

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université IbnKhaloudon – 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

**Filière** : Biologie

**Domaine** : D 04

**Spécialité** : Master en Amélioration des plantes

Présenté et soutenu publiquement par :

**BELHEZIEL Amina**

**CHABANE Fatima**

**Contribution à l'étude des valeurs nutritives d'une Halophyte *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Soumise aux stress salin et stress hydrique**

Soutenu le : juin2014/2015

**Jury :**

- ✓ **Président** : M<sup>r</sup>. ADDA A. Professeur ; faculté SNV « Tiaret »
- ✓ **Promotrice** : M<sup>lle</sup>. SOUALMI N. Maitre-assistant A
- ✓ **Examineur** : M<sup>r</sup>. CHOUHIM K. Maitre-assistant B

Année universitaire : 2014-2015

## **Remerciements**

*Nous remercions avant tout ALLAH tout jouissants, de nous avoir guidées toute la vie et durant les années d'études.*

*Avant de présenter les résultats de ce modeste travail qu'il nous soit permis de remercier tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice **M<sup>elle</sup> SOUALMI Nadia**, pour nous avoir permis de réaliser ce travail et pour la confiance qu'elle nous a accordée. Ainsi, pour ses conseils, ses encouragements et son soutien.*

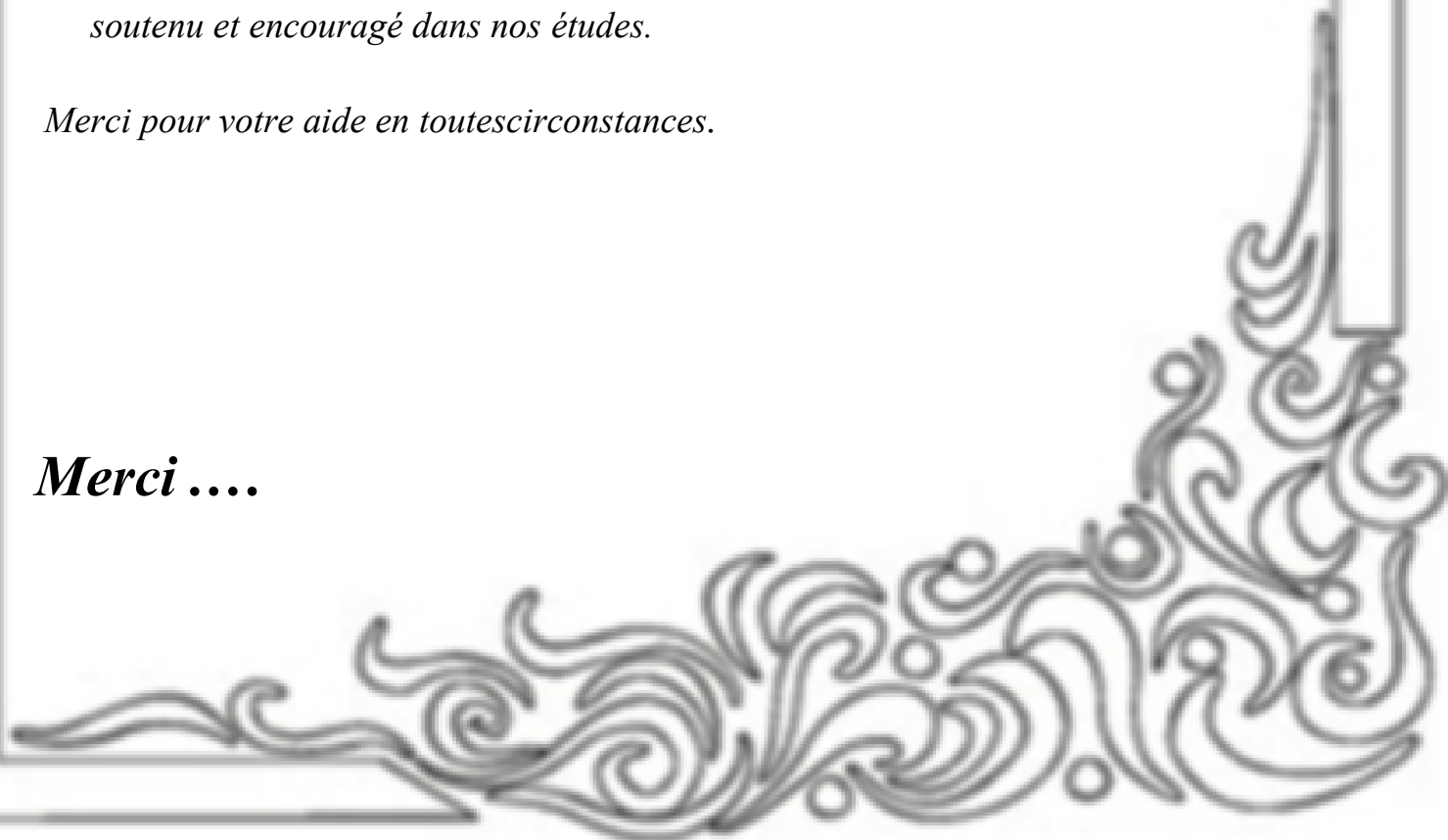
*Nous exprimons toute notre gratitude à **M<sup>r</sup> le Pr. ADDA Ahmed** pour avoir accepté de présider le jury.*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance à l'examineur, pour avoir accepté de juger ce travail : **M<sup>r</sup> CHOUHIM Kadda***

*Enfin, nos plus affectueuses pensées vont à nos parents qui nous ont toujours soutenu et encouragé dans nos études.*

*Merci pour votre aide en toutes circonstances.*

**Merci ....**



## *DEDICACES*

*Je tiens d'abord à dédier ce travail à mon père et à ma mère qui m'ont toujours accompagnée tout au long de ma vie par leurs précieux conseils, par leur amour et leur dévouement, qu'ils trouvent ici l'expression de mon amour et de mes vifs remerciements.*

*Je dédie plus particulièrement ce travail à mes chers frères  
{BOUDALI, MOUHAMED et BACHIR}*

*Qui m'ont toujours soutenue dans ma vie, qu'ils trouvent ici tout l'amour que je le porte.*

*Je tiens aussi à dédier ce travail à mon chère directeur M<sup>r</sup>  
MBAREKI Ahmed, et à toute ma famille surtout à*

*« SOUAD, RABIA, ZINEB, LINA, DAOUDIA et ZOËRA »*

*A mon cher binôme AMINA, pour sapatience avec moi et à mes aimables amies « SAFIA, HANAN, HOURIA,  
NADJAT, ANISSA, » Et à la promotion*

*d' Amélioration des plantes*

*de l'année 2014-2015*

*FATIMA ...*



*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents*

*qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère*

*qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et à l'esprit de mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis.*

*Merci mes parents.*

*A mes très chers frères, KAMEL, KHALED, MOUKHTAR et à mes très chère sœurs NAOUAL, NOURIA, SIHAME et ses surtout ANISSA.*

*Egalement à toute ma famille sans exception.*

*A mon binôme FATIMA qui a contribué à la réalisation de ce travail. sans oublier mes amies HANANE, SAFIA, HOURIA, NADJAT, SOUAD, DAOUDIA, AZIZA et BAKHTA. Pour leur aide et leurs conseils.*

*A Toute la promotion 2015 Amélioration des plantes.*

*Et toute personne que je connais.*

*AMINA*

## Liste des abréviations

°C : DegréCelsius

Ca<sup>2+</sup> : ion de Calcium.

Cl<sup>-</sup> : ion de Chlore.

cm : centimètre.

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de Carbone.

g : gramme.

H<sub>2</sub>O: eau.

K<sup>+</sup> : ion de potassium.

Kg : Kilogramme.

L : Litre.

meq/l : milli équivalent par litre.

mm : millimètre.

Na<sup>+</sup> : ions de Sodium.

NaCl : Chlorure de Sodium.

% : Pourcentage.

g/l : gramme par litre.

m : mètre.

ABA : Acide abscissique.

ml : millilitre

N : Normale

t/mn : tour par minute

mn: minute

nm: nanomètre

NaOH: hydroxyde sodium

HCl : Acide chlorhydrique.

NaCo<sub>3</sub>: Carbonate de sodium

CuSo<sub>4</sub>: Sulfate de cuivre.

h: heur.

UFL/Kg: Unité fourragé lait par kilogramme.

MS: Matière sèche.

MAT: Matière azoté Totale.

H.C.D.S : Haut-Commissariat Développement de la Steppe.

CC : La capacité au champ.

µg : Microgramme.

mg/g : Milligramme par gramme.

TCA : AcideTri-acétique.

C : Carbone

H : Hydrogène

O : Oxygène

**ppm**

## Liste des tableaux

<b>Tableau A.</b> Répartition numérique des espèces d' <i>Atriplex</i> dans le monde (LEHOUEIROU, 1992).....	06
<b>Tableau B.</b> composition de la solution nutritive de HOAGLAND (1938).....	20
<b>Tableau C.</b> Composition saline de NaCl.....	21
<b>Tableau D.</b> Composition de la solution A.....	22
<b>Tableau n° 1 :</b> L'analyses statistiques de signification des résultats des minéraux et des protéines foliaires des plantes d' <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt. à l'aide de l'analyse de la variance (P = 5%) utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package of Social Sciences).....	25

## Liste des figures

**Figure 1** : Evolution des teneurs en ions calcium au niveau des feuilles d'Atriplex canescens (Pursh) Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.....26

**Figure 2** : Evolution des teneurs en ions potassium au niveau des feuilles d'Atriplex canescens (Pursh) Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.....27

**Figure 3** : Evolution des teneurs en ions sodium au niveau des feuilles d'Atriplex canescens Pursh Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.....28

**Figure 4** : Evolution des teneurs en protéines au niveau des feuilles d'Atriplex canescens Pursh Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.....29



## Liste des photos

- Photo1** : Les feuilles et les fleurs d'Atriplex canescens (Pursh) Nutt.....04
- Photo2**:les fruits d'Atriplex canescens (Pursh) Nutt.....04
- Photo 3**: Les graines d'Atriplex canescens(Pursh) Nutt.....04

## Table de matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Introduction .....01

## Chapitre I : La synthèse bibliographique

**I: La plante étudiée :** .....03

1 : Les halophytes.....03

2 : Description morphologique de *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.....03

3 : La biologie d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.....05

4 :L'écologie d'*Atriplex canescens*(Pursh) Nutt.....05

5 : La répartition d'*Atriplex* dans le monde.....05

6 : La répartition de l'*Atriplex* en Algérie.....06

7:Les intérêts de l'*Atriplex* .....06

7:1. L'intérêt écologique.....07

7:2. L'intérêt fourrager.....07

7:3. L'intérêt médicinal .....08

## II.Le stress abiotique

I : Définitions du stress.....09

1. Le stress salin .....09

2: L'effet du stress salin sur les végétaux.....10

➤ 2-1 : L'effet du stress salin sur la germination.....10

➤ 2-2: L'effet sur la croissance et le développement des végétaux.....10

➤ 2-3 :L'effet de la salinité sur la nutrition minérale des végétaux.....11

3 : La réponse des végétaux face au stress salin.....	11
➤ 3-1 : Aspects anatomiques de la tolérance à l'adaptation sel.....	11
➤ 3-2 : Aspects physiologiques de la tolérance au sel .....	12
➤ 3-3 : Aspects biochimiques de la tolérance au sel.....	13
4 : Le stress hydrique.....	13
5 : L'effet du stress hydrique sur les végétaux.....	13
➤ 5-1 : Actions sur le métabolisme glucidique.....	14
➤ 5-2 : Actions sur le métabolisme protidique.....	14
➤ 5-3 : Actions sur le métabolisme lipidique.....	15
➤ 5-4 : Actions sur la transpiration.....	15
➤ 5-5 : Actions sur la photosynthèse .....	15
➤ 5-6 : Actions sur la croissance et le développement.....	16
6. L'eau dans le sol.....	18
7. L'eau dans la plante.....	18

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

I – MATERIEL VEGETAL .....	19
II : Méthode.....	19
➤ 1. Préparation des graines .....	19
➤ 2. Préparation des cylindres .....	19
➤ 3. Le dispositif expérimental .....	19
III.. Les solutions salines et les apports hydriques.....	21
IV. Les mesureseffectuées .....	21
➤ 1. Le dosage des protéines .....	21
➤ 2. Dosage des minéraux.....	23
2.1. Minéralisation de l'échantillon végétal.....	23
2.2. Dosage des éléments.....	23
V. Etude statistique .....	24

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

1. Résultats.....	26
1- Calcium.....	26

2- Potassium .....	27
3- Sodium.....	28
4-Teneurs en protéines.....	29
<b>2. Discussion.....</b>	<b>30</b>

Conclusion

Références bibliographiques

# Introduction

# Introduction

---

Dans les régions arides et semi arides, la salinité du sol s'intensifie, elle est causée par la présence d'une quantité excessive de sels; il s'agit généralement d'un taux élevé des ions sodium et chlore qui cause le stress salin (HAYASHI et MURATA., 1998).

De nombreux facteurs concourent au processus de la salinisation des sols parmi lesquels, l'insuffisance des précipitations conjuguée aux fortes pertes en eau par évaporation à partir du sol (EPSTEIN et *al.*, 1980). Ce déséquilibre hydrique provoque dans le profil du sol une accumulation des sels au cours du temps sans pouvoir être lessivé par les rares eaux de pluies ce qui conduit ces sols à devenir incultes(LEVIGNERON et *al.*, 1995). Aussi, selon POLJAKOF et GALE (1975) puis GUPTA et ABROL (1990), les sols chargés de concentrations anormalement élevées des sels solubles, exposent les plantes à un stress permanent.

L'Algérie est l'un des pays les plus marqués par la sécheresse due à de faibles et irrégulières précipitations et par une pédogénèse halomorphe. Des surfaces cultivables très importantes dans ces zones sont exposées à une désertification continue (HAMDI., 1999), d'où une menace pour l'équilibre alimentaire de ces régions (KINET et *al.*, 1998). Ces dégradations se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques (Le HOUEROU, 1985 ; BEDRANI, 1999).

Une approche prometteuse dans la lutte contre la désertification est menée par le Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS) qui est représentée par l'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens*; à cause de sa qualité fourragère. Cette espèce possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol. Il constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones arides (BELKHODJA et BIDAI, 2004; ESSAFI et *al.*, 2007 ; LE HOUEROU, 2006). Elles 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 (FRANCIET et LE HOUEROU, 1971).

# Introduction

---

Notre travail consiste à analyser les valeurs nutritives (la teneur en protéine et le taux des minéraux) de l'*Atriplex canescens* soumise au stress salin et stress hydrique par l'évaluation des effets des différentes concentrations de NaCl (100 meq/l, 300 meq/l et 600 meq/l) administrées à différents pourcentages de la capacité au champ (à la capacité au champ, 60% et 30% de la capacité au champ).

## I : La plante étudiée

### 1 : Les halophytes :

Les halophytes, terme venant du grec *halos* (sel) et *phyton* (plante). Les halophytes sont des plantes qui croissent sur des sols très salins (HOPKINS, 2003). Les plantes dites halophytes sont naturellement tolérantes au sel et poussent aussi bien voir mieux dans un environnement salin qu'en condition normale (LEVIGNERON, 1995). Les plantes halophiles ou halophytes fréquentent les sols salés ou "halomorphes" c'est-à-dire chargés de chlorure de sodium (et d'autres sels). Les plantes du genre *Atriplex* sont des halophytes présentes dans la plupart des régions du globe. Elles sont le plus grand et le plus diversifié groupe de la famille des *Chénopodiacées* et compte environ 417 espèces dans le bassin méditerranéen (LE HOUEROU, 1992). En Afrique du nord, le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées et 2 espèces introduites, soit 07 espèces vivaces, 01 bisannuelle et 09 annuelles (FARNCLET et LE HOUEROU, 1971).

Les arbustes *Atriplex* sont considérés comme des plantes fourragères (EDMOND, 1963). Ces arbustes sont d'un rôle agronomique très important (H.C.D.S, 1996). Les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont : *A. halimus* L. ; *A. mollis* Desf; *A. semibaccata*; *A. canescens* (Pursh) Nutt. ; *A. vesicaria* Hew ; *A. portulacoides* L. (LE HOUEROU, 2000).

Les études anatomiques montrent que 40 % des *Atriplex* étudiées sont des plantes en C<sub>3</sub> et 60 % en C<sub>4</sub> (SMAOUI, 1972 ; OSMOND et al, 1980).

### 2 : Description morphologique de *l'Atriplex canescens* (Pursh) Nutt:

C'est une plante buissonnante de 1 à 3 m de hauteur, formant une touffe pouvant atteindre 3 m de diamètre (H.C.D.S, 1996). Son système racinaire est très profond. Il peut atteindre 6 m (CHERFAOUI, 1993). Les jeunes branches et les feuilles sont couvertes des vésicules qui donnent un aspect farineux aux feuilles de couleur gris-vert. Les feuilles sont persistantes, linéaires habituellement de 1 à 4 cm de long et 0,1 à 1,0 cm de large (MCARTHUR, 1977 ; MCARTHUR et al., 1992).

Les inflorescences dioïques en épis simples ou panicules sont au sommet des rameaux pour les fleurs mâles et axillaires ou en épis sub-terminaux pour les fleurs femelles. Les graines vêtues de 4 ailes à bords denticulés, ont des dimensions de 10 à 20 mm (BENRBIHA, 1987).





**Photo1** :Les feuilles et les fleurs  
d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.

(<http://www.desert-tropicals.com>)

**Photo2**:les  
d'*Atriplex canescens*(Pursh)Nutt.

(<http://www.desert-tropicals.com>)

fruits



**Photo 3** : Les graines  
d'*Atriplex canescens*(Pursh) Nutt.

([www.SteveHurst@USDA-NRCSPLANTS](http://www.SteveHurst@USDA-NRCSPLANTS)  
Data base)

### 3: La biologie d'*Atriplex canescens* :

Classification d'A.P.G « Agiospermphylogeny Group» d'après (GUIGNARD et DUPONT, 2004).

Groupe :Chlorobiontesplantes vertes

Groupe :Embreyophytesplantes terrestres

Groupe :Tracheophytesplantes vasculaires

Embranchement :Spermatophytes plantes à graines

Sous-embranchement :Angiospermes plantes à ovaires

Classe :Eudicotyledones

Sous-classe :Prééudicot

Ordre : Caryophyllales

Familles :Chénopodiacées

Genre : *Atriplex*

Espèce : *canescens* (Pursh) Nutt



### 4 : L'écologie d'*Atriplex canescens* :

Ce sont des arbustes qui poussent extrêmement bien dans le bassin méditerranéen(EDMOND, 1963). Ce sont des plantes halophytes, ils présentent une bonne résistance au froid et à la sécheresse (d'après FROMENT (1972) supportent les températures de +5° C à +10°C).

En Algérie, l'*Atriplex* couvre une superficie de près d'un million d'hectares plus ou moins dégradés (DUTUIT et *al.*, 1991).

### 5 : La répartition d'*Atriplex* dans le monde :

Les plantes du genre *Atriplex* sont présentes dans la plupart des régions du globe. Le nombre approximatif, de ces espèces, dans divers régions et pays arides et semi arides du monde, est récapitulé dans le tableau ci-dessous (Tableau A.)

**Tableau A.** Répartition numérique des espèces d'Atriplex dans le monde (LEHOUEIROU, 1992)

Paye ou région	Nombre d'espèces et/ou sous espèces	Paye ou région	Nombre d'espèces et/ou sous espèces
Etats-Unis	110	Baja Californie(Mexique)	25
Australie	78	Afrique du nord	22
Bassin méditerranéen	50	Texas	20
Europe	40	Afrique du sud	20
Ex.URSS	36	Iran	20
Proche orient	36	Syrie	18
Mexique	35	Palestine & Jordanie	17
Argentine	35	Algérie& Tunisie	17
Californie	32	Bolivie & Pérou	16
Chili	30		

## 6 : La répartition de l'Atriplex en Algérie :

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

## 7 : Les intérêts de l'Atriplex :

C'est une source de minéraux, vitamines et protéines pour le bétail (EL-SHATNAWI et MOHAWASH, 2000) ce qui permet de les utiliser comme une réserve fourragère en été et en automne, comblant la carence de fourrage qui se manifeste avant la croissance des espèces fourragères herbacées (KESSLER, 1990). Différentes observations expérimentales ont démontré que, grâce à cet arbuste, le bétail peut supporter de longues périodes de carence alimentaire dues à la sécheresse (LEHOUEIROU, 1980).

## 7-1 : intérêt écologique

MULAS et MULAS (2004) rapportèrent que l'association des cultures des céréales à des arbustes fourragers qui, grâce à la capacité de leurs racines de s'enfoncer dans le sol, ont des effets bénéfiques sur l'environnement et le rétablissement de la fertilité de l'écosystème. En plus les plantes de genre *Atriplex* jouent un rôle important comme brise-vent, pour la protection du sol et la création d'un microclimat favorable, permettant aux autres espèces fourragères (l'avoine, la luzerne...), d'augmenter leur productivité (El MZOURI et al., 2000). Selon ABBAD et al., (2004) le système racinaire très ramifié chez les *Atriplex*, joue un rôle important dans la réhabilitation des sols dégradés, la lutte contre l'érosion des sols et la désertification. Par ailleurs certaines espèces d'*Atriplex*, cas d'*Atriplex canescens* (Purch) Nutt. sont mycorhizes par des champignons fixateurs de phosphore (BARROW et OSUNA, 2002). Ces champignons prélèvent du carbone à partir des racines de la plante et lui fournissent en échange du phosphore, elle augmente également la capacité d'absorption des racines ce qui augmente leur tolérance à la sécheresse (BARROW et OSUNA, 2002, BARROW et al., 2004).

## 7-2 : L'intérêt fourrager :

Au vu de sa grande résistance à la sécheresse, à la salinité et à l'ensoleillement, l'*Atriplex* constitue en période de sécheresse un fourrage apprécié des camélidés et particulièrement des ovins et caprins (ABBAD et al., 2004).

Les taux élevés en protéines et en sels minéraux permettent d'utiliser l'*Atriplex* comme une réserve fourragère en été et en automne, comblant la carence de fourrage qui se manifeste avant la croissance printanière des espèces fourragères herbacées dans ces régions (KESSLER., 1990).

L'*Atriplex* possède un taux élevé d'azote et fournit de faibles apports d'énergie (MULAS et MULAS., 2004). Il s'agit surtout des *Atriplex halimus*, *nummularia* et *canescens*. qui ont une valeur énergétique de 0,6 UFL/Kg de la matière sèche (MS) et une teneur en MAT de l'ordre de 20 à 25 % de la MS. La présence de grande quantité de sels et la présence de certaines substances secondaires peuvent limiter leur valeur nutritionnelle (NEFZAOUI et CHERMITI., 1991).

### **7-3 : L'intérêt médicinal :**

Selon DUTUIT et *al.*, (1991) l'Atriplex est utilisé comme une plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle. En effet elle agit sur la maladie du sommeil (trypanosomiase) (BELLAKHDAR, 1997) et elle possède également un effet antidiabétique notamment sur le diabète type 2 (non insulines dépendantes de l'adulte), car selon DEY et *al.*, (2002), 3g/Jour de feuille d'*Atriplexhalimus*L. diminue le taux du glucose dans le sang.

## II- Les stress abiotiques :

### I : Définition du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (HOPKINS., 2003). Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement. D'après JONES et *al.*, (1989): "C'est une force ou influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner".

Les stress abiotiques ou environnementaux affectent la croissance et le rendement des plantes, contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables. Les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux chocs chimiques ou physiques, engendrés par l'environnement en contrôlant et en ajustant leur système métabolique.

#### 1. Stress salin

Le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans la rhizosphère et dans de l'eau (PARIDA et DAS, 2005). Le stress salin déclenche à la fois un stress osmotique et un stress ionique (RAINS, 1972; FLOWERS et *al.*; 1986; FLOWERS et *al.*, 1988; FLOWERS, 2004). Les plantes peuvent développer divers mécanismes afin d'assurer leur survie. Les halophytes sont considérées comme des régulateurs de salinité. Certaines n'absorbent pas le sel mais en excrètent des quantités considérables par leurs racines. D'autres absorbent le sel, mais en excrètent de grandes quantités dans des glandes à sel spécialisées des feuilles (HOPKINS, 2003). On parle ici de deux mécanismes, l'exclusion et l'inclusion (FLOWERS et *al.*, 1986; HARINASUT et *al.*, 2000).

### 2 : L'effet du stress salin sur les végétaux

#### 2-1 : L'effet du stress salin sur la germination :

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 teneur 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 ou 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  $\text{Cl}^-$  et  $\text{Na}^+$ .

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).

#### 2-2: L'effet 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 (SALAMA, 2004). Il a été démontré que le stress salin provoque une augmentation de la concentration en acide abscissique (ABA) dans la partie aérienne ou une réduction des concentrations en cytokénine. Ceci résulte en une croissance et une transpiration réduites (ITAI, 1999). L'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes est ainsi la réduction de la croissance (ZHU, 2001 ; MUNNS et *al.*, 2002). La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (ZHU., 2001). En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente

jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles. Pour illustrer cette tendance, dans la nature, la croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin (ZHU., 2001).

### **2.3 :L'effet de la salinité sur la nutrition minérale des végétaux**

De très fortes concentrations salines dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (LEVIGNERON et *al.*, 1995). L'accumulation des ions dans la plante, limite l'absorption des cations indispensables tels que  $K^+$  et  $Ca^{++}$  (MARSCHNER., 1995 ; BELKHODJA., 1996 ; HASEGAWA et *al.*, 2000 ; MUNNS et *al.*, 2005) ; en se concentrant chez certaines plantes dans la paroi cellulaire, ou en remplaçant le  $Ca^{++}$  ou le  $K^+$  (ERIK et *al.*, 2005).

La présence de sodium en faible concentration, peut augmenter l'absorption du  $K^+$ , tandis que sa présence en fortes concentrations diminue l'absorption de  $K^+$  (MEZNI et *al.*, 2002), signalée chez le riz (LEVIT., 1980), chez *Atriplexhalimus*. L (ACHOUR., 2005; BENADJI., 2006) et la canne à sucre (NIMBALKAR et JOSHI., 1975). Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot (HAMZA., 1977) et le laurier rose (HADJI., 1980) cultivés en présence de chlorure de sodium à 12 g/l. Le calcium diminue avec l'augmentation des doses de sel (ELMEKKAOUI., 1987; IDIHIA., 1995; CRAMER., 1997), son addition au milieu de culture des plantes sous stress salin augmente le taux du  $Ca^{++}$  et du  $K^+$  au niveau foliaire par contre diminue l'accumulation de  $Na^+$  (GRANT et *al.*, 1991; ERIK et *al.*, 2005).

### **3 : La réponse des végétaux face au stress salin :**

#### **3-1 : Aspects anatomiques de la tolérance à l'adaptation sel**

Certaines plantes ont des glandes à sel dans leurs feuilles. Ces glandes excrètent du sel collecté sur la surface foliaire jusqu'à ce qu'il soit enlevé par le vent ou la pluie. Ces glandes peuvent jouer plusieurs rôles, comme dans les arbustes des zones arides, exemple les *Atriplex*. Le sel sécrété par les glandes dans des petites vésicules de la feuille, permet aux feuilles de puiser l'eau dans les racines en augmentant le gradient du potentiel hydrique en gardant le potentiel hydrique des feuilles plus négatif. Le sel réduit également les pertes d'eau dans l'atmosphère dues à la transpiration (PURVES et *al.*, 2005).



### 3-2 : Aspects physiologiques de la tolérance au sel

Les plantes d'*Atriplex* sont capables d'accumuler de grandes quantités de sel dans leurs tissus et plus particulièrement dans les trichomes situés à la surface des feuilles (MOZAFAR ET GOODIN, 1970). Chez les espèces du genre *Atriplex*, il y a une translocation préférentielle des ions  $\text{Na}^+$  vers les parties aériennes (RIEMANN, 1992). Les taux d'accumulation de Na Cl sont très importants pouvant atteindre 25 % du poids sec des feuilles pour une concentration extérieure de 30 g/l (ZID et BOUKHRIS, 1977).

Le transport du sel peut se faire par la voie symplastique ou par la voie apoplastique; ce dernier étant le système de transfert le plus souvent observé chez *Atriplexhalimus*L. (WONG et JÄGER, 1978). Le transport symplastique se ferait par le biais de vésicules de pinocytose et d'exocytose contenant le sel dans le cytoplasme. Chez *Atriplexhalimus* L., le système de vésiculation apparaît particulièrement important au niveau des cellules présentant un cytoplasme dense et situé à proximité du système vasculaire. Le sel absorbé par les racines de la plante est transporté vers les feuilles où il s'accumule dans les trichomes pour être ensuite excrété.

Les trichomes présents sur les deux faces de la feuille sont très nombreux sur les feuilles âgées donnant à la feuille son aspect blanchâtre plus ou moins luisant (SMAOUI, 1971). Selon cet auteur, deux types de trichomes sont à différencier: les trichomes vésiculeux, à cellule apicale fortement vacuolisée accumulant le sel et les trichomes en massues, dont la cellule apicale ovoïde, allongée et à parois épaisses, ont une fonction de sécrétion. Tous deux sont constitués à la base par une cellule de pédicelle, petite et dense, contenant des chloroplastes. Ces trichomes jouent un rôle important dans la résistance de la plante à la salinité en prévenant l'accumulation du sel dans les tissus vasculaires et les parenchymes. La concentration en  $\text{Na}^+$  et en  $\text{K}^+$  à l'intérieur des poils augmente considérablement avec la dose de sel, de même que le contenu en  $\text{Cl}^-$  dont l'accumulation contrebalance celle des cations. La concentration en oxalate ne change pas mais contribue aussi à diminuer la charge positive du trichome (MOZAFAR et GOODIN., 1970). Des cristaux de sels se forment dans la vésicule, faisant éclater la cellule, permettant le rejet du sel à la surface de la feuille (MOZAFAR., 1969). La présence de ces poils pourrait également aider la plante à diminuer son évapotranspiration et assurer une protection contre une illumination trop intense (EHLRINGER ET MOONEY, 1978; KELLEY et al., 1982). L'*Atriplex* aimant la chaleur, est très commun sur les rivages méditerranéens, mais on le trouve également sur les côtes de

l'Atlantique et même de la Manche résistant fort bien au vents chargés d'humidité et de sel, s'accommodant également des sols salés.

### **3-3 : Aspects biochimiques de la tolérance au sel**

Les halophytes peuvent poursuivre leur croissance dans des milieux salins comme les déserts, les prés salés et les zones littorales. Les adaptations des halophytes sont diverses. Une pompe sodium-potassium semble jouer un rôle majeur chez beaucoup d'halophytes en maintenant une faible concentration en sodium à l'intérieur des cellules tout en assurant un approvisionnement suffisant en ions potassium à la plante. Chez certaines espèces, la pompe fonctionne principalement dans les cellules des racines en pompant le sodium vers le milieu externe et le potassium vers la racine. Il est supposé que la présence d'ions calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) dans la solution du sol est indispensable à un fonctionnement efficace de ce mécanisme. D'autres halophytes absorbent le sodium par les racines, mais elles l'évacuent ensuite ou l'isolent du cytoplasme des cellules vivantes.

Les halophytes sont actuellement d'un intérêt non seulement pour les enseignements qu'elles peuvent apporter sur les mécanismes d'osmorégulation des plantes, mais également en raison de leur intérêt possible comme plantes cultivées dans un monde où les besoins en nourriture augmentent sans cesse dans de vastes régions inaccessibles à l'agriculture à cause de la salinité du sol.

### **4 : Le stress hydrique :**

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

### **5 : L'effet du stress hydrique sur les végétaux**

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 potentiel hydrique, 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; TURNER et *al.*, 1986; UPADHAYAYA et FURNES, 1994; VENORA et CALCAGNO, 1991).

Les dégâts peuvent enfin entraîner la destruction de la plante. La résistance au déficit hydrique dépend de l'aptitude de la plante à développer un système racinaire important et à limiter ses pertes d'eau cuticulaire et stomatique (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 et 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).

### **5-1 : 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 vu leur relation directe avec plusieurs processus physiologiques tels que : la photosynthèse, translocation et respiration (WANG et STUTTLE, 1992; KINIRY, 1993; AL HAKIMI et *al.*, 1995; DUBOS, 2001).

### **5-2 : Actions sur le métabolisme protidique**

Le contenu en protéines dans les feuilles diminue suite au manque d'eau. Les plantes C<sub>3</sub> répondent à l'insuffisance de l'eau par une diminution plus prononcée de leurs protéines au niveau des feuilles que les plantes C<sub>4</sub>. La diminution du pool protéique est causée par

l'inhibition de la synthèse et l'augmentation du catabolisme suite à l'activité hydrolytique accrue (THOMPSON, 1980; KUSAKA *et al.*, 2005).

L'enzyme principale, ribulosebi-phosphate carboxylase-oxygénase est digne d'une considération spéciale, sa quantité dans les feuilles représente 50% des protéines ; d'ailleurs, la déshydratation cause une diminution dramatique (environ deux fois) de la protéine la plus abondante sur terre (Rubisco) (LORIMER, 1981; CHERNYAD'EV, 2005).

### **5-3 : Actions sur le métabolisme lipidique**

En ce qui concerne les lipides foliaires notamment les lipides des membranes chloroplastiques, de nombreux travaux ont montré que la teneur diminue et que leur composition est modifiée (MILLAR *et al.*, 1996; PRIAULT *et al.*, 2007).

La dégradation des lipides membranaires, tout comme celle des protéines, perturbe fortement le fonctionnement cellulaire et provoque une réduction de la perméabilité sélective, ce qui influence les échanges moléculaires intra et intercellulaires et le transport d'électrons (TAIZ et ZEIGER, 2002; PRIAULT, 2006).

### **5-4 : Actions sur la transpiration**

Les modifications qui affectent la feuille ont des répercussions directes sur la transpiration ; la plante ferme ses stomates pour réduire ses pertes en eau. Cette fermeture va entraîner des modifications physiologiques, morphologiques et phénologiques. L'entrée du CO<sub>2</sub> est également verrouillée lors de cette fermeture, entraînant une perturbation de l'activité photosynthétique. La fermeture emprisonne une bonne part de l'énergie destinée à être dissipée par transpiration, ce qui a pour conséquence l'augmentation de la température foliaire (KOTCHI, 2004).

Plusieurs rapports suggèrent que les stomates des feuilles puissent se fermer d'une façon non-uniforme à travers la surface de feuille en réponse à l'ABA (WARD et BUNCE, 1987; TERASHIMA *et al.*, 1988; VASSEY et SHARKEY, 1989).

### **5-5 : Actions sur la photosynthèse**

Il existe une relation linéaire entre la teneur en eau de la feuille et la réponse photosynthétique. La réduction de l'activité photosynthétique peut être causée par des facteurs

stomatiques (fermeture des stomates), des facteurs non stomatiques (diffusion du CO<sub>2</sub> vers les sites de réduction, inactivation des enzymes de l'incorporation du CO<sub>2</sub>...) et des facteurs liés à la redistribution des néo-assimilats (MATTHEWS et BOYER, 1984; SEEMAN et *al.*, 1987 ; VASSEY et *al.*, 1991).

Les effets directs de faibles potentiels hydriques sur le chloroplaste provoquent une diminution de la demande en CO<sub>2</sub> dont la concentration demeure relativement élevée à l'intérieur de la feuille. Les activités de transport d'électron et de photophosphorylation sont réduites dans le chloroplaste. Ces effets sont le reflet de lésions des membranes des thylacoïdes et de la protéine ATP synthétase. De plus, les effets inhibiteurs d'un potentiel hydrique faible sont accrus par les concentrations élevées de magnésium, concentrations qui apparaissent dans la feuille déshydratée (BENLARIBI, 1990 ; KRÖMER, 1995).

L'inhibition de la photosynthèse est centrale et a souvent été conçue pour être provoquée par une réduction de la conductivité stomatique, peut-être en raison de l'élévation des quantités d'ABA qui limite la disponibilité du CO<sub>2</sub> à l'intérieur de la feuille (VASSEY et SHARKEY, 1989 ; ALVES et SETTER, 2004).

Le déficit hydrique provoque une diminution de la teneur en pigments photosynthétiques (chlorophylles et caroténoïdes), des changements du rapport chlorophylle (a/b), des altérations des feuilles et des structures des chloroplastes, inhibe les réactions claires et sombres de la photosynthèse, et empêche la biosynthèse des protéines cellulaires. En particulier, cette suppression affecte l'enzyme principale de la photosynthèse, Rubisco, qui diminue l'intensité de l'assimilation photosynthétique du dioxyde de carbone et accélère le vieillissement des feuilles (CHERNYAD'EV, 2005).

### **5-6 : Actions sur la croissance et le développement**

La croissance de la plante est l'augmentation irréversible de la taille, résultant d'une prolifération, de la croissance et de la différenciation cellulaire. Elle implique les facteurs génétiques, physiologiques, écologiques et morphologiques ainsi que leur interaction. Le déficit hydrique réduit la croissance à travers l'inhibition des différents processus physiologiques et biochimiques dont, la photosynthèse, la respiration, la translocation des substances, la nutrition minérale, la synthèse et migration des phytohormones (KRAMER, 1980; CHAVES, 1991).

Lors de l'établissement d'un déficit édaphique, une relation étroite entre le potentiel hydrique des feuilles matures du maïs et la vitesse d'allongement foliaire se manifeste, ces deux variables diminuant avec le dessèchement. Par contre, les parties en croissance des feuilles ne s'affectent par le potentiel hydrique et la turgescence cellulaire (MICHELENA et BOYER, 1982).

De plus, la vitesse d'allongement foliaire décroît avec le potentiel hydrique du sol, même dans des conditions particulières où l'état hydrique des parties aériennes est maintenu à un niveau similaire à celui des plantes bien irriguées ce qui suggère l'existence d'un signal non hydraulique émis par les racines soumises au déficit hydrique (MARTRE, 1999; HOPKINS, 2003). SAAB *et al.*, (1990) ont montré que ce signal pourrait être l'acide abscissique (ABA). Ces travaux suggèrent donc que l'état hydrique des feuilles puisse ne pas être directement impliqué dans la détermination de la vitesse d'allongement foliaire. La réduction de la vitesse nocturne d'allongement foliaire du maïs lors d'un déficit hydrique édaphique ne dépend que de l'état hydrique du sol et est directement liée à la concentration en ABA dans la sève xylémienne (BEN HAJ SALAH et TARDIEU, 1997). Cependant, a la journée, la vitesse d'allongement foliaire diminue encore plus, cette réduction supplémentaire de la vitesse d'allongement est directement liée à la demande évaporatoire ou à l'état hydrique des feuilles matures (BEN HAJ SALAH et TARDIEU, 1997).

Durant les dernières décades, l'action de l'ABA sur la conductivité stomatique et la croissance foliaire a été très étudiée, alors que la signification de la composante hydraulique a été largement négligée (MARTRE, 1999). Et comme le souligne BEN HAJ SALAH et TARDIEU (1997) dans la plupart des études où l'effet de la demande évaporatoire sur la vitesse de croissance foliaire est analysé, il est difficile de distinguer les effets de la température, de l'éclairement et de l'humidité de l'air sur la vitesse de croissance foliaire. De plus, dans ces études à court terme et en conditions contrôlées, la transpiration et l'état hydrique des parties matures et en croissance ne sont généralement pas mesurés. Il est donc difficile de relier la vitesse de croissance instantanée à l'état hydrique instantané de la plante (MARTRE, 1999).

Mais la question reste toujours posée, de savoir si ces nombreuses réactions au déficit hydrique ont un rôle effectif dans l'acquisition de la tolérance, ou bien s'ils ne font que marquer un état de stress. Pour pouvoir répondre à cette question, il est nécessaire d'étudier

les différentes réponses des plantes à la sécheresse et les mécanismes d'adaptation développés par la plante (BEZZALA, 2005).

### 3. L'eau dans le sol

Le sol est la couche superficielle soumise aux conditions météorologiques, c'est le support et le réservoir de la plante dont elle puise de l'eau et les éléments indispensables à son alimentation (GAUTHIER, 1991). Pour caractériser les qualités hydriques d'un sol, le pourcentage d'eau présent n'est pas suffisant car elle ne prend pas en compte la réalité physique de l'eau dans le sol, il faut donc aussi prendre en compte, les forces osmotiques ; les forces matricielles ; et enfin, l'eau de constitution présente dans certains complexes chimiques, et inaccessible aux plantes (DANIELLE et MAZLIAK, 1995 ; HELLER et *al.*, 1998; HALLAIRE, 1999).

### 4. L'eau dans la plante

Le potentiel hydrique d'une plante doit en tout point être égal à celui du sol, en l'absence de croissance et de transpiration (définition du potentiel de base). Mais BOYER (1968), MICHELENA et BOYER (1982) et WESTGATE et BOYER (1984) ont montré que cette différence de potentiel hydrique existe dans toutes les zones de croissance des plantes.

Ce déséquilibre hydrique est dû, d'une part au relâchement des parois qui empêche la pression de turgescence de s'équilibrer avec la pression osmotique, d'autre part à la faible conductivité hydraulique des tissus en croissance (BOYER, 1968; MOLZ et BOYER, 1978).

La diminution de la pression de turgescence, causée par le relâchement des parois, crée une différence de potentiel hydrique de part et d'autre du plasmalemme qui favorise l'entrée d'eau dans la cellule. Cette différence de potentiel est transmise à l'apoplasme sous la forme d'une tension qui crée un mouvement d'eau du xylème vers l'apoplasme, d'où elle entre dans la cellule, L'eau provenant du xylème doit traverser les cellules internes pour atteindre les cellules de l'épiderme, le gradient de potentiel hydrique est donc plus important dans les cellules proches du xylème où le flux d'eau est plus important (MOLZ et BOYER, 1978 ; TAIZ et ZEIGER, 2002; KIRKHAM, 2005).

## *Chapitre II*

### *Matériels et méthodes*



## **I – MATERIEL VEGETAL :**

L'expérimentation est menée dans une serre automatisée située à l'université « Ibn-Khaldoun ». Les graines d'*Atriplex canescens* (Purch) Nutt. Sont récoltées dans la région de Djelfa en été 2014.

## **II : Méthodes**

L'essai est conduit dans des cylindres dans une serre automatisée située à l'université « Ibn Khaldoun »

### **1 : Préparation des graines :**

Les graines d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Utilisées pour ce test ne sont pas débarrasser de leur bractées et n'ont subi aucun prétraitement.

### **2. Préparation des cylindres :**

Les cylindres utilisés pour cette expérience mesurent 60 cm de hauteur et 11 cm de diamètre, ils sont tapissés au fond de gravier pour assurer le drainage suivi par un remplissage d'un substrat constitué d'un mélange de deux volumes de sable et un volume de fumier. Les graines sont directement mises dans les cylindres, ces derniers ont une contenance de 7 kg de substrat.

Après l'apparition des jeunes plantules ; des apports d'eau sont effectués deux fois par semaine à la solution nutritive de HOAGLAND (1938) diluée au 1/1000<sup>ème</sup> et à l'eau distillée les autres jours. Ce régime a duré 4 mois (c'est-à-dire jusqu'à l'application du stress salin et du stress hydrique).

### **3. Le dispositif expérimental :**

Les cylindres utilisés dans cette expérience sont disposés en blocs de traitement dans la serre avec 08 répétitions pour chaque traitement.

**Tableau B** : composition de la solution nutritive de HOAGLAND (1938)

Produits	Composition	Poids en g/l
Nitrate de potassium	$\text{KNO}_3$	191,90
Nitrate de calcium	$(\text{NO}_3)_2\text{Ca} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	129,80
Nitrate d'ammonium	$\text{NO}_3 \text{NH}_4$	210
Sulfate de magnésium	$\text{SO}_4 \text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	61,5
Phosphate mono-potassium	$\text{PO}_4 \text{H}_2\text{K}$	54,40
Hydrogenophosphatedi- potassium	$\text{PO}_4\text{K}_2\text{H} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	34,23
Chlorure de manganèse	$\text{Cl}_2\text{Mn} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,176
Sulfate de cuivre	$\text{Cu} \text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,219
Acide borique	$\text{H}_3\text{BO}_3$	2,861
Molybdate d'ammonium	$\text{MO}_7\text{O}_{24}(\text{NH}_4)7\text{H}_2\text{O}$	0,285
Complexe ferrique EDTA ferrique	$(\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8)$	0,050

## III. Les solutions salines et les apports hydriques:

Les plantes d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. ont subi un traitement aux solutions salines en NaCl.

**Tableau C:** Composition saline de NaCl.

Quantité d'eau à la capacité au champ			Concentrations en meq/l	Poids de Na Cl en gramme
100%	60%	30 %	100	5,844
100%	60%	30%	300	17,532
100%	60%	30%	600	35,064

## IV. Les mesures effectuées :

### 1. Le dosage des protéines :

Le dosage des protéines est réalisé grâce à la méthode de LAWRY et al (1952). Une pesée de 10 g de feuilles fraîches de chaque échantillon est effectuée à l'aide d'une balance électronique. Puis, ces feuilles subissent un broyage avec 10 ml de NaCl (1N) et un peu de sable stérile à l'aide d'un mortier.

- ✓ Le mélange subit une centrifugation de 3000 t/mn pendant 10 minutes. On sépare le surnageant au culot, le premier est mis dans une éprouvette de 25 ml.
- ✓ Le culot est broyé à nouveau avec 10 ml de NaCl à (1N) ; le mélange subit à nouveau une centrifugation de 3000 t/mn pendant 10 minutes.

## Matériel et méthodes

- ✓ Le surnageant est ajouté au premier et ajusté à 25 ml avec du NaCl à 1N. Ensuite, des tubes pour centrifugation vides sont placés dans la glace.
- ✓ De chaque échantillon, nous prenons 10 ml de la solution obtenue, nous la laissons 5 mn, dans la glace. Nous ajoutons 3,3 ml de TCA à 20% à chaque tube (toujours dans la glace) et bien agité.
- ✓ Les tubes ont placés à nouveau dans la glace pendant 10 mn, nous procédons ensuite à une centrifugation à 5000t/mn pendant 10 mn.
- ✓ Le surnageant obtenu est débarrassé du culot qui contient les protéines, le culot obtenu est mélangé avec 10 ml de TCA à 5% puis le mélange est passé au vortex pour l'agiter énergiquement et à la centrifugeuse à une vitesse de 5000 tours/mn pendant 10 mn
- ✓ Garder le culot ; lui ajouter 5ml de NaOH à 0.1N et agiter.
- ✓ La solution obtenue passe au dosage.
- ✓ Nous prenons 0.8 ml de la solution à analyser pour laquelle on ajoute 0.2 ml de NaOH à 0.5N et 5 ml de la solution A. Le tout est bien agité.
- ✓ Les tubes sont placés à l'obscurité pendant 10 mn. A chaque tube on a ajouté 0.5ml de folin et nous agitions au vortex.
- ✓ Les tubes sont placés à nouveau à l'obscurité pendant 30 mn. Puis, nous agitions bien, à la fin nous passons à la lecture au spectromètre à 730 nm.

Les résultats obtenus présentent les densités optiques qui sont converties à des quantités de protéines à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

**Tableau D** : composition de la solution A

Produit	Volume
NaCO <sub>3</sub> à 2%	50 ml
CuSO <sub>4</sub> à 1%	0.5 ml
Tartrate Na et K à 2%	0.5ml

## 2. Dosage des minéraux

Le dosage des minéraux se fait selon la méthode de HASSANI et *al* (2008)

### 2.1. Minéralisation de l'échantillon végétal

Le mode de minéralisation décrit est utilisable pour les dosages de K, Na, Ca. La matière végétale est séchée durant 48 heures à 70-80°C à l'étuve. Les échantillons sont déposés dans des creusets que l'on place dans un four à moufle dont la température sera portée à 450°C puis maintenue pendant 2h. La poudre est ensuite refroidie dans un dessiccateur.

Nous prenons 0.05g des cendres obtenues et les humecter avec 4ml d'Acide Nitrique. Le tout est chauffé au bain de sable jusqu'à l'apparition des premiers vapeurs, puis nous ajoutons 10ml de HCl de 0.1N. Le mélange obtenu est filtré avec de papier filtre sans cendres (WATHAMAN), dans des tubes dans le but d'obtenir une solution homogène.

Cette solution se prête aux dosages par spectrophotomètre à flamme.

### 2.2. Dosage des éléments

#### Potassium (K)

La sensibilité du spectrophotomètre est réglée à la position K et le zéro de l'échelle avec l'eau distillée.

#### Sodium (Na)

La méthode est très voisine de celle du potassium. Nous utilisons la solution préparée « minéralisation de l'échantillon végétal ».

La sensibilité du spectrophotomètre sur la position Na et le zéro de l'eau distillée. Ensuite les solutions étalons et les solutions d'analyse comme le potassium sont passées au spectrophotomètre à flamme.

Les résultats obtenus sont convertis à l'aide d'une courbe d'étalonnage en quantité des minéraux.

## **Calcium (Ca)**

La sensibilité du spectrophotomètre est réglée à la position  $\text{Ca}^{++}$  et le zéro de l'échelle avec l'eau distillée.

## **V. Etude statistique**

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

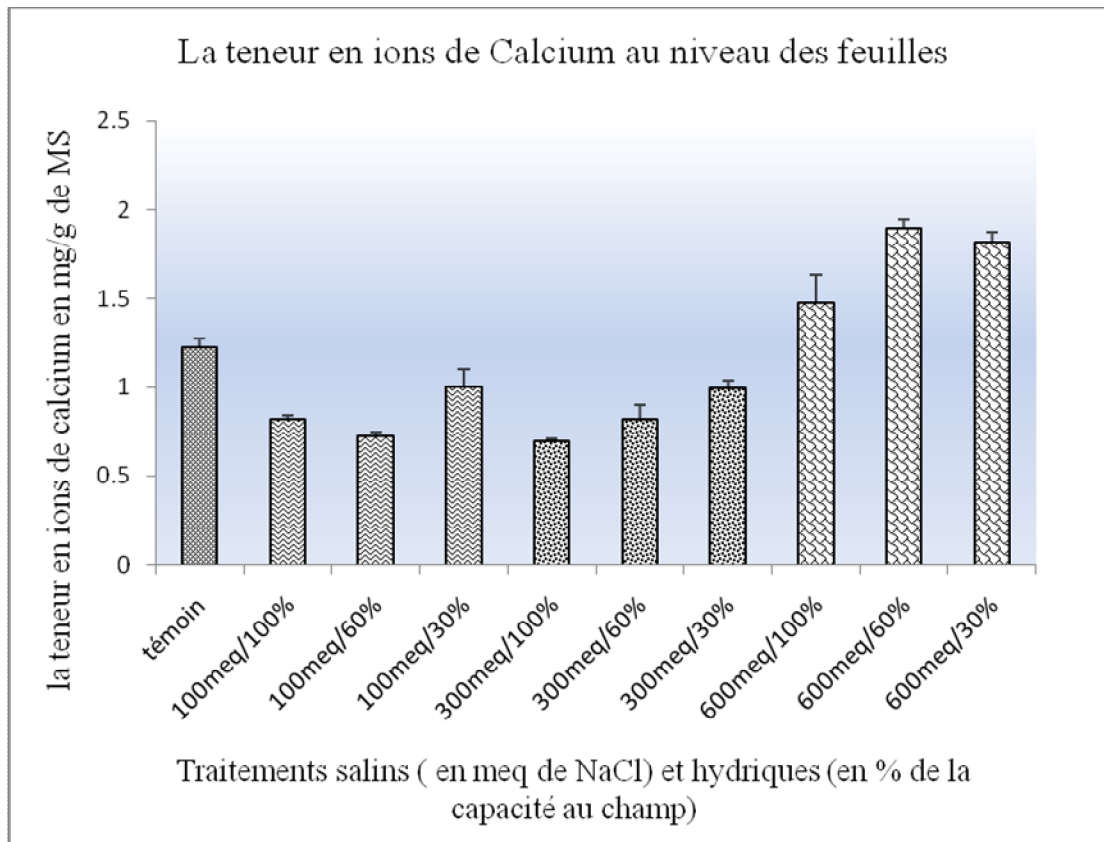
## *Chapitre III*

### *Résultats et discussion*

**Tableau n° 1** : Les analyses statistiques de signification des résultats des minéraux et des protéines foliaires des plantes d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. à l'aide de l'analyse de la variance (P = 5%) utilisant le logiciel SPSS (Statistical Package of Social Sciences).

Paramètres	probabilités	Moyennes et écarts types									
		Témoin	100meq/100%	100meq/60%	100meq/30%	300meq/100%	300meq/60%	300meq/30%	600meq/100%	600meq/60%	600meq/30%
Protéines	0.013	759.67±0.05	631±0.12	667.67±0.07	657.44±0.05	813.25±0.08	626.5±0.15	680.75±0.19	547.5±0.03	698.69±0.06	885.33±0.01
Sodium (Na <sup>+</sup> )	0.000	5.25±0.14	7.73±0.15	6.22±0.14	6.74±0.1	7.16±0.12	6.45±0.15	7.32±0.14	6.73±0.21	6.20±0.38	5.87±0.12
Calcium (Ca <sup>++</sup> )	0.000	1.22±0.05	0.82±0.02	0.72±0.02	1.00±0.1	0.7±0.01	0.82±0.07	0.99±0.04	1.47±0.16	1.89±0.05	1.81±0.06
Potassium (K <sup>+</sup> )	0.000	5.62±0.12	4.23±0.10	3.27±0.16	5.58±0.10	3.73±0.10	4.22±0.15	3.97±0.16	3.54±0.10	2.78±0.15	3.60±0.16



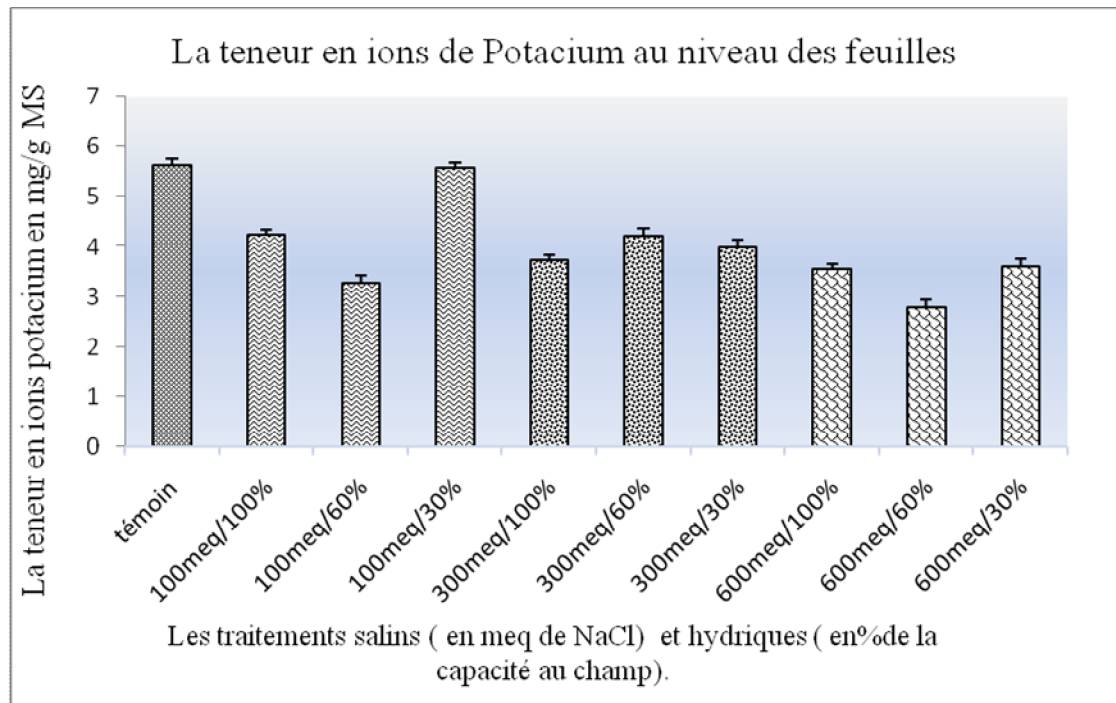
**Résultats :****1-Les ions Calcium :**

**Figure1 :** Evolution des teneurs en ions calcium au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.

La figure 1 représentant l'évolution de la teneur en ions calcium au niveau des feuilles des plantes d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. met en évidence des valeurs importantes au niveau des traitements à 600meq de NaCl avec les différents apports en eau.(1.47 ; 1.89 et 1.81 mg/g de MS ). En diminuant les concentrations salines (100meq et 300meq) l'accumulation de ce cation est moins importante. En effet les résultats affichent les valeurs suivantes : 0.82 ; 0.72 et 1 mg/g de MS et : 0.7 ; 0.82 et 0.99 mg/g de MS respectivement aux apports en eau suivants (100% ; 60% et 30% de la capacité au champ). Les plantes témoins montrent une valeur moyenne de 1.22 mg/g de MS.

Lorsque nous comparons les différents traitements par rapport aux témoins les résultats du tableau N° 1 affiche des valeurs significatives

## 2- Potassium

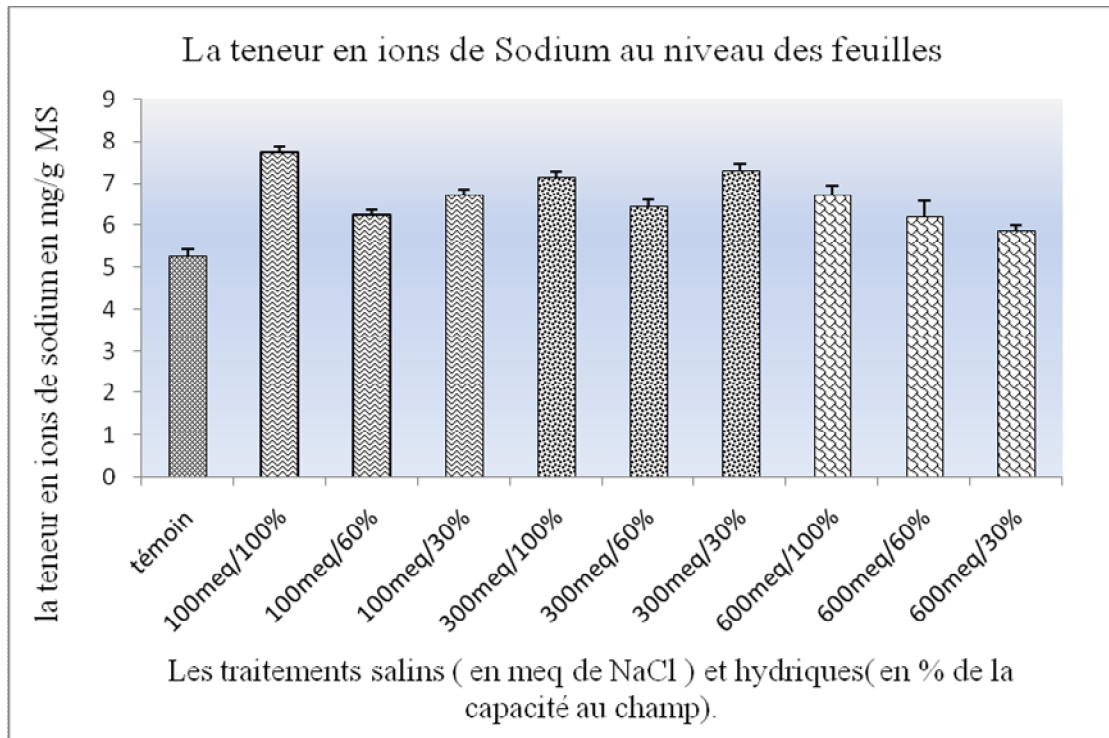


**Figure 2 :** Evolution des teneurs en ions de Potassium au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* Pursh Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.

Lorsque nous comparons les valeurs du  $K^+$  sur la figure n° 2 nous constatons que ces dernières varient, ainsi la valeur la plus importante est observée au niveau des plantes témoins (5,62 mg /g de MS), alors que la valeur la plus basse est exprimée par les plantes ayant reçu 600meq/60% (2,78 mg /g de MS). Globalement les valeurs les plus faibles sont relatées par les plantes arrosées avec 600 meq de NaCl (3,54 ; 2,78 et 3.6 mg/g de MS) respectivement sous les apports en eau suivants (100%,60% et 30% de la capacité au champs).

Si l'on se réfère à l'effet traitement (salin et hydrique), l'analyse statistique révèle, que le milieu à 600 meq crée une charge en  $K^+$  significativement inférieure par rapport aux valeurs enregistrées comparativement aux feuilles des plantes témoins (tableau N°1).

### 3- Sodium



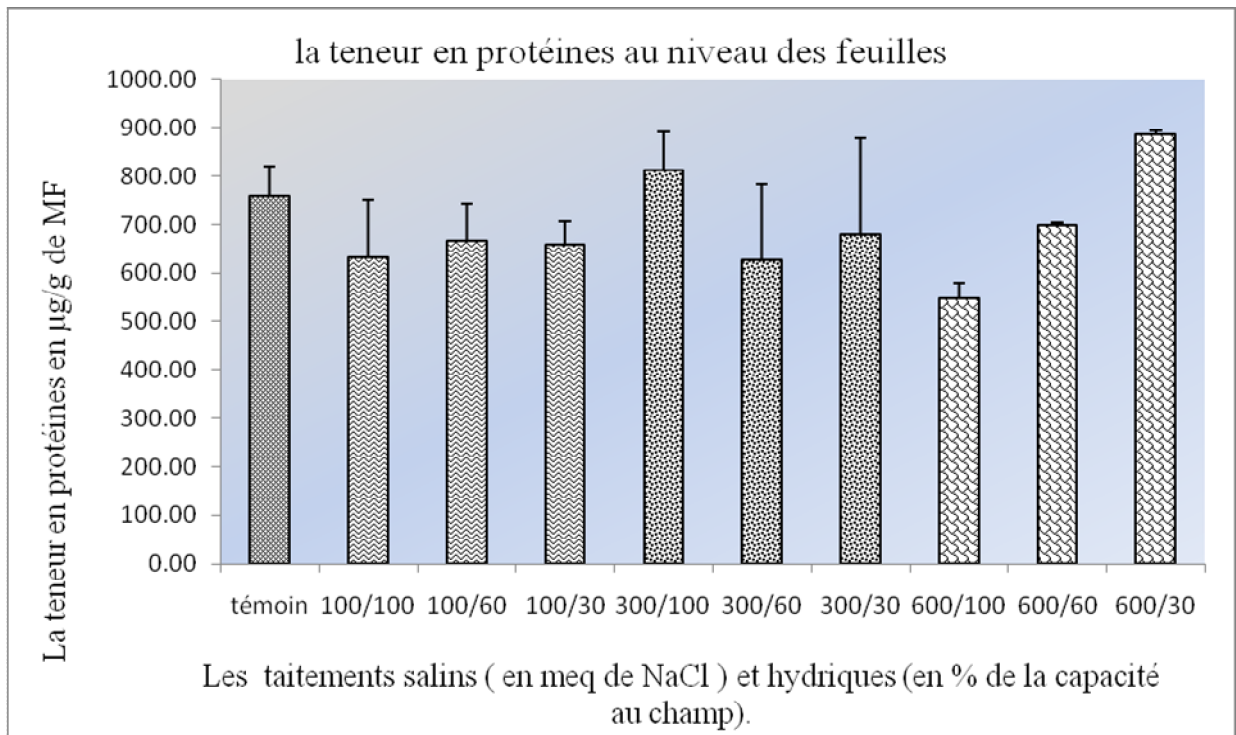
**Figure3 :** Evolution des teneurs en ions Sodium au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* Pursh Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.

Les résultats concernant l'effet du stress salin et hydrique sur la teneur en sodium montrent des différences significatives importantes entre les plantes stressées et les plantes témoins, Tableau N°1 ;  $P=0.000$ .

Les plantes témoins affichent une valeur moyenne de 5.25 mg/g de M.S. Par contre les plantes traitées accumulent 7.73 (valeur la plus importante) et 5.87 mg/g de M.S. respectivement sous les traitements à 100meq/100% et 600meq/30%. Les autres valeurs

fluctuent entre  $6.20 \pm$  et  $7.32$  mg /g de M.S. sous le régime à 600meq /60% et 300meq /30%.

#### 4-Teneurs en protéines :



**Figure4 :** Evolution des teneurs en protéines au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* Pursh Nutt. sous l'effet des différentes solutions salines (en meq de NaCl) à 100% ; 60% et 30% de la capacité au champ.

La figure 4 montre des modifications des protéines totales au niveau des feuilles et des tiges à différentes concentrations salines et apports hydriques par rapport aux plantes témoins.

En effet dans les feuilles des plantes d' *Atriplex canescens* Pursh Nutt la teneur en protéines des feuilles des plantes témoins est de  $759,67$  µg/g de MF .Sous stress à 100meq/100% ces composés prennent une valeur de  $631$  µg/g de MF. Les apports en eau à 60% et 30% de la même concentration saline affichent  $667,67$  et  $657,44$  µg /g de MF

respectivement. En augmentant la concentration saline les feuilles des plantes accumulent 813.25 ; 626.5 et 680.75 sous l'arrosage à 100% ; 60% et 30% respectivement ; en augmentant encore plus les concentrations salines (600meq), ce paramètre prend les valeurs suivantes. 547.5 ; 698.69 et 885.33  $\mu\text{g/g}$  de MF en ramenant les quantités des solutions salines respectives (100% ; 60% et 30%).

Les tests statistiques montrent que ces modifications sont directement liées aux traitements.

### Discussion

Nos résultats montrent des modifications des ions  $\text{Na}^+$  ;  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{K}^+$ . Dans le sol les ions Na et Cl agiraient comme des électrolytes accompagnateurs favorisant le passage des cations (K ; Ca ; et Mg) du sol vers les plantes. Cette action accélérerait la croissance et le développement des plantes, par impulsion de nombreux événements physiologiques précurseurs. De tels phénomènes ont déjà été rapportés chez la betterave, l'atriplex et le cotonnier (HELLER et *al.*, 1994). Dans le sol, le NaCl agirait par cimentation de différentes particules constitutives élémentaires, réduisant ainsi les taux d'absorption hydrique. La perturbation de la nutrition minérale proviendrait quant à elle de la compétition des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  avec les ions nutritifs telluriques ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ...) (NABORS, 1980). Au niveau de la nutrition carbonée, l'action du NaCl résulterait de l'accumulation de ce composé dans les organes foliaires empêchant ainsi le déroulement normal des processus photosynthétiques (ROUDANI, 1996). Dans tous les cas, quel que soit le mode de perturbation mis en jeu, toutes ces actions sont perçues comme étant des stress au niveau de la physiologie de la plante (HELLER et *al.*, 1994). Elles suscitent des réactions de défense, se traduisant par l'augmentation de nombreux composés de défense tels que les protéines (SEMAL et *al.*, 1993).

D'après (ZHANG et *al.*, 1999; IANNUCCI et *al.*, 2000). Lorsque la plante est soumise à un manque d'eau ou lorsqu'elle est en présence de salinité, son alimentation hydrique et sa nutrition minérale sont perturbées. De ce fait, la plante va chercher à rétablir son équilibre ionique et nutritionnel pour sa survie, en développant des stratégies spécifiques d'ordre adaptatif ou occasionnel. Ainsi, pour limiter les conséquences d'un

stress osmotique, les cellules doivent mettre en place un dispositif permettant le maintien de l'absorption d'eau et la protection des structures les plus sensibles à une déshydratation fatale, c'est la stratégie de l'ajustement osmotique. De ce fait, le mécanisme physiologique adopté en présence de contrainte saline ou hydrique, peut constituer un outil efficace pour la différenciation entre les variétés. En effet, la tolérance aux divers stress dépend des espèces, des variétés et même des écotypes (ULLAH *et al.*, 2008 ; LI *et al.*, 2008). Il a été établi que face au stress hydrique, la concentration ionique de nombreuses espèces augmente (JONES *et al.*, 1980 ; FORD et WILSON, 1981 ; MUNNS et WEIR, 1981) et les ions comptent pour 60 à 70% du potentiel osmotique (PITMAN, 1981). Cet auteur a aussi montré que les plantes adaptées à la sécheresse sont aussi des halophytes, capables d'utiliser  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ou  $\text{Mg}^{2+}$  comme osmoticum ou peuvent aussi accumuler des sucres ou autres solutés organiques dans leur cytoplasme pour faire face aux faibles potentiels hydriques du milieu. Cette fonction assurée par lésions minérales sous stress hydrique est en contradiction avec le rôle qu'ils jouent en présence de contraintes salines. En effet, la présence de sel dans la solution du sol abaisse son potentiel osmotique et rend l'absorption d'eau plus difficile (WAISEL et OVADIA 1972). Toutefois, les plantes sont capables d'ajuster leur potentiel osmotique à celui du milieu extérieur, et de maintenir un gradient de potentiel hydrique (GREENWAY et MUNNS, 1980). La solution la plus économique pour réaliser cet ajustement osmotique est d'absorber les ions minéraux dominants dans le milieu et de les accumuler dans les vacuoles. Elle permet, en effet, de mettre à l'abri du sel, les organites cellulaires et la machinerie métabolique, tout en favorisant l'ajustement osmotique (FLOWERS *et al.*, 1977 ; GREENWAY et MUNNS, 1980 ; LEVIGNERON *et al.*, 1995). Il a été remarqué que de nombreuses espèces en  $\text{C}_4$  sont capables de s'ajuster osmotiquement face à un stress beaucoup plus que les plantes en  $\text{C}_3$  (QUIAN et FRY ; 1997). L'espèce étudiée dans cette expérimentation est une plante en  $\text{C}_4$  (SMAIL SAADOUN 2005). L'adaptation à la sécheresse est la capacité des plantes à tolérer l'absorption d'ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) ou aussi à exhiber une discrimination efficace envers certains ions. A cet effet, il est intéressant de constater que de nombreuses plantes adaptées à la sécheresse, sont aussi des halophytes puisqu'elles utilisent les ions

minéraux pour leur ajustement osmotique. Ces ions comptent pour 60 à 70% du potentiel osmotique (PITMAN, 1981).

En effet, la diminution du contenu hydrique d'un organe végétal, élève sa concentration ionique sans qu'il y ait augmentation effective des quantités de solutés par cellule (FLOWERS et YEO, 1986). Face au stress hydrique, la concentration ionique de nombreuses espèces augmente (FORD et WILSON, 1981 ; MUNNS et WEIR, 1981) mais cette augmentation n'a qu'une faible part dans le changement du potentiel osmotique chez les plantes, alors que son rôle est primordial dans l'établissement et le maintien de la turgescence (FLOWERS et YEO, 1986). Cette fonction assurée par les ions minéraux sous stress hydrique est en contradiction avec le rôle qu'ils jouent en présence de contraintes salines. <sup>+</sup>

Dans notre expérimentation les ions  $K^+$  diminuent avec l'intensification du stress aussi les résultats de BENLALDJ (2008), indiquent également que le taux de  $K^+$  chez *Atriplex halimus* L, baisse dans toute la plante lorsque la concentration du milieu devient plus élevée en sel. En effet, TREMBLIN et FERARD (1994) ; OUERGHI et al (2000) ; MEZNI et al (2002) notent que le NaCl entraîne une diminution des teneurs en  $K^+$ . Ce phénomène a été expliqué par une interaction compétitive entre le  $Na^+$  et le  $K^+$  et l'inhibition de la rétention du potassium en présence de fortes concentrations en  $Na^+$  (JESCHKE., 1984; BERNSTEIN et al., 1995).

WANG et al (2004) rapportent que, le contenant des feuilles et des tiges des plantes d'*Atriplex prostrata* en  $Ca^{++}$  change significativement en réponse à différentes concentrations de NaCl. Une diminution significative de la teneur en  $Ca^{++}$  est observée au niveau des tiges des plantes stressées par rapport aux plantes témoin. BOUAOUINA et al (2000), indiquent que le sel exerce, dès la plus faible dose, un effet dépressif sur l'absorption, l'accumulation racinaire et le transport vers les parties aériennes de  $Ca^{++}$  chez le blé dur (*Triticum turgidum* L). BOUKRAË (2008), rapporte que, l'action du stress salin a un effet significatif sur la charge cationique en  $Ca^{++}$  dans les différents organes chez les plantes juvéniles (120 jours) d'*Atriplex halimus*.

Dans nos résultats nous constatons des modifications au niveau des protéines. Il est observé que le stress salin stimule, l'accumulation des composants contenant de l'azote dont les protéines font partie, fréquemment corrélées avec la tolérance végétale à la salinité ; par contre il réduit la synthèse protéique (CORDOVILLA et *al.*, 1995; OMAMI, 2005; NEELAM et *al.*, 2006). Toutefois, les effets du stress sur le métabolisme azoté ont été fréquemment étudiés chez les plantes à métabolisme azoté, montrant ainsi un accroissement de la dégradation protéique, une inhibition de la synthèse protéique et une accumulation et/ou une diminution des protéines et des acides aminés non protéiques chez plusieurs plantes monocotylédones et dicotylédones (GILBERT et *al.*, 1997). L'accumulation des protéines totales solubles semble être due à l'accumulation des protéines déhydrines en réponse à un stress particulier, en jouant un rôle important dans la stabilité des protéines membranaires et dans l'ajustement osmotique (SVENSSON, 2001; MOHAMMADKHANI et HEIDARI., 2007).



# Conclusion

## Conclusion :

Le développement d'une plante met en jeu plusieurs processus physiologiques dont l'absorption des éléments minéraux. Cette absorption demeure la résultante de deux mécanismes, l'un de la pénétration des ions par les racines, l'autre lié au métabolisme de la plante.

Bien que soumise à des stress sévères *Atriplex canescens* a pu croître dans ces milieux. Nous avons remarqué qu'elle a une teneur appréciable de protéines donc elle peut servir de fourrage même si elle est implantée dans des milieux rudes.

Nous proposons d'approfondir ce travail en étudiant tous les organes de la plante (racines tiges et feuilles). Nous proposons aussi d'étudier d'autres composés (sucres les acides aminés .....)

# Références Bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- **ABBAD et al., 2004.**,Variabilités phénotypique et génétique de trois populations naturelle d'*Atriplex halimus*(L).Comptes Rendus Biologies.Vol327, Issue 4 : 371-380.
- **ACHOUR., 2005; BENADJI., 2006** -Effet de stress salin sur la nutrition minérale chez l'*Atriplex canescens*. Thèse de Magister. Université El Senia Oran.
- **BARROW et OSUNA, 2002**- Phosphorus solubilization and up tak by dark septate fungi in fourwingsaltbuch, *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. In vitro Cell. Biol-plant.4:608-612.
- **BARROW et al., 2004** -Fungal endophytes intrinsically associated with micropropagated plants regenerated from native *Bouteloua eriopoda*( Torr) and *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. In vitro cell. Dev. Biol-Plant. 4 : 608-612.
- **BELKHODJA et BIDAI, 2004**-Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Sécheresse n°4, vol 15, pp 331-334
- **BENLALDJ (2008)**,Effet de la salinité sur la réponse minérale des plantes d'*Atriplex halimus* L. Mémoire de magistère en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran,50P.
- **BENRBIHA., 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.
- **BESSAIH A.et al., 2014**-European Scientific Journal November 2014 edition vol.10, No.32 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- **BEZZALA, 2005**- Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa*(L) Skeels) dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de magister, Université El HadjLakhdar.
- **BOUAOUINA et al (2000)**,Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophylli chez le blé dur ( *Triticum turgidum* L.).CIHEAM, Options Méditerranéennes Série A (40) : 239-243.,
- **BOUKRAÂ (2008)**,Interaction acide sulfosalicylique et salinité sur la réponse la proline et des variations minérales chez des plantes juvéniles d'*Atriplex halimus*. Mémoire de magister en biologie végétale, Université Es-Senia, Oran: 81P.
- **BRADFORD**, A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, Anal. Biochem. 72 (1976) 248–254.
- **CHRETIEN, 1992**-La résistance au sel chez le jojoba (*Simmondsia chinensis* LS), croissance et modification du contenu lipoprotéique de cals cultivés en présence de teneur élevé en NaCl. Thèse doct. Univ. Paris VI, 144 P.

## Références bibliographiques

---

- **DEY et al., 2002.** Alternative Therapies for type 2 Diabetes. *Alternative Medicine Review*, 7(1) 45-58.
- **DUTUIT et al., 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. AUPELPUREF, p. 65-73.
- **EHLRINGER ET MOONEY, 1978; KELLEY et al., 1982-** Leaf hair: Effects on physiological Activity and Adaptative Value to a Desert Shrub. *Oecologia* 37, pp 183-200.
- **EI MZOURI et al., 2000-** Improving feed resource and quality in the dryland areas of Morocco by introducing the strip-alley cropping system. In: Gintzburger G., M. Bounejmate and A. Nefzaoui (eds). *Fodder Shrub development- in Arid and semi-arid zones*, 27 October- 2 November 1996, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo (Syria). Vol. II: 340-347.
- **EPSTEIN et al., 1980-** Saline culture of crops: a genetic approach. *Science*, 210:399-409.
- **FRANCLET et LE HOUEROU, 1971.** Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. FAO. Rome.
- **FLOWERS et al., 1977;** The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 28: 89-121.
- **FLOWERS et YEO, 1986-** Ion relations of plants under drought and salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 75-91.
- **FROMENT (1972)-** Etablissement des cultures fourragères d'Atriplex en Tunisie centrale. *Bull. Recherche Agro.C.E.M.L.O.N.vol.Extra*, p. 590-600.
- **FORD et WILSON, 1981 ;MUNNS et WEIR, 1981-** Changes in levels of solutes during osmotic adjustment to water stress in leaves of four tropical pasture species. *Aust. J. Plant Physiol.*, 8: 77-91.
- **GREENWAY et MUNNS, 1980-** Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190.
- **H.C.D.S, 1996 –** Notice Bibliographique Sur Quelques Plantes Fourragères et Pastorales. P 8-9

**HAYASHI et MURATA., 1998-** Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes ; *Current Opinion in Plant Biology*, Volume 5, Issue 3, 1 June 2002, Pages 250–257.

## Références bibliographiques

---

- **HAMDI; 1999-** Saline irrigation assessment and management for sustainable use, saline irrigation: halophyte production and utilization. Project N° 1C 18 CT 96-0055, pp125-126
- **HAMZA., 1977-** Action De Différents Régimes D'apport De Chlorure De Sodium Sur La Physiologie De deux Légumineuses : Phaseolus Vulgaris (Sensible) Et Hedysarum Carnosum (Tolérante). Relations hydriques Et relations Ioniques, Thèse Doctorat D'état, Paris, 1977, 252 P.
- **HASSANI et al., 2008-** l'effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (Hordeum Vulgare). European Journal of Scientific Research. Vol.23.N°1., pp. 61-69
- **HOAGLAND, (1938)-** Composition De La Solution Nutritive ; In Mémoire Mahrouz Effet Du Stress Salin Sur La Croissance Et La Composition Chimique de L'*Atriplex Canescens* Université Kasdi Merbah – Ouargla –
- **HELLER et al., 1994-** Physiologie végétale. Nutrition. 5e édition de l'abrégé, Editions Masson, Paris, 294 p.
- **HOPKINS., 2003-** Physiologie Végétale. 2<sup>ème</sup> Edition. De Boeck, Bruscelles: 61-476.
- [Http://Www.Desert-Tropicals.Com/Plants/Chenopodiaceae/Atriplex\\_Canescens2.Jpg](http://Www.Desert-Tropicals.Com/Plants/Chenopodiaceae/Atriplex_Canescens2.Jpg) Fig. Feuilles Atriplex
- **[Http://Www.Desert-Tropicals.Com/Plants/Chenopodiaceae/Atriplex\\_Canescens2.Jpg](http://Www.Desert-Tropicals.Com/Plants/Chenopodiaceae/Atriplex_Canescens2.Jpg)** Fig, Feuilles Atriplex
- **ITAI, 1999-** Role of phytohormones in plant responses to stresses. In: Lerner H.R. (ed). Plant response to environmental stresses, from phytohormones to genome reorganization. Marcel Dekker Inc., Basel, NY, USA, pp 287-301.-
- **JESCHKE. W.D.; 1984.** K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> exchange at cellular membranes intracellular compartmentation of cations and salt tolerance. In: Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement. Eds R.C. Staples and G.H. Toenissen. J. Wiley and Sons, New York, 37-64.
- **JONES et al., (1989)-** Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. Plant Physiol.; 7: 193-205.
- **KESSLER, 1990-** Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane Plans of the Yemen Arab Republic. J. Arid Environments, 19:225-234.
- **KOTCHI, 2004-** Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. Application

## Références bibliographiques

---

- à la culture de la pomme de terre. Université Laval, Canada, Faculté de foresterie et géomantique, Maîtrise en sciences géomantiques, 130 p.
- **KRAMER, 1980; CHAVES, 1991-** Drought, stress and origin of adaptations. In adaptation of plants to water (TURNER N.C. and KRAMER P.J. eds.) Wiley, New York, p. 7-29.
  - **Lawry, 1952-**proteins protocol ebru Dulk yurgen UIU C'04.
  - **Le HOUEROU, 1980-** Background and justification. In: H.N. Le HOUEROU (ed.). "Browse in Africa. The current state of knowledge". International Livestock Center for Africa, Addis Abeba (Ethiopia) 491 p.
  - **LE HOUEROU, 1992 -**The role of saltbushes (*Atriplex* spp) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: a review. *Agroforestry Systems* 18, p. 107-148.
  - **LE HOUEROU, 2000 -**Restoration and rehabilitation of arid and semiarid Mediterranean ecosystems in North Africa and West Asia: A review. *Arid soil research and rehabilitation*, Vol 14, N° 1, p. 3-14.
  - **LEVIGNERON, 1995-** Les Plantes Face Au Stress Salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4): 263-273.
  - **LEVIT., 1980-** Reponses of plants to environmental stress" 2ème éd. Water, radiation, salt and other stresses" physiological Ecology series. Acad. Press New York, p.205-211.
  - **MEZNI et al., 2002-**Effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minérale chez trois variétés de luzerne pérenne(*Medicavosativa*). INRA , EDP Sciences, *Agronomie* 22 ,pp283-291.
  - **MICHELENA et BOYER, 1982-** Complete turgor maintenance at low water potentials in the elongating region of maize leaves. *Plant Physiology* 69, p.1145-1149.
  - MILLAR et al., 1996; PRIAULT et al., 2007
  - **MOZAFAR, 1969-** Physiology of salt tolerance in *Atriplex halimus* L : ion uptake and distribution, oxalic acid content, and catalase activity. PhD Thesis, University of California, RIVERSID.
  - **MOZAFAR et GOODIN, 1970-**Vesiculated hair : a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus* L. *Plant physiology* 45, PP 62-65
  - **MULAS et MULAS (2004) -** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium - Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Université des études de Sassari.

## Références bibliographiques

---

- **MUNNS, R. et WEIR, B. ; 1981.**Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongating and expanded zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. *Aust. J. Plant Physiol.*,8: 93-105.
- **NABORS, 1980** –NaCl-tolerant tobacco plant from cultured cells. *Z.P.F. Lauzen Physiol.*, 97: 13-17.
- **OUERGI et al (2000)** –Comportement physiologique du blé dur (*Triticum durum* L.) en milieu salé. In ROYO C., NACHIT MM., DIFONZO N., ARAUS JL., (eds). *Durum wheat improvement in the mediterranean region: New challenges: l'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne: Nouveaux défis.* Zaragoza: CIHEAM. IAMZ: 309-313.
- **PITMAN ,1981**-Ion uptake. In: *Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants* (Eds. L.G. Paleg and D. Aspinall) pp. 71-96.Academic Press: Sydney.
- **POLJAKOF et GALE (1975)**- Contributions to the ecology of halophytes *Tasks for vegetation science Volume 2, 1982, pp 79-107.*
- **QUIAN et FRY ; 1997**-Water relations and drought tolerance of four turfgrasses.*J.Amer. Soc. Hortic.*, 122:129-133.
- **RIEMANN, 1992**- Sodium exclusion by *Chenopodium* species. *J. Exp. Bot* 43, pp501-512.
- **ROUDANI, 1996**-espèces de Physiologie comparée de deux blé en relation avec les conditions de nutrition. *Métabolisme racinaire en milieu salé. Thèse d'Univ. Sci.Biol. Univ. Tunis II, 180 p.*
- **SAAB et al., 1990**- Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water potentials. *Plant Physiology*, 93, p. 1329-1336.
- **SMAIL SAADOUN 2005**-Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. *Science et changements planétaires. Sécheresse. Vol.16. N°2: 121-124*
- **SMAOUI, 1971**-Cytologie végétale-Différenciation des trichomes chez *Atriplex halimus* L. *C.R. Acad.Sc. Paris 273D, p.p. 1268-1271*
- **TAIZ et ZEIGER, 2002; KIRKHAM, 2005**- *Plant Physiology. 3rd ed. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, 427 p.*



## Références bibliographiques

---

- **THOMPSON, 1980; KUSAKA et al., 2005**- Arginine synthetis, prolinsynthetis, and related processes. In the biochemistry of plants (MIFLIN B.J. eds) academic press New York. 5, p. 375-403.
- **TREMBLIN et FERARD (1994)** -Croissance et accumulationde sels chez *Halopeplisamplexicaulis* (Vahl.) Ung. cultivé à différentes salinités. *Acta Oecologica*.15 (3): 355-364
- **ULLAH et al., 2008; LI et al., 2008**-Genotypic variation for drought tolerance in cotton (*Gossypiumhirsutum* L.): Leaf gas exchange and productivity. *Flora*, 203: 105-115
- **WAISEL et OVADIA 1972**- J. Botany, 21: 42- Biological flora of Israel.3. *Suaedamonoica*Forsk. Ex. JF. Gmel. Israel 52.
- **WANG et al (2004)**-: Effect of salinity on growth, ion content, and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae).187. *American urnal of botany*.84 (9): 1247-1255.
- **ZHU, 2001 ; MUNNS et al., 2002** – Plant salttolerance. *Trends in Plant Science*, 2001, n°2 vol. 6, p, 66-71.
- **ZHANG et al., 1999; IANNUCCI et al., 2000- 1999**. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *J. Exp. Bot.*, 50: 291-302.
- **ZID et BOUKHRIS, 1977**- Quelques aspects de tolérance de l'*Atriplex halimus* L. au chlorure de sodium. Multiplication, croissance, composition minérale. *Oecol. Plant.* 12, p.351-362.

## Résumé :

Le stress hydrique et le stress salin sont deux contraintes abiotiques qui caractérisent nos régions. Dans la nature, le manque d'eau en général est accompagné d'un stress salin. Ces facteurs combinés limitent la répartition des plantes dans leur milieu d'origine et pose un problème de plus en plus sévère. Face à la contrainte hydrique et saline, la plante diversifie ses mécanismes adaptatifs en vue de tolérer les conditions défavorables de l'environnement. Ces adaptations peuvent être d'ordre biochimique. Dans ce travail, nous avons essayé de conduire une étude vis-à-vis d'un stress hydrique et salin combinés sur une halophyte *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Les traitements appliqués sont : 100 meq, 300 meq et 600 meq de NaCl avec des apports en eau des solutions salines à la capacité au champ, 60 % de la capacité au champ et 30% de la capacité au champ. L'essai a été conduit dans une serre semi contrôlée à l'université Ibn khaldoun Tiaret. Les plantes sont évaluées pour les paramètres suivants : le dosage des minéraux ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{K}^+$ ) ainsi que pour les protéines au niveau foliaire.

Les résultats ont montré qu'il y'a des différences significatives par rapport au lot des plantes témoins.

**Mots clés :** *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt., stress salin, stress hydrique, ions ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), protéines, adaptation et tolérance.

## المخلص

الاجهاد المائي و الملحي عاملان مميزان لمنطقتنا. في الطبيعة و بصفة عامة نقص الماء يكون مرفقا بإجهاد ملحي. هذان العاملان المترافقان يحدان من تنوع الغطاء النباتي في هذه المنطقة كما انهما يطرحان مشاكل متنامية. و لمواجهة هذه المشاكل طورت النباتات الية دفاعية بغية التأقلم مع الظروف غير الملائمة و التي يمكن ان تكون بيو كيميائية. في هذا العمل قمنا بدراسة حول نبات **الرعغل الامريكي** تحت تأثير اجهاد ملحي مرفوق بإجهاد مائي في بيت بلاستيكي بجامعة ابن خلدون و ذلك بتطبيق التراكيز الملحية التالية :

ملي مكافئ 100, ملي مكافئ 300 و 600ملي مكافئ من محلول كلور الصوديوم (NaCl)

مصحوب بالنسب التالية لسعة الحقل: النسبة الكلية (100%), 60% و 30% و قد خضعت هذه النباتات لدراسة المعايير التالية : كمية الاملاح المعدنية ( الصوديوم, البوتاسيوم و الكالسيوم) و كمية البروتينات على مستوى الاوراق. النتائج المتحصل عليها تبين انه يوجد اختلاف معتبر مقارنة مع نباتات الشاهد.

## الكلمات المفتاحية:

- الرعغل الامريكي, الاجهاد الملحي, الاجهاد المائي, شوارد الصوديوم, البوتاسيوم و الكالسيوم  
( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), البروتينات , تأقلم .