriplex* et *opuntia* dans la lutte contre la désertification. Université des études de Sassari groupe de recherche sur la désertification potentialités : 38.
- ❖ **MUNNS R., 2002**: Comparative physiology of salt and water stress plant, cell and Environment, 25: p. 239-250.

- ❖ **Mekhlouf A.**, Bouzerzour H., Bemahammed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N. 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) au climat semi- aride. *Sécheresse* 17 (4) :507-513.
- ❖ **Monneveux P., Nemmar M., 1986.-** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 6: 583-590.
- ❖ **Lessani H., 1969.-** Recherche sur le comportement physiologique de la luzerne en présence de NaCl . Etude de quelques aspects de la nutrition minérale et du métabolisme respiratoire. Thèse Doctorat Science, Paris, 152 p.
- ❖ **NEDJIMI B, GUIT B, TOUMI M,BALADEL B, AKAM A,DAOUD Y .(2013).** : **Atriplex halimus subsp (chenopodaceae) : Description ,écologique et utilisation pastorales et thérapeutiques , Fourrages , 216, 333-338 .**
- ❖ **NEMMAR M., 1983 :** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés du blé dur (*Triticum durum* desf) et de blé tendre (*T. aestivum* L.) : . évolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement., E.N.S.A. Montpellier. Thèse Doctorat Ingénieur.
- ❖ **NULTSCH W ., 1998-**Botanique générale . Ed De Boeck université, Thieme Verlag , p.4.
- ❖ **ORTIZ-DORDA J., MARTI'NEZ-MORA C., CORREAL E., SIMON B and CENIS J.L., 2005 :** Genetic Structure of *Atriplex halimus* Populations in the Mediterranean Basin. *Annals of Botany* 95 : p. 827–834.
- ❖ **OSMOND C B ,BJORKMAN 0,ANDERSON DJ. (1980):** Physiological process in plant ecology . Toward a synthesis with *Atrilex*. In *Ecological studies*. 36, Springer-Verlag (Berlin), 468p.
- ❖ **Oukarroum Abdallah .2007 :** Vitalité des plantes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne.Thèse doctort. Université De Genève.
- ❖ **OZENDA P., 1983 :** Chénopodiacées: Flore du Sahara. Paris : CNRS, p.221-228.
- ❖ **POLJAKOF M., and Gale., 1975 :** morphological an d anatomical changes in plants as a response to salinity stress. In: *Plant and saline environments*. *Ecological studies*, 15, Springer Verlag, p.95-117.

- ❖ **QUEZEL P. et SANTA S., 1962** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Amatol. France. 288 p.
- ❖ **RUSH D.W. et EPSTEIN E., 1981** : Breeding and selection for salt-tolerance by incorporation of germplasm into a domestic **tomato** .J. Amer. Soc Hort. Sci. (106): 699-704.
- ❖ **REMINI B., 2005**: La proplématique de l'eau en Algérie . Ed OPU . p 162.
- ❖ **SMAOUMI, 1972**: Germination ecology of halophytes. In tashs for vegetation science . Junk. W. publishers ; 2:143-154.
- ❖ **SLAMA F., 2004** : La salinité et la production vég étale: p. 5-23.
- ❖ **TALAMALI A., BAJJI M., LE THOMAS A., KINET JM and DUTUIT P., 2003**:Flower architecture and sex determination: how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes, *New Phytologist* 157: p.105–113.
- ❖ **Stewart G. R., Lee J. A., 1974.-** The role of proline accumulation in halophytes. *Planta journal*, 120: 279-289.
- ❖ **TURNER N.C., WALTER R.S and EVANS P., 1987**: Water relation and osmotic adjustment of leaves and roots of Lupins in response to water deficit. *Pub Crop. Scie* 27: p.977-983.
- ❖ **TREMBLIN G., 2000**: Comportement auto-écologique de *halopeplis amplexicaulis* :plnte pionnière des sebkhas de l'ouest Algérien. *Sécheresse* .11 (2) :109-116.
- ❖ **TURNER N.C., WRIGHTG.C.,SIDDIQUE K.H.M.,2001**: Adaptation of grain legume to water- limited environments. *Adv Agron*; 71:193-231.
- ❖ **UNGAR I.,1982**: Population ecology of halophytes seeds. **Bot. Rev.**,53, p.301- 04.
- ❖ **VENORA G . and CALCAGNOF F., 1991**: Study of stomatal parameters for selection of drought resistance varieties in *Triticum durum* Dest *Euphytica* 57: p. 257-283.
- ❖ **WANG Z. and STUTTILE G. W., 1992**: The role of carbohydrate in active osmotic dujestionement in apple under water stress .*J.Am. Soc Hort .Sci.* 117 : 816- 823.
- ❖ **YEO AR., TJ . FLOWERS . 1983** . Varietal differances in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Physiol. Plant* . 59 : 189-195.
- ❖ **ZHANG X., PIED . and CHEN S., 2004** : Root growth and soil water utilization of winter wheat in hte morth china plain. *Hydrological processes* 18 : 2275-2287.

- ❖ **ZID E. et BOUKHRIS M., 1977** : Quelques aspects de la tolérance *l'Atriplex halimus* au chlorure de sodium, multiplication, croissance minérale. Oecol. Plant, Tome 12, 4, p. 351 – 362.
- ❖ **ZHU J.K., 2001** : Plant salt tolerance. Trends in plant . Sci. 6: 66-71.

Annexe

La surface foliaire :

la surface foliaire (SF) est déterminée en (cm²) selon la méthode de **PAUL et al., (1979)**.

La feuille est coupée à la base du limbe, Nous prenons les empreintes de ces feuilles sur du papier calque. On mesure les poids du papier représentant les feuilles (Pf) sur une balance de précision. Une surface carré bien connue (Sq) du même papier (cm²) est pesée (Pq).

On applique la formule de surface foliaire suivant :

$$SF = (Pf - Sq) / Pq.$$

Avec :

SF : surface foliaire (cm²)

Pf : poids du papier représentant les feuilles (g)

Sq : surface du carré (cm²).

Pq = poids du carré (g).



PhotoN°4 : Plante d'*Atriplex halimus*L. Âgée de Quatre mois.

(Serre de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun. Tiaret)

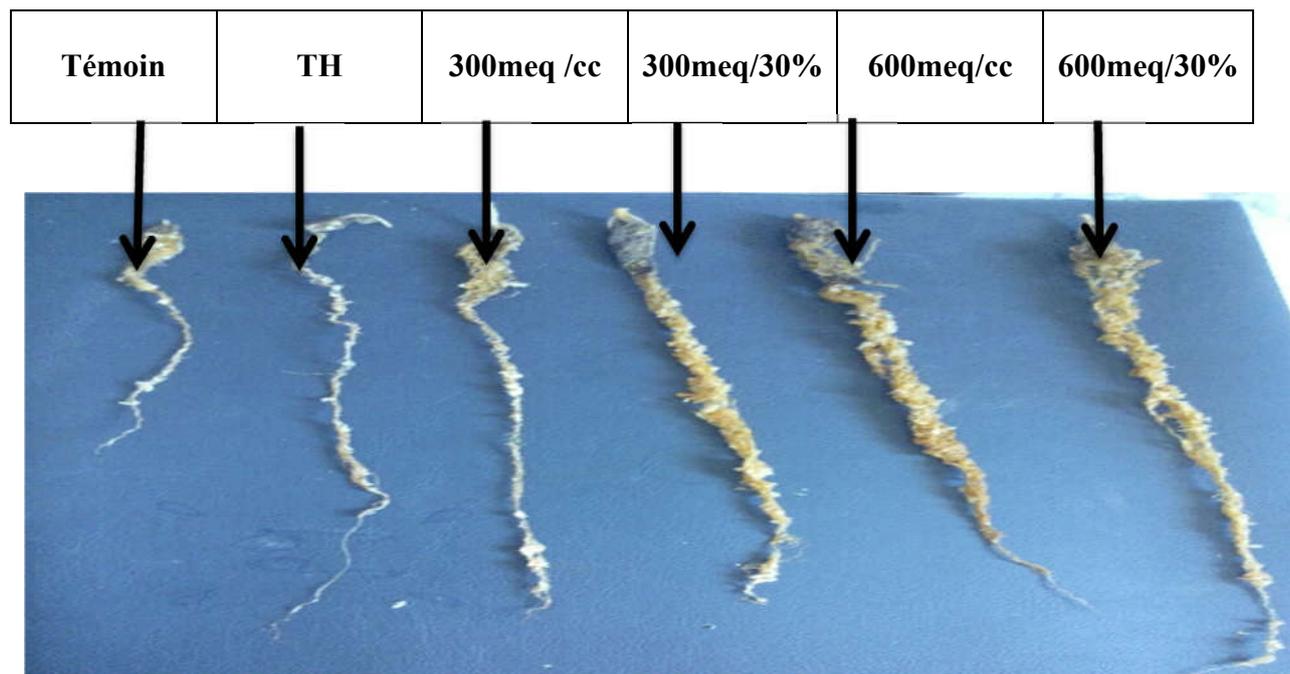


Photo N°5 : Représente Les racines de la plante d'*Atriplex halimis L.* après les déterrements. (1) Témoin, (2) Traitement hydrique, (3) 300meq/C.C, (4) 300meq/30%, (5) 600meq /C.C, (6) 600meq/30%.

Résumé

En Algérie, la production agricole est fortement limitée par plusieurs contraintes abiotiques, dont les principales, la salinité et la sécheresse. Durant ce travailé l'impact de la salinité et du stress hydrique a été suivi chez des jeunes plants d'*Atriplex halimus* L. Cette espèce est une plante steppique qui présente certains intérêts agronomiques, écologiques et fourragers. L'expérimentation a été réalisée sous serre semi contrôlée. Les plantes ont été stressées pendant trois semaines des l'âge de 60 jours avec deux concentration **600meq** et **300meq** de **NaCl** combinées à des apports hydriques à la capacité au champ **CC** et à **30 %CC**.

Les résultats obtenus montrent que l'espèce étudiée *Atriplex halimus* L. est une plante adaptée aux stress salin et hydrique et peut maintenir son intégrité et ses potentialités hydriques et présenter un bon rendement.

Les mots clés : *Atriplex halimus* L. stress , stress salin , stress hydrique .NaCl.

الملخص

في الجزائر، الانتاج الزراعي محدود بضغط عدة عوامل لا حيوية اهمها الملوحة و الجفاف . في هذا العمل قمنا بدراسة تأثير الاجهاد الملحي و الاجهاد المائي على نبات القطف ، هذا النوع نبات صحراوي ذو أهمية زراعية وبيئية و رعوية , قمنا بالتجربة في بيت بلاستيكي ,قمنا بإجهاد النباتات ذات 60 يوما لمدة 3 أسابيع بتركيزين مختلفين من الملح % 600 و %300 واجهاد مائي % 100 و %30 بينت النتائج المحصل عليها ان نبات القطف يتكيف مع الاجهاد المائي و الاجهاد الملحي و يعطي مردود جيد.

الكلمات المفتاحية : نبات القطف ، الاجهاد ، الاجهاد الملحي، الاجهاد المائي ، الملح.