

UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
FACULTE DES SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCE DE
LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département Des Science De La Nature De La Vie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

*En Vue de L'Obtention du Diplôme D'Ingénieur D'Etat en Agronomie Saharienne
Spécialité : Agronomie Saharienne
Option : Phytotechnie*

THEME

**Effet du stress salin sur la composition biochimique de
*L'Atriplex canescens***

Soutenu publiquement par :
SETTOU Nedjela

Devant le jury

Président :	CHELOUFI HAMID	M.C.A Université KASDI MERBAH Ouargla
Promotrice :	DJERROUDI OUIZA	M.A.A Université KASDI MERBAH Ouargla
Examineur :	CHAABENA AHMED	M.A.A Université KASDI MERBAH Ouargla
Examinatrice:	HOUARI KAHINA	M.A.B Université KASDI MERBAH Ouargla

Année Universitaire : 2010-2011

Remerciements

Langage à mon dieu qu'il ma donné la volonté, la force, le courage et les moyens afin de réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier :

Mme. DJERROUDI. Ouiza Maitre Assistante au département des sciences agronomiques, pour m'avoir guidé, dirigé, et pour son aide active, et ses encouragements.

Mr. CHELLOUFI Hamid Maitre-assistant Chargé de cours au département des sciences agronomiques, pour avoir accepter la présidence de ce jury.

Mr. CHAABENA Ahmed, Maitre assistant au département des sciences agronomiques et **Mlle. HOUARI Kahina** Maitre assistante au département des sciences agronomiques d'avoir accepter d'examiner ce travail

Enfin je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Je dédie ce travail à:

Mes chères parents qui m'ont beaucoup aidé

*Mes sœurs: Selma, Sabrina, Nesrine et
Nissaf*

Mes frères: Salim et Mohamed

Mes neveux : Taha et Abdelnour

A toute ma famille Settou

*A tous ceux qui m'ont aidé à présenter ce
travail*

LISTE DES TABLEAUX

TABLE	TITRE	PAGE
01	Caractéristique botanique et appellation.	9
02	La composition chimique de quelques espèces <i>d'Atriplex</i> et des plantes consommées par le dromadaire.	10
03	La Valeur azotée de la phytomasse consommable de <i>l'Atriplex canescens</i> .	11
04	Production fourragère <i>d'Atriplex canescens</i> .	11
05	La composition de la solution nutritive de HOGGLAND(1938).	13
06	La composition chimique de la solution saline à base de Na Cl+Ca Cl ₂ .	13
07	Composition de la solution saline à base d'eau de mer.	14
08	Analyse statistique de PPDS pour les cendres au niveau des tiges stressées à l'eau de mer.	Annexe
09	Analyse statistique de PPDS pour les cendres au niveau des tiges stressées aux sels combinés.	Annexe
10	Analyse statistique de PPDS pour la matière organique au niveau des tiges stressées à l'eau de mer.	Annexe
11	Analyse statistique de PPDS pour la matière organique au niveau des tiges stressées aux sels combinés.	Annexe
12	Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des feuilles stressées à l'eau de mer.	Annexe
13	Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des feuilles stressées aux sels combinés.	Annexe
14	Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des tiges stressées à l'eau de mer.	Annexe
15	Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des tiges stressées aux sels combinés.	Annexe

16	Analyse statistique de PPDS pour la matière azotée totale au niveau des feuilles stressées à l'eau de mer.	Annexe
17	Analyse statistique de PPDS pour la matière azotée totale au niveau des feuilles stressées aux sels combinés.	Annexe
18	Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la cellulose brute au niveau des tiges de <i>Atriplex canescens</i> sous le stress salin.	Annexe
19	Analyse de variance et le test de Fisher pour la matière organique au niveau des tiges de <i>Atriplex canescens</i> sous le stress salin.	Annexe
20	Analyse de variance et le test de Fisher pour les cendres au niveau des tiges de <i>Atriplex canescens</i> sous le stress salin.	Annexe
21	Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la matière azotée totale au niveau des feuilles de <i>Atriplex canescens</i> sous le stress salin.	Annexe
22	Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la cellulose brute au niveau des tiges de <i>Atriplex canescens</i> sous le stress salin.	Annexe

LISTE DES FIGURES

FIG.	TITRE	PAGE
01	Application de stress salin	15
02	Teneurs en matière minérale au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	18
03	Teneurs en matière minérale au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂	19
04	Teneurs en matière minérale au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	20
05	Teneurs en matière minérale au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂	20
06	Teneurs en matière organique au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	21
07	Teneurs en matière organique au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂	22
08	Teneurs en matière organique au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	23
09	Teneurs en matière organique au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl+ CaCl ₂	23
10	Teneurs en cellulose brute au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	25
11	Teneurs en cellulose brute au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl. + CaCl ₂ .	25
12	Teneurs en cellulose brute au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	26
13	Teneurs en cellulose brute au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂ .	27
14	Teneurs en matière azotée totale au niveau des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	28

15	Teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂ .	29
16	Teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à l'eau de mer.	30
17	Teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges <i>d'Atriplex canescens</i> stressées à Na Cl + CaCl ₂ .	30

LISTE DES PHOTOS

PHOTO	TITRE	PAGE
01	les plantes de <i>Atriplex canescens</i> avant l'application du stress salin.	Annexe
02	Les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par l'eau de mer à 100% (avant le stress).	Annexe
03	Les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par l'eau de mer à 100% (après le stress).	Annexe
04	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par l'eau de mer à 50% (avant le stress).	Annexe
05	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par l'eau de mer à 50% (après le stress).	Annexe
06	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par les combinés à 400 meq/l (avant le stress).	Annexe
07	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par les combinés à 400 meq/l (après le stress).	Annexe
08	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par les sels combinés à 600 (avant le stress).	Annexe
09	les plantes d' <i>Atriplex canescens</i> traitées par les sels combinés à 600 (après le stress).	Annexe

Liste des abréviations

- **F.A.O** : Food and Agriculture Organisation
- **Meq** : milliéquivalent
- **ABA** : aide abscissique
- **MAD** : matière azotée digestible
- **UF** : unité fourragère
- **CR** : capacité de rétention
- **mM** : milli Mole
- **mS/cm** : milli-siemens/centimètre
- **PH** : potentiel d'hydrogène
- **MS** : matière sèche
- **MM** : matière minérale
- **MO** : matière organique
- **CB** : cellulose brute
- **MAT** : matière azotée totale
- **PPDS** : plus petite différence significative
- **S** : significatif
- **NS** : non significatif
- **HS** : hautement significatif

TABLES DE MATIERES

CHAPITRE I : RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction	01
I- La salinité	03
I.1-Définition de salinité.....	03
I.2-Définition des sols salés	03
I.3-Répartition des sols salés.....	03
II-Stress	03
II.1- Définition de stress.....	03
II.2-Catégories de stress.....	03
II.3-Différents types de stress.....	04
II.3.1- Stress hydrique.....	04
II.3.2- Stress thermique.....	04
II.3.3- Stress salin.....	04
II.4- Conséquence de la salinité sur la plante.....	04
II.4.1 -Action sur la germination.....	04
II.4. 2- Action sur le métabolisme cellulaire.....	05
II.4.3- Action sur l'absorption.....	05
II.4.4-Action sur le plan Biochimique.....	05
II.5-Mécanismes adaptatifs à la contrainte saline.....	06
II.5.1-Adaptations morphologiques.....	06
II.5.2-Adaptations anatomiques.....	06
II.5.2.1- modifications anatomiques.....	06
II.5.2.2-réponse stomatique.....	06
II.5.2.3- glandes à sel.....	07
II.5.3-Adaptations physiologiques.....	07
II.5.3.1-L'absorption de l'eau.....	07
II.5.3.2-transport ionique.....	07
-les espèces exclusives » exclure ».....	07
-les espèces inclusives »inclure».....	07
III-Les Atriplex	07
III.1-Généralité.....	08
III.2-Les Atripex en Algérie.....	08
III.3-Caractéristiques morphologiques de <i>l'Atriplex canescens</i>	08
III.4-Biologie et écologie de <i>l'Atriplex canescens</i>	08
III.4.1-Ecologie.....	08
III.4.2-Biologie.....	09
III.5-les intérêts de <i>l'Atriplex canescens</i>	09
III.5.1-Intérêts économiques et agronomiques.....	09
III.5.1.1- Mise en valeur des sols sales.....	09

III.5.1.2-lutte contre l'érosion.....	09
III.5.1.3-fixation des dunes.....	09
III.5.1.4-Mise en valeur des sols pauvres.....	09
III.5.2-Intérêt fourrager de l'Atriplex.....	10
III.5.2. 1- La composition chimique.....	10
III.5.2.2-Valeur azotée de l' <i>Atriplex canescens</i>	11
III.5.2.3-Production fourragère d' <i>Atriplex canescens</i>	11

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

1-les objectifs.....	12
2-le dispositif expérimental.....	12
3-le matériel végétal.....	12
4-méthodologie.....	12
4.1-Préparation des grains.....	12
4.2-Préparation de substrat de culture.....	12
4.3-Préparation des pots.....	12
4.4-Repiquage des plantules.....	12
5-Préparation les solutions salines.....	13
5.1- solution saline.....	13
5.2-l'eau de mer.....	14
6-Application de stress salin.....	14
7-Prélèvement de matériel végétal.....	16
8-méthodes d'analyses chimiques.....	16
8.1-Détermination de taux de matière sèche.....	16
8.2-Détermination de taux de cendre ou matière minérale totale.....	16
8.3-Teneur en matière organique.....	16
8.4-Dosage de la cellulose brute.....	16
8.5-Dosage de matière azotée totale.....	17

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1-Résultats.....	18
I.1- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière minérale.....	18
I.1.1- Au niveau des feuilles.....	18
I.1.2- Au niveau des tiges.....	19
I.2- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière organique.....	21
I.2.1- Au niveau des feuilles.....	21
I.2.2- Au niveau des tiges.....	22

I.3- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la cellulose brute.....	24
I.3.1- Au niveau des feuilles.....	24
I.3.2- Au niveau des tiges.....	26
I.4- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière azotée totale.....	28
I.4.1- Au niveau des feuilles.....	28
I.4.2- Au niveau des tiges.....	29
II. Discussion.....	32
Conclusion.....	35
Références bibliographiques	
Annexes	

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 de ions sodium et chlore qui cause le stress salin (HAYASHI et MURATA, 1998). Lors de stress salin, tous les processus majeurs de la physiologie des plantes tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétiques sont affectés. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress (PARIDA ET DAS, 2005).

Les plantes du genre *Atriplex* se rencontrent dans la plupart des régions du globe. Elles appartiennent à la famille des Amaranthaceae, et se caractérisent par leurs grandes diversités. Elles sont présentes également dans les régions arides où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes (LE HOUEROU, 1992).

Les *Atriplex*, espèces très appréciées par les camélidés, supportent bien les conditions climatiques et pédologiques des régions arides et semi-arides mais leur aire de répartition se réduit de plus en plus, par suite de surpâturage et de manque de stratégie de gestion de ces parcours (BENCHAABANE, 1997).

En Algérie, et à cause de ce déséquilibre, la production fourragère dans ces régions arides traditionnellement à vocation pastorale, diminue de façon continue et le taux de satisfaction des besoins alimentaires du bétail par la production fourragère locale est passé de 70% en 1978 à 40% en 1986 et se maintient jusqu'au 1996 (HOUMANI, 1997).

L'aménagement de ces régions en vue d'une amélioration de la production fourragère des parcours passe d'abord par une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie des *Atriplex*. Des analyses de valeur fourragère, d'appétence et de production de biomasse, montrent l'intérêt des *Atriplex* dans les régions arides et semi-arides de type méditerranéen (KINET et al. 1998).

Dans ce sens, nous avons tenté d'évaluer, la valeur nutritive par l'estimation de la composition chimique d'une espèce introduite originaire d'Amérique l'*Atriplex canescens*. Cette plante a été choisie pour ses intérêts écologiques et économiques, pour son usage comme plante fourragère (ALAZZEH ET ABU-ZANAT, 2004) et pour sa tolérance à la salinité et à l'aridité (ABBAD et al, 2004). Elle est considérée parmi les espèces végétales qui valorisent le mieux l'eau des terrains salés, grâce à sa pression osmotique vacuolaire élevée, due à de fortes concentrations en sels (ESSAFI et al, 2007). Elle possède par ailleurs, un système racinaire très développé, fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisée comme moyen de lutte contre la désertification (BELKHODJA et BIDAI, 2004).

Cette étude est réalisée sur des jeunes plants d'*Atriplex canescens* cultivés sous serre semi- contrôlée.

Le but de ce travail est de déterminer l'intérêt fourrager et l'adaptation de cette espèce aux degrés croissants de la salinité.

Cet essai est une continuité des travaux déjà réalisés dans le domaine de la contribution à la connaissance de la valeur fourrager des *Atriplex* et leurs aptitudes à s'installer dans les régions touchées par la salinité et s'inscrit dans le cadre du projet de recherche mené à l'université d'Ouargla en collaboration avec l'Université de Senia d'Oran.

Chapitre I

Recherche bibliographique

I- La salinité

I.1-Définition de salinité

La salinité est définie comme la présence d'une concentration excessive des sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation, qui limiteraient le développement des plantes (BAIZ, 2000 et MAATOUGUI, 2001), ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs structure en particulier le sodium (AUBERT ,1983).

I.2- Définition des sols salés

Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou parla dégradation de la structure de l'un de leurs horizons -ou de tout leur ensemble- sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier du sodium (AUBERT,1983).

I.4-Répartition des sols salés

A l'échelle de globe terrestre, 800 millions d'hectares de terres à sont affectés par la salinité dont 397 millions ha sont salins et 434 ha sont salins et sodiques (FAO, 2005).

Leur distribution géographique se superpose presque entièrement à celle des zones semi-aride et arides du globe et des zones côtiers (DURAND ,1983).

En Algérie, le phénomène de salinisation est de 27% de la surface cartographique étudiée dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé dans les bases plaines d'oranie, dans la vallée de Mina prés de Relizane, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts, comme chott Melrhir, ils forment aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'a Touggourt et au-delà (AUBERT ,1975).

II- Stress

II.1- Définition de stress

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).

On peut considérer que la notion de stress implique d'une part, une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante et de l'animale, et d'autre part une réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec soit l'adaptation à la nouvelle situation soit à la limite dégradation menant à une issue fatale (LECLERC, 1999).

II.2-Catégories de stress

On distingue deux grandes catégories de stress :

- stress biotique : imposé par les autres organismes (insectes, herbivores.....).

- stress abiotique : provoqué par un déficit ou un excès de l'environnement comme la sécheresse, la température extrême, la salinité (HOPKIN ,2003).

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.

II.3-Différents types de stress

II.3.1- Stress hydrique

Le stress hydrique est un stress qui est provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanent pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entres 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).

II.3.2- Stress thermique

Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peut se dérouler qu'entre des limites supérieurs et inférieurs. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au delà elle s'annule (HOPKINS, 2003).

II.3.3- Stress salin

Le stress salin est une brusque augmentation de la concentration en sels qui conduit d'une part, à un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique (NULTSH, 1998).

La concentration en sels dans l'environnement d'une plante varie énormément, elle peut être insuffisante ou excessive. 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).

II.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.

II.4.1 -Action sur la germination

Selon (UNGAR, 1974), la germination est plus résistante que les autres stades qui la suivent.

Généralement les grains des halophytes demeurent viables après avoir été soumises à des fortes concentrations en sel et peuvent germer lorsque le stress salin est élevé (KEIFFER et UNGAR, 1995).

Des essais ont été faits sur l'effet de stress salin sur le taux de germination montre clairement que les graines d'*Atriplex halimus* germent mieux en absence de Na Cl dans le milieu avec un taux 91% ou en présence de NaCl dans le milieu enrichi à faible concentration (100 meq) avec des taux de élevés des graines germées(80%). Dès que la concentration en sel augmente, une réduction des taux de graines germées se produit sous les concentrations intermédiaires (350 meq de NaCl) avec un taux de 7%, suivie

par une inhibition de la germination pour les graines exposées à haute salinité (600 meq de NaCl).

Ces différences dans la réponse des graines suggèrent que le ralentissement de la germination des graines proviendrait de l'effet osmotique, le NaCl à cette concentration (350 meq) ne permettant pas l'entrée de l'eau dans la graine (BELKHODJA ET BIDAI, 2004).

II.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 organique. (BERNSTEIN, 1975).

Les sols salins peuvent imposer des effets spécifiques ioniques sur les plantes parce que les fortes concentrations d'ions (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) accumulés dans les cellules, agissent en désactivant des enzymes, en inhibant la synthèse des protéines ou en favorisant le dépliage menant à la dénaturation des protéines et en affectant la photosynthèse (RASANEN, 2002).

II.4.3 Action sur l'absorption

L'absorption des hautes concentrations de Na Cl engendre une compétition avec l'absorption d'autres ions, spécialement le K^+ , ce qui conduit à une déficience en K^+ . Le traitement accru de Na Cl induit une augmentation dans le taux du Na^+ et Cl^- et une diminution dans le taux du Ca^{2+} , K^+ et le Mg^{2+} chez de nombreuses plantes (KHAN, 2001 IN HAOUALA et al., 2007).

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. L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique.

L'accumulation des ions Na^+ affecte l'absorption de K^+ et ceci en fonction de la concentration du premier élément, cependant, la présence de Na^+ en faible concentration peut augmenter l'absorption de K^+ , tandis qu'une concentration élevée en Na^+ diminue l'absorption de K^+ chez le riz (LEVITT, 1980 in HAOUALA et al, 2007) et la canne à sucre (NIMBALKAR, JOSHI, 1975 in HAOUALA et al., 2007). Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot (Hamza, 1977 in HAOUALA et al, 2007) et le laurier rose (HAJJI, 1980 in HAOUALA et al, 2007) cultivés en présence de chlorure de sodium Na Cl à 12 g/l.

II.4.4-Action sur le plan Biochimique

Les conséquences de déficit hydrique au niveau biochimique d'après (BRINIS, 1995):

- Modification de la synthèse des hormones (augmentation de l'ABA et la diminution de la cytokinine).

- Perturbation de métabolisme protidique (augmentation de proline, diminution ADN, ARN des feuilles)).
- Perturbation de métabolisme glucidique (disparition de l'amidon, accumulation des sucres solubles).
- perturbation de la concentration des éléments minéraux.

II.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).

II.5.1-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 sp* et *Tamarix sp*, ou sous forme de cristaux transparents brillants chez *Cressa sp* 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).

II.5.2-Adaptations anatomiques

II.5.2.1- 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).

II.5.2.2-Réponse stomatique

Généralement, les plantes répondent à de graves déficits hydriques résultant de stress hydrique ou 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).

II.5.2.3- Glandes à sel

Certains halophytes possèdent des structures spécialisées, les glandes à sel, situées au niveau des cellules épidermiques des feuilles et des tiges et ayant pour rôle d'excréter le sel lorsque la charge minérale des tissus est excessive (THOMSON, 1975).

Certains plantes, comme l'*Atriplex*, ont des vésicules qui grandissent avec l'accumulation de sel et finissent par éclater (RAVEN et al, 2003).

II.5.3- Adaptations physiologiques

II.5.3.1- L'absorption de l'eau

L'une des principales réponses physiologique 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 de 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 et des acides aminés (HOPKINS, 2003).

II.5.3.2-Transport ionique

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

- Les espèces exclusives □ exclure □

L'exclusion de sel est le dispositif adaptatif 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 □ inclure □

Les espèces inclusives ont l'aptitude à transporter de grandes quantités de Na Cl 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).

III-Les *Atriplex*

III.1-Généralité

Le genre *Atriplex* est le plus grand et le plus diversifié de la famille des Amaranthaceae et compte environ 200 espèces réparties dans les régions tempérées et subtropicales; on trouve également des exemplaires de ce genre dans les régions polaires, bien qu'en nombre très réduit. Généralement, il est associé aux sols salins ou alcalins et aux milieux arides, désertiques ou semi-désertiques (ROSAS, 1989; PARSMITH, 1982).

Les arbustes *Atriplex* sont considérés comme des plantes fourragères (EDMOND, 1963).

Ces arbustes ont un rôle agronomique très important : lutte contre l'érosion, fixation des dunes, mise en œuvre des sols pauvres et des sols sales (H.C.D.S, 1996).

III.2-Les *Atriplex* en Algérie :

En Algérie, les principales nappes naturelles d'*Atriplex* sont constituées d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex portulocoides*. Ces deux espèces sont utilisées comme fourrages, surtout pour les élevages d'ovins et de dromadaires. Parallèlement aux espèces autochtones, d'autres ont été introduites durant les années 80. Il s'agit des *Atriplex canescens* et des *Atriplex nummularia* pour leur double intérêt : lutte contre l'érosion et ressources fourragères (H.C.D.S, 1996).

III.3-Caractéristiques morphologiques de l'*Atriplex canescens* :

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).

C'est une espèce polymorphe changeant des feuilles caduques selon les climats. Les feuilles sont persistantes, simples, alternes, lancéolées linéaires de couleur vert-grisâtre, elles mesurent de 3 à 5 cm de long et 0,3 à 0,5 cm de largeur. Les tiges beaucoup plus embranchées sont vaillantes avec de l'écorce blanchâtre. Son système racinaire est constitué d'une racine pivotante et des petites racines nourricières latérales. Lorsque les sols le permettent, le pivot se prolonge souvent plus de 6 m. Les inflorescences dioïques sont réunies en épis simples ou panicule au sommet des rameaux pour les mâles et axillaires ou en épis subterminaux pour les femelles (CHERFAOUI, 1973).

III.4-Biologie et écologie de l'*Atriplex canescens*

III.4.1-Ecologie

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 (supportent les températures de -60°C et +35°C). En Algérie, ils sont spontanés sur les étages bioclimatiques arides et semi arides (FRANCLET et LEHOUEIROU, 1971).

III.4.2-Biologie

Ces plantes arbustives sont de la famille de Amaranthaceae, genre *Atriplex* qui compte environ 477 espèces (F.A.O, 1971). On classe ces arbustes selon le tableau n°01.

Tableau N 01: caractéristique botanique et appellation d'après (BENYOUB, 1999).

Classe	dicotylédone
Sous-classe	apétales
Série	Apétales hermaphrodite
Ordre	Centro-sperme-curnembryces
Famille	Chénopodiacées
Tribu	Cyclolobées
Genre	<i>Atriplex</i>
espèce	<i>Atriplex canescens</i>

III.5- Les intérêts de l'*Atriplex canescens*

III.5.1- Intérêts économiques et agronomiques

III.5.1.1- Mise en valeur des sols sales

En milieu synthétique ,les *Atriplex* supportent des concentrations de chlorure de sodium voisine de celle de l'eau de mer(GRIGNON et al,1996).Cette caractéristique leur donne une grande tolérance aux sols salés(GLENN et al,1998).Ainsi, ils réduisent la salinité du sol (ANDERSON,1993)en exportant d'importantes quantités de sel qui peuvent égaliser les 11qx/ha de Na Cl en année de culture (FRANCLET et LE HOUEROU,1971).

III.5.1.2- lutte contre l'érosion

Ils participent à la reconstitution d'un tapis végétal qui joue un très grand rôle dans la lutte contre l'érosion éolienne par la fixation des particules du sol (H.C.D.S, 1996).

III.5.1.3-fixation des dunes

Les *Atriplex* sont utilisés avec efficacité pour la fixation des dunes grâce à leur forme en touffe à cela s'ajoute leur pérennité (EDMOND, 1963).

III.5.1.4-Mise en valeur des sols pauvres

Les *Atriplex* sont repêtes pour leur adaptation dans les milieu arides.de ce fait, ils sont considérés parmi les espèces les plus aptes à mettre en valeur les sols pauvres, en créant une couverture végétale (BEN REBIHA, 1987) et en réduisant le niveau de sels des sols (ANDERSON, 1993).

III.5.2-Intérêt fourrager de l'*Atriplex*

Les *Atriplex* sont très acceptés par le cheptel, ils exigent moins d'eau que les autres fourrages .ce qui fait d'eux des espèces xérophytes. Les *Atriplex* se caractérisent par une bonne teneur en protéines brutes qu'ils gardent même en été (WILSON, 1965).ils sont généralement riches en sodium et potassium (WILSON, 1967). Leur richesse en protéines fait d'eux des aliments qui offrent de possibilité de réaliser des concentres riches en azote (FRANCLET et LE HOUEROU, 1971).Leur utilisation par les moutons lui permet un bon développement de poils de la laine, en plus d'un état corporal satisfaisant (KNOWLES et CONDON, 1951). leur disponibilité durant les périodes critiques(été et automne) fait d'eux un outil irremplaçable dans la mise en

valeur pastorale des régions arides et semi arides de plus leur utilisation comme réserve fourragère réduit le pâturage(KHADER,1997 et BENALADJINE,2000).

III.5.2. 1- La composition chimique

La composition chimique des *Atriplex* varie selon l'espèce, la saison, les conditions pédoclimatiques, la partie morphologique et l'âge.

Tableau N02 : la composition chimique de quelques espèces d'*Atriplex* et des plantes consommées par le dromadaire en p.100 de matière sèche.

Auteur	Nom scientifique	MS en%	En % de la MS			
			MM	MO	CB	MAT
Abdelmajid Chehema	<i>Neurada procumbens</i>	67,01	29,44 ± 0,93	70,56 ± 0,93	24,73 ± 0,13	11,63 ± 0,01
2007	<i>Aristida plumosa</i>	91,46	8,27 ± 0,10	91,73 ± 0,10	40,99 ± 0,06	6,54 ± 0,12
	<i>Moretia canescens</i>	88,23	12,72 ± 0,12	87,54 ± 01,12	28,02 ± 0,31	9,60 ± 0,60
	<i>Anabasis articulata</i>	67,44	12,95 ± ,09	87,04 ± 0,09	26,98 ± 0,88	9,33 ± 0,17
	<i>Zilla spinosa</i>	93,14	4,61 ± 0,63	95,39 ± 0,63	44,38 ± 0,30	5,22 ± 0,12
	<i>Aristida pungens</i>	90,38	4,87 ± 0,29	95,12 ± 0,29	43,49 ± 0,81	4,09 ± 0,05
(A.C.S.A. D, 1999)	<i>Atriplex canescens</i>	91,9	19,6	80,4	16,3	14,2
	<i>Atriplex halimus</i>	97,2	19,8	80,2	18,8	19,2

III.5.2.2-Valeur azotée de *l'Atriplex canescens*

La Valeur azotée de la phytomasse consommable de *l'Atriplex canescens* présente une teneur en PDIN, PDIE et en MAD comparable à celle observée sur différents fourrages cultivés.

Tableau N03 : La Valeur azotée de la phytomasse consommable de l'*Atriplex canescens* (BENYOUB, 2000).

Aliment	PDIE (g/Kg MS)	PDIN (g/Kg MS)	MAD(g/Kg MS)
Phytomasse consommable	64.2±2 ; 7	83.3±1.8	99.2±20

III.5.2.3-Production fourragère d'*Atriplex canescens*

La Production fourragère de l'*Atriplex* varie de 160 à 500 UF/ha/an, selon les conditions pédoclimatiques comme le montre le tableau N

Tableau N04 : Production fourragère d'*Atriplex canescens* selon de nombreux auteurs cités par (KHADER, 1997).

Auteurs	Lieu	Pluviométrie	Densité	Production en ha
Projet ; mo : 2/78/10	Maroc	P=120mm/an	120	350 UF/ha
Ormvaio1985	Maroc	P=120mm/an	1100	500 UF/ha
F.A.O.	Libye	P=60mm/an	1600	400 UF/ha
F.A.O.	Libye	P=160mm/an	1600	160 UF/ha

CHAPITRE II

Matériels et méthodes

1- Les objectifs

Ce travail a été entrepris sur des jeunes plantes *d'Atriplex canescens* en vue de déterminer :

- l'effet de stress salin sur La composition chimique de *l'Atriplex canescens*.
- La tolérance des plantes aux différentes concentrations des sels.

2- Le dispositif expérimental

L'expérimentation a été menée à l'exploitation de l'université à Ouargla dans des pots sous serre semi contrôlée. Le protocole expérimental comprend cinq traitements avec dix répétitions pour chacun des traitements.

3- Le matériel végétal

Nous avons utilisés des grains *d'Atriplex canescens* matures récoltés durant l'année 2008/2009 de la station d'El Mesrane (Wilaya de Djelfa) située à 300 km au sud d'Alger localisée dans l'étage bioclimatique aride.

4- Méthodologie

La méthodologie adoptée dans notre travail est la suivante

4.1-Préparation des grains

Les graines murs sont soigneusement dépoussiérées, décortiquées manuellement de leurs téguments, stérilisées à l'eau de javel 7% durant 03 minutes et rincées à l'eau distillée plusieurs fois pour éliminer toute trace de chlore.

Ces graines ont été mis à la germination dans des alvéoles remplit de terreau pendant un mois. L'arrosage s'effectue en humidifiant le terreau dès que cela est nécessaire.



Photo 01 : plantules *d'Atriplex canescens* âgées d'un mois avant le repiquage.

4.2- Préparation de substrat de culture

Le sable utilisé est celui de l'exploitation de l'université, il a été tamisé pour le débarrasser de tout les débris végétaux et animaux, rincé avec l'esprit de sel pendant ¼ heure à fin d'éliminer les sels combines tels que les carbonates et bicarbonates, rincé ensuite dans l'eau filtrée puis l'eau distillée plusieurs fois pour éliminer tous les traces de l'esprit de sel. Le sable stérilisé a été séché à l'air libre.

4.3- Préparation des pots

Dés que le sable est bien séché, nous avons remplis les pots en plastiques de 16cm de diamètre et 13.8cm de hauteur avec 2330g de mélange de sable plus de terreau (2V/V). Ce poids a été déterminer pour connaître la capacité de rétention de ce mélange. Il est nécessaire de déterminer ce caractère hydrique pour calculer la dose d'arrosage avec la solution nutritive (annexe n° 01).

Avant de remplir ces pots, leur fond a été tapissé d'une couche de gravier bien lavé afin d'assurer un bon drainage.

4.4- Repiquage des plantules

Après un mois, les plantules ont été transplantées soigneusement à raison d'une plante par pot .Ces plantes ont été arrosées à la solution nutritive de HOGGLAND1938 (tableau 06) diluée au 1/1000^{ème} tous les deux jours à 30% CR du substrat, durant deux mois, ensuite à 60% de la CR le troisième mois.

Tableau 06 : la composition de la solution nutritive de HOGGLAND(1938).

Composants de la solution mère	nomenclature	Concentration	
		g/l	Mole/l
Macroéléments			
Nitrate de potassium	KNO3	191,90	1,90
Nitrate de calcium	(NO3)2Ca4H2O	12980	0,55
Nitrate d'ammonium	NO3NH4	210,00	0,26
Sulfate de magnésium	SO4MG7H2O	61,50	0,25
Phosphate mono potassique	PO4H2K	54,40	0,40
Di potassium hydrogenophosphate	PO4K2H3H2O	3423	0,15
Oligo-éléments			
Chlorure de manganèse	CL2MN4H2O	1,80	-
Sulfate de cuivre	CuSO45H2O	0,176	-
Sulfate de zinc	ZnSO47H2O	0,219	-

Acide borique	H3BO3	,2861	-
Molybdate d'ammonium	Mo7O24(NH4)7H2O	0,285	-
Complexe ferrique	EDTA ferrique (C10H12FeN2NaO8)	0,050	-

5- Préparation des solutions salines

Pour réaliser le stress salin, deux types de solutions salines ont été préparées :

1- Solution saline

Cette solution a été préparée à base de deux combinaisons des sels de volume équivalent ; chlorure de sodium (Na Cl) et chlorure de calcium (CaCl2) comme il est indiqué dans le tableau N° 07.

Tableau N°07: la composition chimique de la solution saline.

Composants		400meq/l	600meq/l
Na Cl	mM/l	400	600
	g/l	23,4	35,1
CaCl2	mM/l	200	300
	g/l	22,2	33,3

2- L'eau de mer

L'eau de mer utilisée est récupérée de la plage de Cap-Djanet (Wilaya de Tizi-Ouzou) en 2010, sa conductivité électrique est de 62,1mS/cm et son PH est égal à 8.3 à la température de 26,3°C.

Tableau N°08 : Composition de la solution saline à base l'eau de mer.

Composants	50%	100%
Solution nutritive	134.55ml/plante	000.00ml/plante
Eau de mer	134.55ml/plante	269.1ml/plante

6- Application de stress salin

Après 03 mois du repiquage, on a appliqué le stress salin, aux plantes, reparties en 05 lots (05 traitement) de 10 répétitions pour chaque traitement comme le montre le schéma suivant :

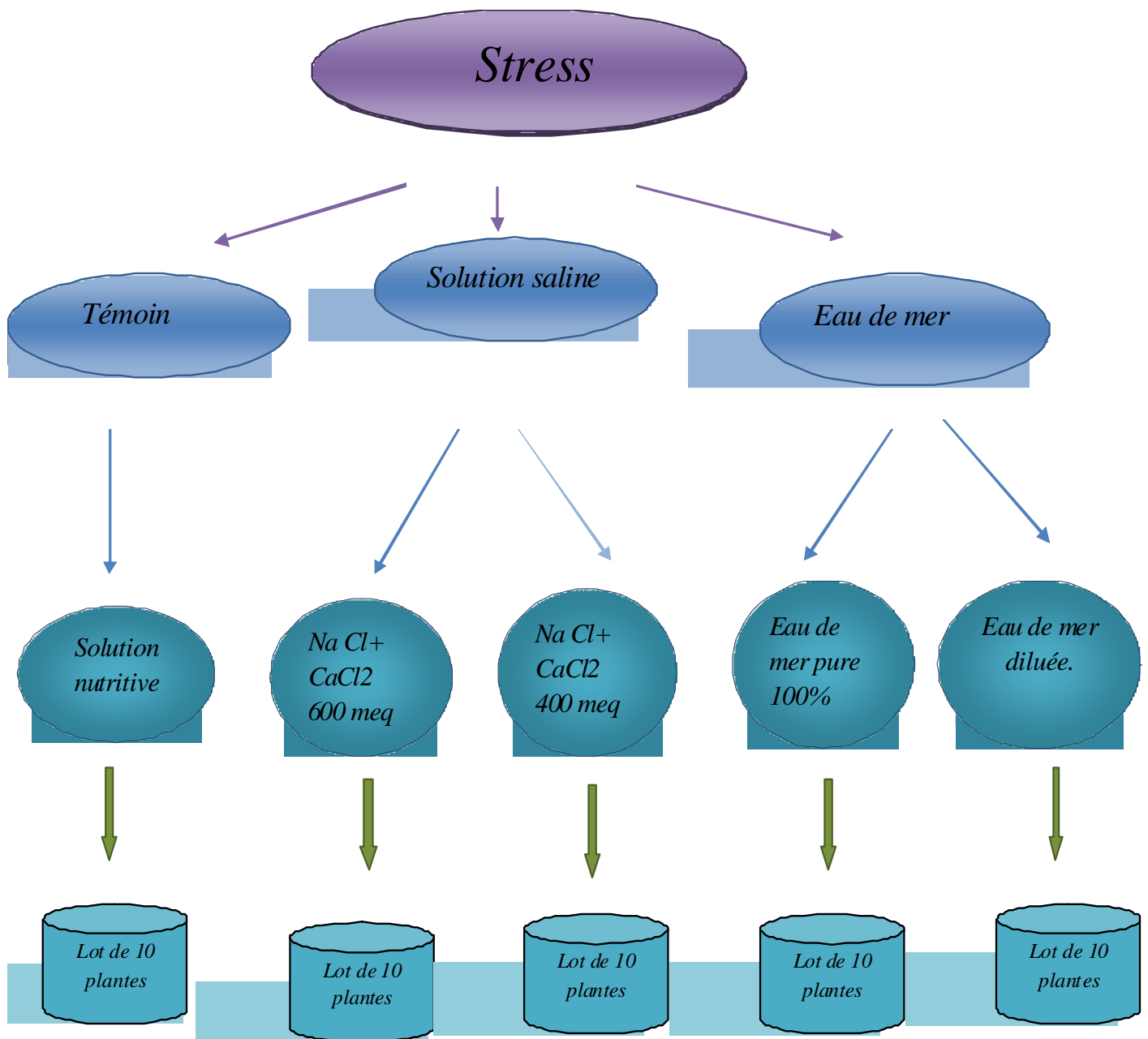


Figure 01 : Application du stress salin

Durant le stress, les plantes témoins sont arrosées une fois par deux jours à la solution nutritive de HOAGLAND à 60% de la CR du substrat, alors que les autres lots ont été arrosés une fois dès le début du stress qui a duré une semaine.

7-Prélèvement de matériel végétal

Après le stress, les plantes ont été prélevées, reparties en cinq lots, les feuilles et les tiges ont été séparées, séchées à l'air libre.

Avant leurs analyses, les échantillons secs sont broyés à 1mm, conservés dans des flacons hermétiques rapportent le numéro d'échantillon, l'organe et le traitement considéré.

8-Méthodes d'analyses chimiques

L'analyse de la composition chimique a été faite selon la méthode des analyses classiques (CIRAD, 2003).

Sur les échantillons secs et broyés, on a effectué les analyses suivantes :

1-Détermination de taux de matière sèche(MS)

Une prise d'essai de 0.5g de la poudre mis dans l'étuve à 105°C pendant 24h. Après la dessiccation, l'échantillon a été pesée de nouveau.

Le taux de matière sèche est donné par la formule :

$$MS \% = p2/p1 \times 100$$

P1 : poids frais de l'échantillon.

P2 : poids sec de l'échantillon

2-Détermination de taux des cendres ou matières minérales totales (MM)

Les cendres brutes sont obtenues après la destruction de la matière organique par incinération. Sa teneur est déterminée à partir d'une prise d'essai de 0.5 g de la matière sèche après calcination pendant 4 heures à 500°C dans un four à moufle.

$$MM \% = P2 - P0 / P1 \times 100.$$

P0 : poids de creuset vide.

P2 : poids de creuset contenant le résidu après calcination.

P1 : poids de l'échantillon broyé.

3-Teneur en matière organique(MO)

C'est le complément à 100 de la teneur en cendre de la matière sèche.

$$MO \% = 100 - \% \text{cendres}$$

4-Dosage de la cellulose brute(CB)

La cellulose brute est la matière organique qui reste insoluble après les traitements acide et alcalin, sa teneur dans la matière sèche est déterminée à partir d'une prise d'essai de 0.5 g par auto-analyseur « fibre test ». C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse, la première par l'acide sulfurique et la deuxième par l'hydroxyde de

potassium ,suivi d'une déshydratation à l'acétone, un étuvage de 2 heures à 105°C et d'une calcination de 4heures à 500°C.

La teneur de cellulose brute dans la matière sèche est égale à :

$$\text{CB \%} = (p1-p2)/p0 \times 100 / MS \times 100$$

P0 : poids sec de l'échantillon.

P1 : poids de l'échantillon avant l'incinération.

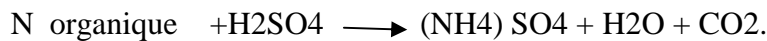
P2 : poids de l'échantillon après l'incinération.

5-Dosage de matière azotée totale(MAT)

Le dosage de matière azotée totale se fait par la méthode de kjeldahl qui peut être devisée en trois étapes :

- Minéralisation

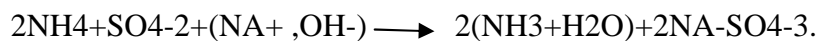
La matière organique de l'échantillon est minéralisée à chaud par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur minérale.



L'azote organique est réduit en sulfate d'ammonium

- Distillation

La décomposition de sulfate d'ammonium par la soude et la formation d'ammoniac.



- Titration

L'ammoniac distillé neutralise une certaine fraction de la solution titrée d'acide sulfurique 0.1 N.

La teneur en azote est calculée selon la formule :

$$\text{N \%} = V \times 0,14 / P$$

V : Volume d'acide sulfurique 0,1N ajouté lors de titration.

P : Poids de l'échantillon.

La concentration en protéines ou la matière azotée totale d'un aliment est estimée en fonction de sa teneur en azote N sachant que :

$$\text{MAT \%} = N \times 6,25$$

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1-Résultats

Les résultats des paramètres étudiés (MM, MO, CB et MAT) sur les organes traités (tiges et feuilles) par deux types de solutions salines ; l'eau de mer et les sels combinés sont présentés dans les figures ci- dessous.

I.1- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière minérale

I.1.1- Au niveau des feuilles

La teneur en matière minérale au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer est représentée par la figure 02.

La lecture de la figure montre que le taux des cendres des feuilles témoins (17.36%) est plus élevé par rapport aux feuilles stressées à 50% et à 100% d'eau de mer qui sont de 15.67% et 16.44%. En effet, on a enregistré un pourcentage de diminution de 9.73% et 5.29% respectivement pour les traitements 50% et 100%.

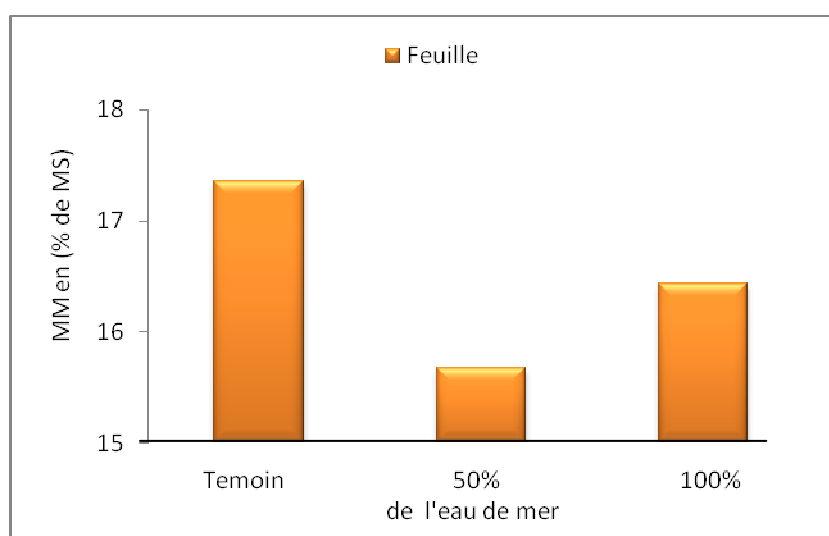


Figure 02: Teneurs en matière minérale au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

Par contre dans la figure 03, les plantes stressées aux sels combinés à 400meq/l et 600meq/ montrent des teneurs en matières minérales presque identiques qui sont respectivement de 17.67% et 17.99% et sont supérieures à celles enregistrées chez les plantes témoins (17.36%). En effet, on enregistre une augmentation de 1.78% et 3.62% par rapport au témoin.

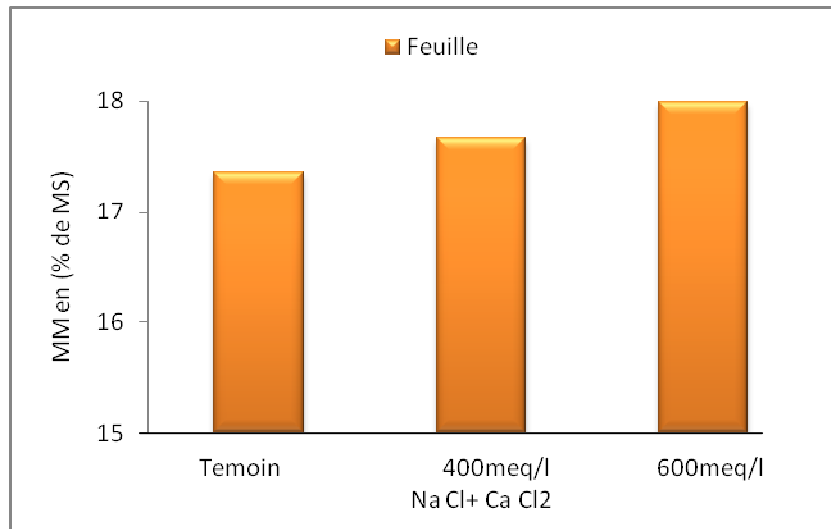


Figure 03: Teneurs en matière minérale au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂

En comparant les deux figures, on constate que la teneur de matière minérale au niveau des feuilles est influencée par le type de traitement ainsi que l'intensité de la concentration saline. Ces teneurs sont faibles sous les traitements à l'eau de mer et élevée sous les traitements aux sels combinés comparativement au témoin.

L'analyse statistique de test de Fisher ne reflète pas un effet significatif sur le taux de matière minérale au niveau des feuilles.

I.1.2- Au niveau des tiges

La figure 04 montre l'effet du stress salin appliqué à l'eau de mer au niveau des tiges. Les plantes témoins enregistrent un taux de matière minérale de 5.89%, alors que les plantes stressées montrent des taux variables. Le taux le plus faible (4.88%) est obtenu au niveau des tiges stressées à 50% et le plus élevé (6.08%) pour celles traitées à 100% d'eau de mer. Comparativement au témoin, le traitement à 50% a montré une réduction de la matière minérale de 17.14%, par contre le traitement à 100% a montré une augmentation de 3.22%.

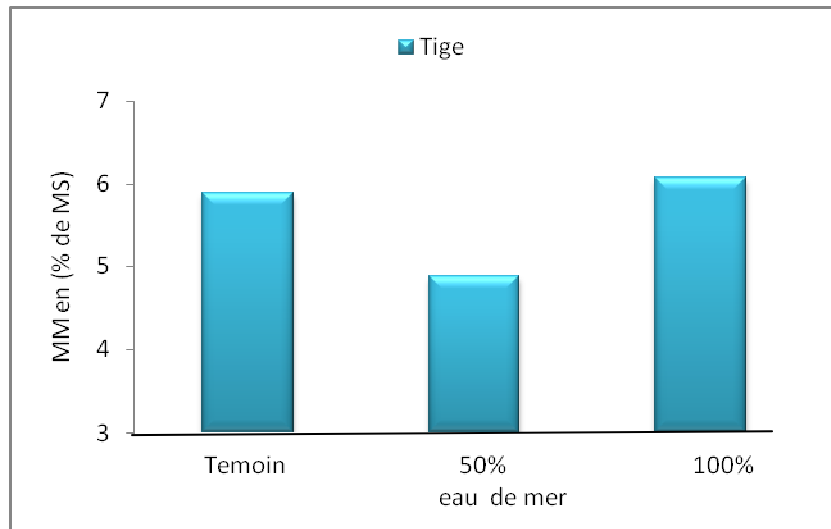


Figure 04 : Teneurs en matière minérale au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

Contrairement à la figure 05, les teneurs en matière minérale augmentent au fur et mesure que la concentration en sel augmente dans le milieu, ces teneurs sont de 6.41 et de 7% respectivement pour les tiges traitées à 400meq/l et à 600meq/l. Les pourcentages d'augmentation par rapport au témoin sont dans l'ordre de 8.83% et de 18.84%.

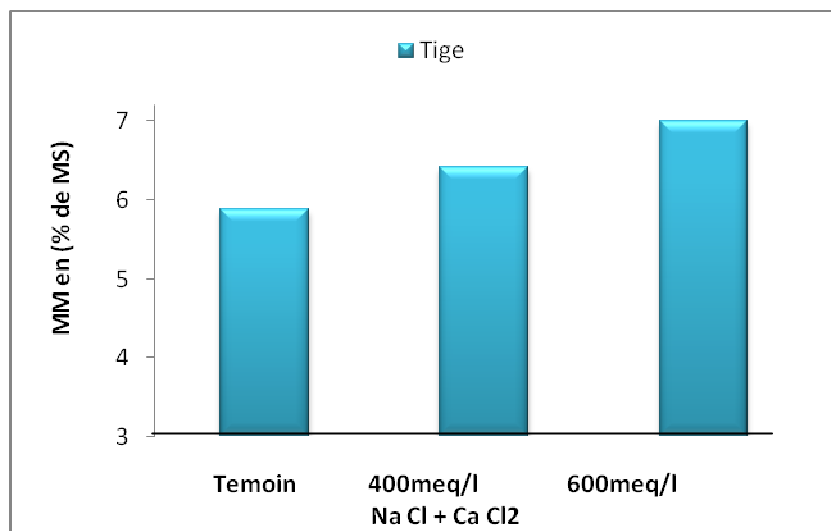


Figure 05: Teneurs en matière minérale au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂

En comparant les deux figures 04 et 05, on peut conclure que l'accumulation de la matière minérale au niveau des tiges est plus importante dans les milieux stressés aux sels combinés.

L'analyse de variance des résultats obtenus de l'effet des traitements sur les teneurs de matière minérale reflète un coefficient de variation élevée 17.80% mais cette valeur reste acceptable pour passer à l'analyse statistique de test de Fisher.

Le test de Fisher montre un effet significatif des doses de salinité sur la teneur en matière minérale au niveau des tiges, l'analyse de PPDS à 5% = 2.086 et à 1% = 2.845 montrent des différences non significatifs entre les moyennes des traitements effectuées à l'eau de mer (50% et 100%) et au sel combinés à 400meq/l et 600 meq/l et le témoin donc ces traitements n'ont pas un effet significatif sur l'accumulation de la matière minérale au niveau des tiges par rapport au témoin (annexe 02).

I.2- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière organique

I.2.1- Au niveau des feuilles

Contrairement à la matière minérale, les valeurs de la matière organique au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* illustrées dans la figure 06 montrent une accumulation importante dans les feuilles stressées à 50% (84.33%) et à 100% (83.56%) comparativement aux feuilles témoins (82.64%) avec des taux d'augmentation respectives de 2.04% et 1.11%. On note que plus l'intensité de sel augmente dans le milieu d'arrosage, le taux de matière organique augmente.

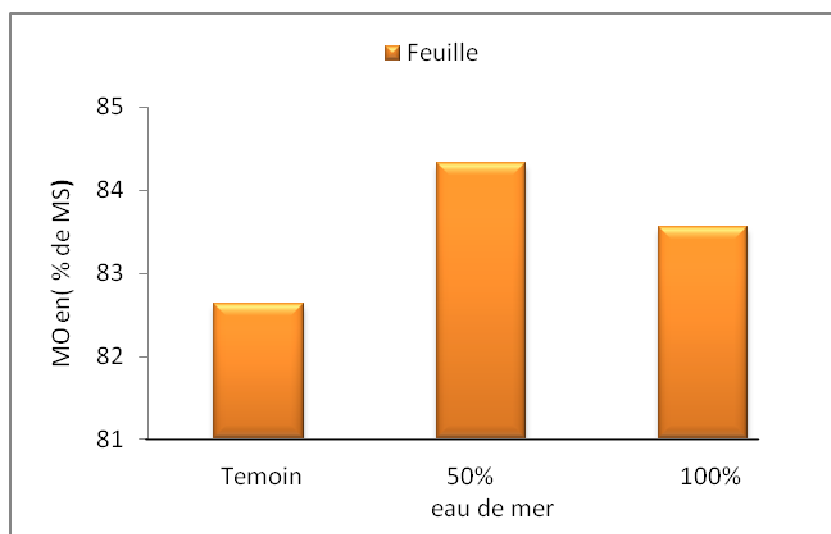


Figure 06 : Teneurs en matière organique au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

D'après la figure 07, les plantes stressées aux sels combinés enregistrent une diminution de la matière organique par rapport aux témoins de l'ordre de 0.76% et 3.75% respectivement pour les traitements 400meq/l et 600meq/l. Les teneurs en matière organique obtenus sont très proches dont les milieux salés et le non salé (témoin) et sont de 82.33%, 82.01% et de 82.64 % respectivement.

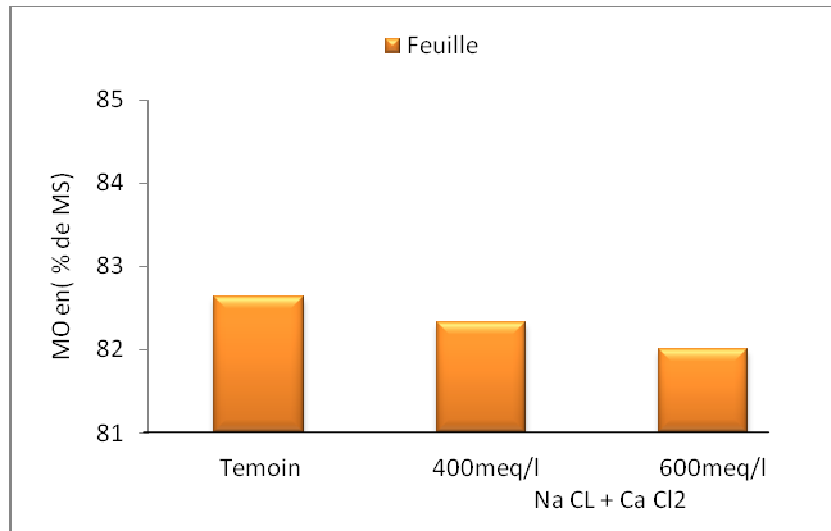


Figure 07 : Teneurs en matière organique au niveau des feuilles d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂

Les teneurs en matière organique obtenues dans les feuilles sont élevées par rapport aux témoins sous la contrainte saline à l'eau de mer alors qu'elles sont faibles pour les traitements avec les sels combinés.

Le test de Fisher effectué a montré que l'effet sel est non significatif sur ce paramètre.

I.2.2- Au niveau des tiges

Les teneurs en matière organique obtenus au niveau des tiges stressées à l'eau de mer (figure 08) sont inversement proportionnelles au degré de salinité. Elles montrent une accumulation de 95.12% et 93.92% respectivement sous les deux traitements à 50% et 100% à l'eau de mer, comparativement aux plantes témoins (94.11%). Ces teneurs restent proches entre les témoins et les plantes traitées.

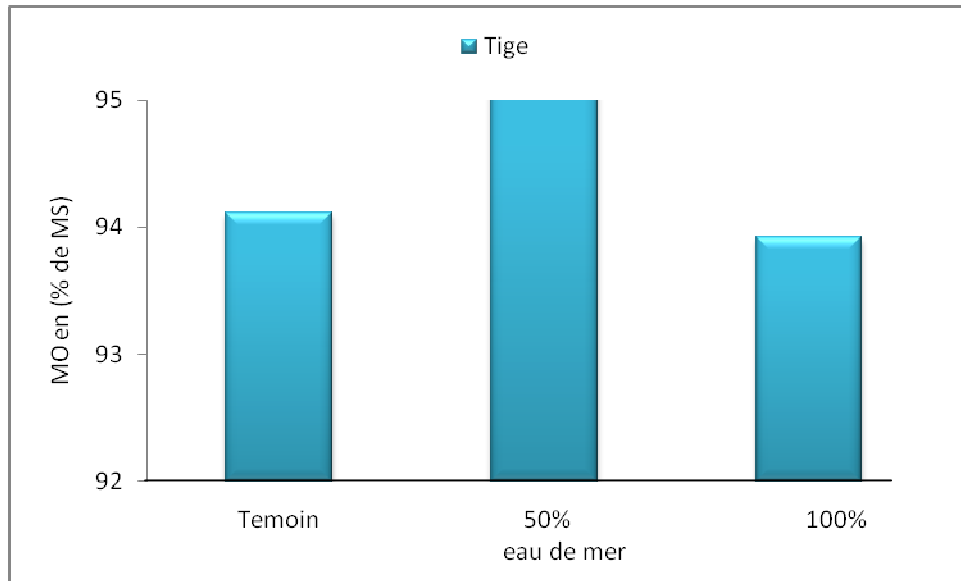


Figure 08 : Teneurs en matière organique au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

Les teneurs en matière organique obtenues au niveau des tiges stressées aux sels combinés (figure 09) montrent une diminution de ce paramètre au fur et à mesure que la concentration du milieu d'arrosage augmente qui sont de l'ordre de 0.55% et 1.18% par rapport aux plantes témoins. Les teneurs enregistrées sont en moyenne de 93.59% et 93% pour les traitements à 400meq/l et 600meq/l et de 94.11%, pour le témoin.

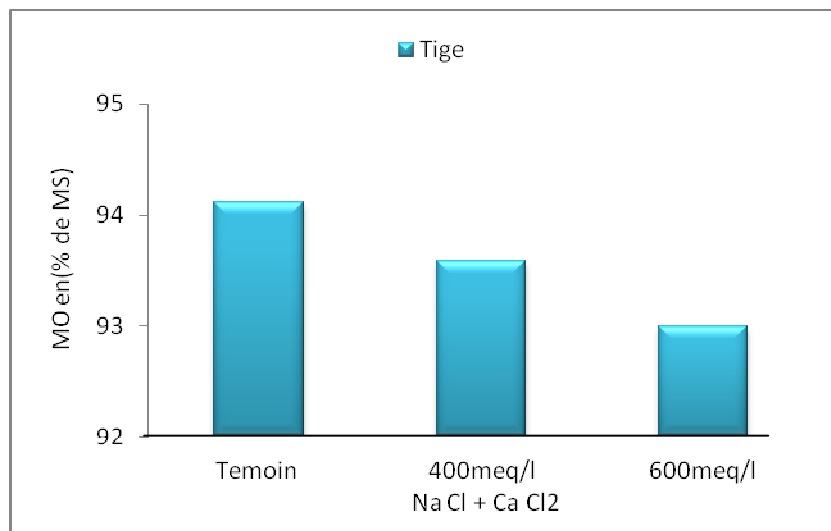


Figure 09 : Teneurs en matière organique au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl+ CaCl₂

En comparaison les deux figures 08 et 09, on peut conclure que le taux de matière organique au niveau des tiges stressées diminue proportionnellement à la salinité sauf que le traitement à 50% à l'eau de mer où on enregistre une augmentation de taux de la matière organique.

L'analyse statistique du test de Fisher obtenu montre un effet significatif des traitements sur le taux de matière organique au niveau des tiges aussi bien pour les plantes traitées à l'eau de mer et aux sels combinés (annexe 02)

L'étude de l'analyse statistique de PPDS à 5% = 2.086 et à 1% = 2.845 révèle des différences non significatives des moyennes des traitements à l'eau de mer sur les teneurs en matière organique au niveau des tiges.

D'après le tableau de PPDS, les différences entre les moyennes des traitements appliqués aux sels combinés n'ont pas un effet significatif sur le taux de matière organique au niveau des tiges.

I.3- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la cellulose brute

I.3.1- Au niveau des feuilles

Sous les conditions de stress, l'accumulation de cellulose brute au niveau des feuilles représentée dans la figure 10 montre des valeurs variables, où on enregistre un taux très faible de l'ordre de (11.44%) pour le traitement 50% par rapport aux plantes traitées à 100% d'eau de mer qui montre une teneur plus élevée (14.46%). Celle-ci ni pas loin de la valeur du témoin (14.37%).

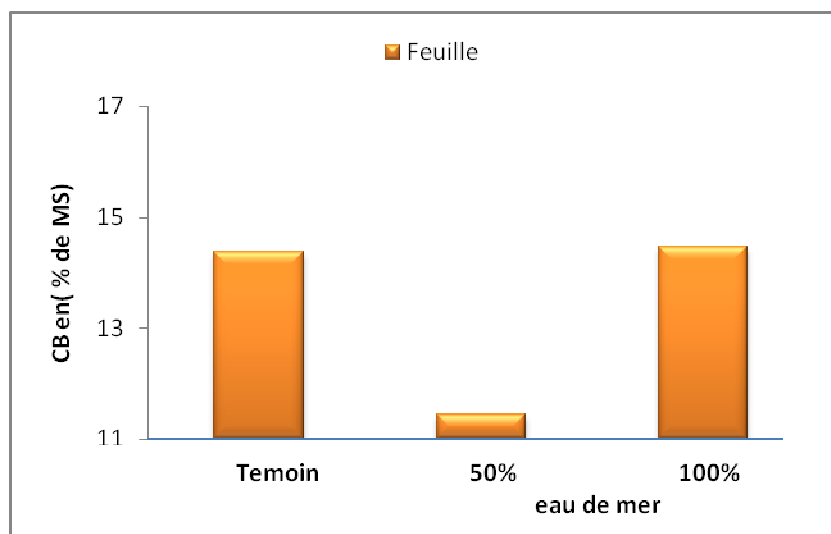


Figure 10 : Teneurs en cellulose brute au niveau des feuilles

d'Atriplex canescens stressées à l'eau de mer.

Le taux de cellulose brute obtenu au niveau des feuilles traitées aux sels combinés (figure 11) montre que le traitement à 400meq/l permet une accumulation importante de la cellulose brute (15.86 %) qui se traduit par une augmentation de 10.36 % par rapport au témoin, alors que le traitement à 600meq/l a enregistré une diminution de 18.59 % par rapport au témoin.

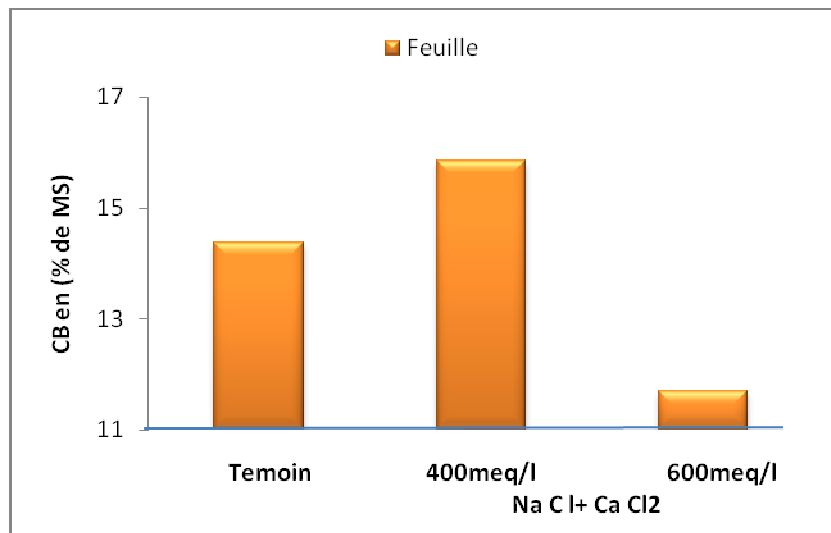


Figure 11 : Teneurs en cellulose brute au niveau des feuilles *d'Atriplex canescens* stressées à Na Cl. + CaCl₂.

Le taux de cellulose brute augmente au fur et à mesure avec l'augmentation de salinité dans le milieu stressé à l'eau de mer, par contre dans le milieu traité à NaCl+CaCl₂, la teneur de la cellulose brute est élevée sous le traitement à 400meq/l.

Le test de Fisher a permis d'obtenir un effet significatif des doses de salinité sur la teneur en cellulose brute au niveau des feuilles.

L'analyse de PPDS à 5% = 2.086 et 1% = 2.845 des moyennes des traitements appliqués à l'eau de mer comparées à celle de témoin a montré des effets non significatives de ces traitements sur le taux de cellulose brute au niveau des feuilles. Par contre pour les plantes sous sels combinés à 400meq/l et à 600meq/l, l'analyse a montré d'une part qu'il ya pas un effet significatif, alors que la différence moyenne de la salinité entre les deux traitements 400meq/l et 600meq/l a un effet significatif sur ce paramètre. (Annexe 02)

I.3.2- Au niveau des tiges

Les teneurs en cellulose brute au niveau des tiges stressées à l'eau de mer (figure 12) enregistrent des valeurs inférieures à celles obtenues pour le témoin qui sont de 48.47% et 51.33% respectivement pour les plantes stressées à 50% et 100% à l'eau de

mer contre 52.17% chez les témoins. Ces valeurs reflètent une diminution de l'ordre de 7.09 % et 1.62 % respectivement pour les traitements à 50% et 100%.

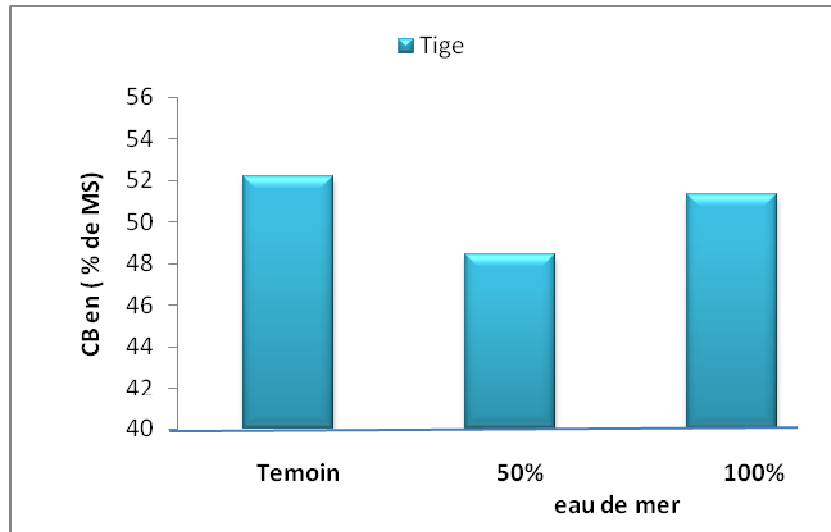


Figure 12: Teneurs en cellulose brute au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

La lecture de la figure 13, montre que la teneur en cellulose brute la plus élevée (54.57%) est obtenue chez les plantes stressées à 400meq/l. Ce lot des plantes montre une augmentation de 4.6% par rapport au témoin, par contre, le traitement à 600meq/l des sels combiné enregistre un taux faible (42.78%) qui se traduit par une diminution de 18,0 % par rapport au témoin.

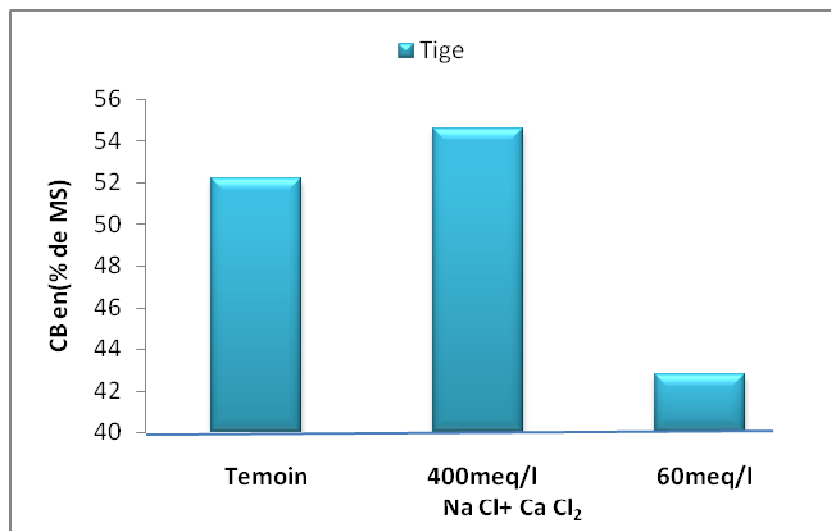


Figure 13 : Teneurs en cellulose brute au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂.

En comparant les deux figures 12 et 13, on peut conclure que le taux de la cellulose brute au niveau des tiges diminue proportionnellement à la salinité sauf que pour le traitement à 400meq/l où il montre une augmentation par rapport au témoin.

Le test de Fisher montre un effet hautement significatif des doses de salinité sur le taux de cellulose brute au niveau des tiges avec une valeur de F calculé supérieur que le F théorique à 1% ($4.43 < 19.38$).

La comparaison des différences entre les moyennes des traitements avec la PPDS à 5% =3.024 et à 1% = 4.125 fait ressortir un effet significatif du moyen traitement à 100% eau de mer comparé au témoin sur l'accumulation de la cellulose brute au niveau des tiges. Alors que les différences entre les moyennes des (T1 ↔ T3) et (T2 ↔ T3) ne sont pas significatives sur les teneurs de la cellulose brute au niveau des tiges (annexe 02).

Par contre pour les plantes traitées aux sels, cette analyse montre une différence hautement significative de l'accumulation de la cellulose brute au niveau des tiges suite à l'application du traitement à 600meq/l, alors que le traitement à 400meq /l ne montre aucun effet significatif sur ce paramètre. En outre, on enregistre une différence hautement significative de la teneur en cellulose brute des tiges exposées dans un milieu stressé à 400meq/l comparées à celles stressées à 600 meq/l.

I.4- Effet du stress salin par l'eau de mer et les sels combinés sur la variation du taux de la matière azotée totale

I.4.1- Au niveau des feuilles

La figure 14 représente l'action du stress salin à base de l'eau de mer sur les teneurs en matière azotée totale au niveau des feuilles. Les plantes stressées enregistrent des taux identiques qui sont de 3.19 %, 3.13 % respectivement sous les traitements à 50 % et 100 % par rapport au témoin qui montre le taux le plus élevé (3.91%). Le stress salin a induit une réduction de 18.42 % et 19.95 % par rapport au témoin chez les plantes stressées à 50 % et à 100 % d'eau de mer.

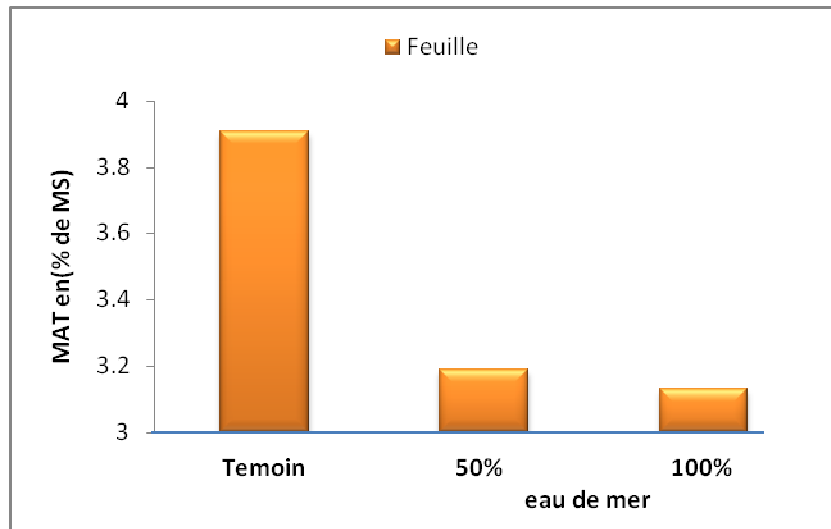


Figure 14 : Teneurs en matière azotée totale au niveau des feuilles *d'Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

La figure 15 représente les teneurs moyennes en matière azotée totale au niveau des feuilles stressées aux sels combinés. Les valeurs de ce paramètre restent toujours réduites par rapport au témoin mais sont élevées que celles enregistrées pour les traitements à l'eau de mer. Ces taux sont de 3.76% et 3.86% respectivement pour les traitements à 400meq/l et 600meq/l. La diminution par rapport au témoin est en moyenne de 3.84 % et 1.28 %.

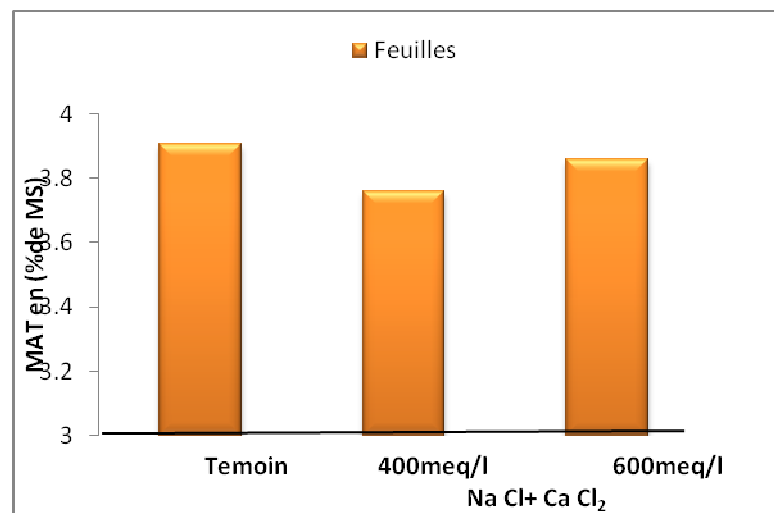


Figure 15 : Teneurs en matière azotée totale au niveau des feuilles *d'Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂.

Concernant le taux de la matière azotée totale au niveau des feuilles représentés aux figures 14 et 15, elle enregistre une nette diminution avec tous les traitements, mais cette diminution est plus marquée avec les traitements appliqués à l'eau de mer.

Le test de Fisher a montré un effet significatif des doses de salinité sur la teneur en matière azotée totale au niveau des tiges (annexe 02).

L'analyse de PPDS à 5% = 2.086 et 1% = 2.845 des moyennes des traitements appliqués à l'eau de mer comparées à celles de témoins a montré des effets non significatives des différences entre les moyennes de ces traitements sur le taux de matière azotée totale au niveau des feuilles.

I.4.2- Au niveau des tiges :

La figure 16 représente les teneurs en matière azotée totale des plantes stressées à l'eau de mer au niveau des tiges, ces teneurs sous la contrainte saline sont de 1.2% et 1.71% respectivement dans les milieux salés à 50% et 100% de l'eau de mer contre 1.78% enregistré chez le témoin. Le taux de diminution par rapport au témoin est de 32.59 % et 3.94 %.

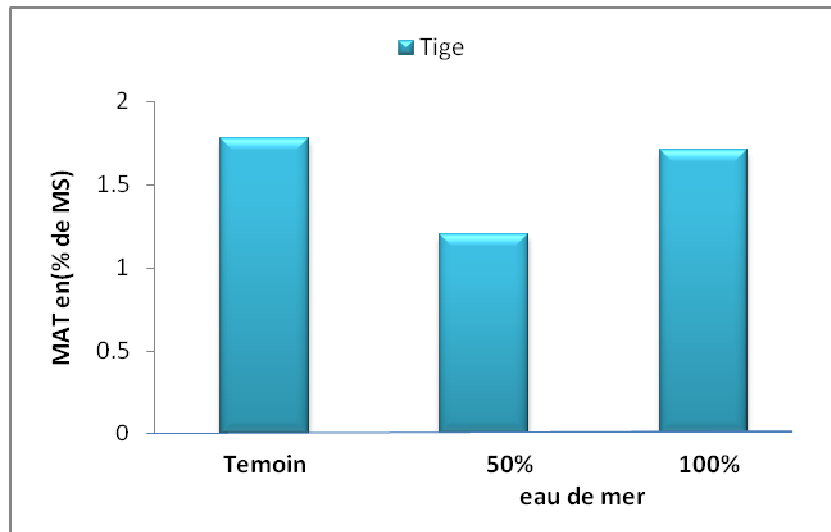


Figure 16 : Teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à l'eau de mer.

Enfin cette dernière figure 17 illustre les teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges. Les plantes stressées aux sels combinés montrent des teneurs voisines de l'ordre de 1.65% et 1.61% comparativement au témoin 1.78% en matière azotée, ces valeurs reflètent une diminution par rapport au témoin de l'ordre de 7.31 % pour le traitement à 400meq/l et de 9.56 % pour le traitement à 600 meq/l des sels combinés.

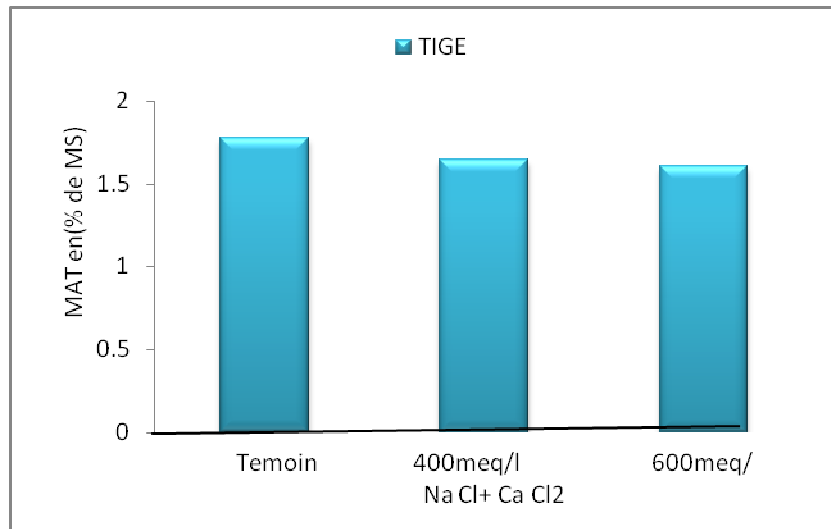


Figure 17 : Teneurs en matière azotée totale au niveau des tiges d'*Atriplex canescens* stressées à Na Cl + CaCl₂.

A la comparaison des deux figures 16 et 17, le taux de la matière azotée totale au niveau des tiges est faible dans les plantes stressées par rapport au témoin, les taux enregistrés sont proches au témoin.

L'analyse de variance de Fisher a montré un effet non significatif sur l'accumulation de la matière azotée totale au niveau des tiges

L'analyse statistique à la PPDS à 5% $+2.086$ ET $0.1\% = 2.845$ reflète un effet non significatif des différences entre les moyennes des traitements.

II. Discussion :

Les résultats de la composition chimique effectués chez l'espèce *Atriplex canescens* sous contrainte saline aux sels combinés Na Cl+ CaCl₂ à 400 et 600 meq/l et à l'eau de mer diluée de moitié 50% et sans dilution 100 % font ressortir que les teneurs obtenus de la matière minérale, la matière organique, la cellulose brute et la matière azotée totale sont variables en fonction de l'organe traité (tiges et feuilles) et de la nature et l'intensité de stress appliquée.

En réponse au stress salin, la plante doit développer des mécanismes adaptatifs lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne grâce aux électrolytes et aux solutés organiques (DRIOUICH A et al, 2001 in ACHOUR, 2005).

Parmi ces réponses, les plantes vivant sous contraintes de l'environnement réagissent par une modification de leur métabolisme biochimique, en particulier la synthèse de certains composés organiques (HUBAC et VIERA DA SILVA, 1980) tels que les sucres solubles, les composés azotés (GOLDHIERS et al, 1990 in ACHOUR, 2005).

L'analyse des résultats de la composition chimique montre que :

La matière minérale augmente au niveau des deux organes proportionnellement à l'intensité de stress, l'augmentation par rapport au témoin est toutefois plus marquée avec les traitements aux sels combinés. Sous la concentration à 600meq/l, la matière minérale enregistre le taux le plus élevé dans les deux organes (7% dans la tige et 17.99% dans les feuilles), alors que les valeurs les plus faibles sont enregistré au niveau des deux organes sous le traitement à 50% à l'eau de mer avec des moyennes de 4.88% et 15.67% respectivement dans les tiges et feuilles.

À la comparaison des teneurs de la matière minérale enregistrée au niveau des feuilles avec celles des tiges, on déduit que l'accumulation de la matière minérale est plus importante dans les feuilles que dans les tiges (exemple 5.89% dans les tiges contre 17.36% dans les feuilles enregistrées au témoin). Cela est peut être due au rôle des feuilles dans les fonctions métaboliques de la plante.

ASLOUM (1990) a mentionné que les halophytes sont caractérisées par une forte capacité d'absorption et une accumulation préférentielle de Cl⁻ et Na⁺ dans les parties aériennes surtout les feuilles

Atriplex s'adapte sur les sols salins, se comporte comme une espèce exclusive, les ions chlorure et sodium dans le milieu extérieur entrent par les racines, sont véhiculés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là où ils sont stockés. Lorsque la charge minérale des tissus est excessive, ils sont excrétés par des vésicules spécialisés (THOMSON, 1975).

Ces résultats peuvent être expliquées par une réponse physiologique vis- à vis d'une contrainte saline, l'augmentation de la concentration en sel dans le milieu extérieur entraîne une diminution du potentiel hydrique externe, les cellules devront donc réagir en diminuant leur potentiel interne en limitant l'excès de sel dans les vacuoles ou compartimentent les ions dans différents tissus pour faciliter leurs formes métaboliques (Zhu, 2003).

L'accumulation des solutés fait diminuer le potentiel hydrique qui devient plus négatif, permettant ainsi de maintenir le mouvement d'eau vers les feuilles. Ces résultats peuvent être expliqués encore par l'augmentation de la concentration des solutés internes suite à la déshydratation de la cellule dans un milieu salin.

Concernant la matière organique, elle s'accumule d'avantage sous les traitements appliqués à l'eau de mer au niveau des deux organes, le taux le plus élevé a été enregistré pour le traitement appliqué à 50% de l'eau de mer au niveau des deux organes avec des moyennes de 84.33% dans les feuilles et 95.12% dans les tiges alors que les teneurs les plus faibles ont été préservés au traitement à 600meq/l avec une moyenne de 82.01% dans les feuilles et 93% dans les tiges.

En comparant les moyennes enregistrées entre les deux organes, la matière organique dans les tiges reflète une accumulation importante comparée à celle dans les feuilles (ex: 94.11% dans les tiges témoins contre 82.64% enregistrée aux celles des feuilles).

Selon BEN AHMED et al, 1996, la présence de Na Cl dans le milieu de culture stimule la croissance d'*Atriplex* avec un optimum pour les concentrations comprises entre 50 et 200 mM, les fortes valeurs suggèrent un polymorphisme élevé de la production de biomasse notamment pour la concentration de 300mM.

Par ailleurs, chez les *Atriplex*, l'ajustement osmotique des tissus nécessaire à la croissance se fait essentiellement par accumulation, dans les vacuoles, d'ions inorganiques.

Le taux de la cellulose brute varie d'une manière similaire dans les deux organes, les valeurs les plus faibles sont enregistrées pour les traitements à 50% et 600meq/l respectivement de 48.47% et 42.78% dans les tiges et de 11.44% et 11.7% dans les feuilles comparé au témoin 52.17% et 14.37% alors que la valeur la plus élevée est enregistrée sous le traitement à 400 meq/l avec un taux de 54.57% dans les tiges et 15.86% dans les feuilles.

En moyenne générale, sous la contrainte saline, le taux de cellulose brute va chuter avec une moyenne de 13.36 % contre 14.37% dans les feuilles et 1.54% contre 1.78% dans les tiges par rapport au témoin.

Contrairement au taux de la matière minérale et la matière azotée totale enregistrés au niveau des deux organes, le taux de la cellulose brute au niveau de la tige est plus important que celui enregistré au niveau des feuilles (52.17% contre 14.37%).

Ces résultats de la cellulose brute sont en accord avec ceux obtenus par KABORE-ZOUNGRANA, 2008) qui a travaillé sur les feuilles de la plante *Balanites aegyptiaca* où les valeurs de la cellulose brute enregistrées sont de 172 g/Kg MS durant la saison sèche froide alors qu'elle diminue durant la saison sèche chaude pour atteindre 167g/KgMS.

L'accumulation des sucres et des ions Na^+ et Cl^- se font selon des modalités opposées, l'accumulation de ces ions est accompagnée d'un appauvrissement en sucres, ceci montre la contribution des glucides à l'ajustement osmotique des plantes et leur intervention dans les mécanismes de résistance au sel. Ces plantes pourraient

témoignées d'une réduction de la croissance, qui correspond à l'utilisation privilégiée des sucres pour assurer l'ajustement osmotique aux dépend de leur orientation vers la production de biomasse.

Aussi la diminution de taux de la cellulose brute va conduire à l'hypothèse qu'une orientation de ces sucres vers les racines contribuerait au maintien, voire l'augmentation de la croissance de celles-ci (INRA, 2000).

L'augmentation particulière de cellulose brute (particulièrement pour le traitement 400meq/l) est induite par le phénomène de « vieillissement physiologique », qui, sous les conditions du stress, fait anticiper le vieillissement des plantes (ESSAFI et al 2007).

L'accumulation de la matière azotée totale dans un milieu salé enregistrée chez les plantes stressées au niveau des deux organes a été diminuée par rapport aux plantes non stressées. Cette diminution est plus influencée par les traitements appliqués à l'eau de mer dans les deux organes avec un taux de 1.2% pour le traitement à 50% dans les tiges et le traitement à 100% dans les feuilles avec un taux de 3.13%.

La matière azotée totale s'accumule davantage dans les feuilles que dans les tiges avec une moyenne de 3.91% contre 1.78% enregistrée dans les plantes témoins.

Ces résultats sont confirmés par (PARIDA et al. 2002) qui montrent que le contenu en protéines solubles des feuilles diminue en réponse à la salinité.

Aussi ils sont en accord avec celles de KABORE-ZOUNGRANA, 2008) qui a travaillé sur les feuilles de la plante *Balanites aegyptiaca* où les valeurs de la matière azotée totale enregistrées sont de 155 g/Kg MS durant la saison sèche froide alors qu'elle diminue durant la saison sèche chaude pour atteindre 145g/KgMS.

Conclusion

L'effet de la concentration croissante de deux types de solutions salines ; solution saline à base de Na Cl + Ca Cl₂ à 400meq/l et à 600meq/l et l'eau de mer diluée à 50% et non diluée 100% sur la composition biochimique de l'*Atriplex canescens* a et évalué a travers l'analyse de la : matière minérale ,matière organique, cellulose brute et enfin la matière azotée totale . D'après les résultats obtenus, il apparait que l'*Atriplex canescens* se répond différemment au sein de stress salin par des modifications marquées de leurs compositions biochimiques dans les plantes stressées comparées à celles des plantes témoins. Ces modifications sont toutefois fonctions de la concentration de milieu stressé ainsi que de l'organe traité.

L'application du stress salin sur l'*Atriplex canescens* va provoquer :

- ✓ Une accumulation de la matière minérale liée à une diminution des taux de la matière organique, aussi une diminution de la synthèse de cellulose brute et de la matière azotée totale.

- ✓ L'*Atriplex canescens* répond en augmentant sa pression osmotique interne par la phénomène de l'ajustement osmotique en produisant des composés compatibles, qui s'accumulent dans les vacuoles des cellules foliaires et participent à l'élévation de leur pression osmotique.

- ✓ -La matière minérale, ainsi que la matière azotée totale s'accumulent d'avantage dans les feuilles que dans les tiges. Cela est expliqué de faite que l'*Atriplex canescens* est une plante halophyte , le mécanisme le plus commun aux halophytes pour assurer leurs besoins d' eau est l'ajustement osmotique, en augmentant leur pression osmotique par rapport à celle du sol par l'absorption de sel et leur transport vers les feuille.

- ✓ La cellulose brute et la matière organique s'accumule en préférence dans les tiges que dans les feuilles, cela est lié par l'excès de Na⁺ dans les feuilles qui provoque des dysfonctionnements dans le métabolisme ou la translocation des sucres.

Cette espèce répond d'une manière

- ✓ Significative par sa teneur en cellulose brute et en matière azotée totale dans les feuilles.

- ✓ Significative par ces teneurs en matière minérale, organique ainsi que la cellulose brute dans les tiges

Enfin, il faut souligner que l'*Atriplex canescens* constitue un bon fourrage dans les zones saharienne de fait qu'il exige moins d'eau que les autres fourrages. Il se caractérise par une bonne teneur en protéines brutes qu'ils gardent même sous les conditions de salinité sévère ; il est riche en sodium et potassium. Leur richesse en protéines fait d'eux des aliments qui offrent de possibilité de réaliser de concentres riches en azote, leur disponibilité durant les périodes critiques(été et automne) fait d'eux un outil irremplaçable dans la mise en valeur pastorale des régions arides et semi arides de plus leur utilisation comme réserve fourragère réduit le pâturage.

Il est considéré parmi les espèces les plus aptes à mettre en valeur les sols pauvres et des sols salés, en réduisant le niveau de sels des sols (supportent des concentrations de chlorure de sodium voisine de celle de l'eau de mer (GRIGNON et al, 1996).

Références bibliographiques

1. **ABOURA REDDA M., 2005-** Comparaison phytoécologique des *Atriplexaies* situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse de magister, Univ. de Aboubakr belkaid-Tlemcen.
2. **Achour A., 2005-** Effet de stress salin sur la nutrition minérale chez *l'Atriplex canescens*. Thèse de Magister. Université El Senia Oran.
3. **ANNOU G., 2009-** Mécanismes adaptatifs de quelques halophytes spontanées sous deux régimes hydriques (continu et discontinu) de la cuvette de Ouargla. Thèse de magister Univ. de Kasdi Merbah , Ouargla.
4. **ASKRI H., REJEB S., JEBARI H., NAHDI H ., MOHAMED N R .,2007-** Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrullus lanatus L.*). Article scientifique / Sécheresse, Vol. 18, No.1 : 51-5.
5. **ASLOUM H., 1990-** Elaboration d'un système de production maraichère (Tomate, *lycopersicum esculentum L.*) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement t amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia Antipolis : 24-32.
6. **AUBERT G., 1983-** Observation sur les caractéristiques, la dénaturation et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cahier O.R.S.T.O.M. Service Pédologie Vol. XXX, No. 1 : 73- 78.
7. **BAIZ D., 2000-**Guide des analyses en pédologie. 2^{ème} édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206-207.
8. **BELKHEIRI O., 2007-** Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité. Thèse de doctorat, Université de Sassari.
9. **BEN AHMED H., ZIDE., EL GAZZAH M., GRIGNON C 1996-**Croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus L.* Cahiers Agricultures No.5 :367-72.
10. **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.
11. **BEZZALA A., 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 secheresse. Thèse de magister,Université El Hadj Lakhdar.
12. **BOUBAKR B., 2006-** Etude de la valeur alimentaire de la paille de blé dur de *l'Atriplex canescens* et de l'effet interactif de leur association (50/50) dans une ration chez l'ovin .Thèse Ingénieur.
13. **DJERROUDI –ZIDANE OUIZA., MOULAY B ., BISSATI S ., HADJADJ S ., 2010-** Effet du stress salin sur l'accumulation de proline chez deux espèces d'*Atriplex Halimus L.* et *Atriplex Canescens* (PUCH NUTT) Aux stades juvéniles. Univ Kasdi Merbah Ouargla. Annuelles des sciences et Technologie. Vol .2, No. 2
14. **ESSAFI N., MOUNSIF M., ABOUSALIM A., BENDAOU., BRHADDA N., 2007-** Effets du stress hydrique sur la valeur nutritive d'*Atriplex halimus L.* Revue de la Sécheresse .vol.18, No.2 : 123-8.

- 15. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION., 1971-**Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rapport technique 07 F.A.S/Tunisie.
- 16. FRANCKET et LE HOUEROU., 1971-** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique de Nord .document F.A.O. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture. p 181-182.
- 17. HALITIM A., 1988** – Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U. Alger. 384p.
10. H.C.D.S., 1996- Notice bibliographique sur quelques plantes fourragères et pastorale p8-
- 18. HOPKIN W.G., 2003-** Physiologie végétale- Traduction de la 2ed.americane par serge rambour révision scientifique de Charles- Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles .p 445-460.
- 19. KABORE-ZOUNGRANA C., DIARRA B., ADANDEDJAN C., SAVADOGO S., 2008-**Valeur nutritive de *Balanites aegyptiaca* pour l'alimentation des ruminants .LERNSE, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091 Bobo, Burkina Faso.
- 20. KHADER. ,1997-** Etude diachronique de la productivité et de la valeur nutritive de *l'Atriplex canescens* dans la région de (Zaafrane W.de Djelfa). Thèse ingénieur d'état P15.
- 21. LECLERC. J.C. ,1999-** Ecophysiologie végétale-publications univ. Saint Etienne.
15. LEMZERI H., 2006- Réponses éco physiologiques de trois espèces forestières du genre *Acacia*, *Eucalyptus* et *Schinus* (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. mölle*) soumises à un stress salin. Thèse de magister, Univ . de Mentouri Constantine.
- 22. LONGO-HAMMOUDA H F., SIBOUKHEUR O E., CHEHMA A., 2007-** Aspects nutritionnels des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie. Cahiers Agricultures. Vol. 16, No. 6 :477-83.
- 23. MEHANI M ., 2009-** Effet de stress salin sur quelques paramètres de jeunes plants d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex canescens* . Thèse de magister, Univ . de Kasdi Merbah , Ouargla.
- 24. MOULAY B., YASMINA B., 2004-** LA réponse des graines d'*Atriplex halimus L.* à la salinité au stade de la germination. Science et changements planétaires/ Sécheresse, Vol.15, No.4 :331-5.
- 25. RAHMOUNEC., MAALEM S., BENNACEUR M., 2008-** Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques du genre *Atriplex*. Écotoxicologie et stress abiotiques, Faculté des Sciences, Université Mentouri Constantine, Physiologie Végétale, INRAT, Tunis, Tunisie.
- 26. OUERGI Z., ZID E., HAJJI M., SOLTANI A., 2008** Comportement physiologique du blé dur (*Triticum durum L.*) en milieu salé. Ciheam- Options Méditerranéennes, institut national de recherche scientifique et technique, Hammamet, Tunisie.
- 27. YAAKOUB F., 2005-** Evaluation "in vitro " de la dégradation des principaux fourrages des zones arides .Thèse de magister, Univ. De El- Hadj Lakhdar,

Annexe

Annexe 01

Méthode de calcul de la capacité de rétention.

1. Calcul la capacité de rétention pour 100g de sable CR1.

P0 : poids de boîte de yaourt : 4,05g

P2 : poids de sable ; 100g

P2 : poids de sable avec la boîte après saturation ; 123,3g

$CR = p_2 - (p_1 + p_0)$

$CR1 = 123,3 - (100 + 4,05) = 19,25g = 19,25ml$

2. Calcul de la capacité de rétention CR pour le substrat / pot CR2.

100g → 19,25ml

2330g → CR2

CR2 = 448,52 ml.

3. Calcul la capacité de rétention du substrat à 30% et 60% .

- Pour 30%

448,52 ml → 100 %

CR30 % → 30%

CR30 % = 134,55 ml.

- Pour 60%

448,52 ml → 100 %

CR60 % → 60 %

CR60 % = 269,1 ml.

Annexe 02

Les tableaux de l'analyse de test de Fisher et l'analyse statistique de PPDS.

Tableau 08 : Analyse statistique de PPDS pour les cendres au niveau des tiges stressées à l'eau de mer

	T1	T2	T3
T3	0.19 N S	1.2 N S	/
T2	1.01 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 09 : Analyse statistique de PPDS pour les cendres au niveau des tiges stressées aux sels combinés

	T1	T4	T5
T5	1,11 N S	0.59 N S	/
T4	0,52 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 10 : Analyse statistique de PPDS pour la matière organique au niveau des tiges stressées à l'eau de mer

	T1	T2	T3
T3	0,19 N S	1,2 N S	/
T2	1,01 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 11 : Analyse statistique de PPDS pour la matière organique au niveau des tiges stressées aux sels combinés :

	T1	T4	T5
T5	1,11 N S	0,59 N S	/
T4	0,52 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 12 : Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des feuilles stressées à l'eau de mer :

	T1	T2	T3
T3	0,25 N S	3,01 N S	/
T2	2,76 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 13 : Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des feuilles stressées aux sels combinés :

	T1	T4	T5
T5	2,51 N S	4,16 S	/
T4	1,65 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 14 : Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des tiges stressées à l'eau de mer :

	T1	T2	T3
T3	0,84 N S	2,87 N S	/
T2	3,71 S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 15 : Analyse statistique de PPDS pour la cellulose brute au niveau des tiges stressées aux sels combinés :

	T1	T4	T5
T5	9,39 H S	11,79 H S	/
T4	2,4 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 16 : Analyse statistique de PPDS pour la matière azotée totale au niveau des feuilles stressées à l'eau de mer :

	T1	T2	T3
T3	0,59 N S	0,45 N S	/
T2	1,04 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 17 : Analyse statistique de PPDS pour la matière azotée totale au niveau des feuilles stressées aux sels combinés :

	T1	T4	T5
T5	0,05 N S	0,26 N S	/
T4	0,31 N S	/	/
T1	/	/	/

Tableau 18 : Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la cellulose brute au niveau des tiges de l'Atriplex canescens sous le stress salin :

	Analyse de variance			Test de Fisher			La signification
	Carrés d'ecart	Degré de liberté	Variance	F theorique		F	
				5%	1%	CALCUL2	
Total	656,79	29	22,65	/	/	/	/
Traitement	490,52	4	122,63	2,87	4,43	19,38	T H S
Blocs	39,69	5	7,94	2,71	4,1	1,25	N S
Erreur	126,57	20	6,33	/	/	/	/
Coefficient de variation	5,00%	/	/	/	/	/	/

Tableau 19 : Analyse de variance et le test de Fisher pour la matière organique au niveau des tiges de l’Atriplex canescens sous le stress salin :

	Analyse de variance			Test de Fisher			La signification
				F theorique		F	
	Carrés d'ecart	Degré de liberté	Variance	5%	1%	calculé	
Total	42,34	29	1,46	/	/	/	/
Traitement	14,56	4	3,64	2,87	4,43	3,14	S
Blocs	4,6	5	0,92	2,71	4,1	0,79	N S
Erreur	23,18	20	1,16	/	/	/	/
Coefficient de variation	1,10%	/	/	/	/	/	/

Tableau 20 : Analyse de variance et le test de Fisher pour les cendres au niveau des tiges de l’Atriplex canescens sous le stress salin :

	Analyse de variance			Test de Fisher			La signification
				F theorique		F	
	Carrés d'ecart	Degré de liberté	Variance	5%	1%	CALCUL2	
Total	42,34	29	1,46	/	/	/	/
Traitement	14,56	4	3,64	2,87	4,43	3,14	S
Blocs	4,6	5	0,92	2,71	4,1	0,79	N S
Erreur	23,18	20	1,16	/	/	/	/
Coefficient de variation	17,80%	/	/	/	/	/	/

Tableau 21 : Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la matière azotée totale au niveau des feuilles de l’Atriplex canescens sous le stress salin :

	Analyse de variance			Test de Fisher			La signification
				F theorique		F	
	Carrés d'ecart	Degré de liberté	Variance	5%	1%	CALCUL2	
Total	12,16	29	0,42	/	/	/	/
Traitement	4,41	4	1,1	2,87	4,43	3,31	S
Blocs	1,09	5	0,22	2,71	4,1	0,66	NS
Erreur	6,66	20	0,33	/	/	/	/
Coefficient de variation	16,40%	/	/	/	/	/	/

Tableau 22 : Analyse de variance et le test de Fisher du taux de la cellulose brute au niveau des tiges de l’Atriplex canescens sous le stress salin :

	Analyse de variance			Test de Fisher			La signification
				F theorique		F	
	Carrés d'ecart	Degré de liberté	Variance	5%	1%	CALCUL2	
Total	224,45	29	7,74	/	/	/	/
Traitement	86,63	4	21,66	2,87	4,43	3,26	S
Blocs	5,01	5	1	2,71	4,1	0,15	NS
Erreur	132,8	20	6,64	/	/	/	/
Coefficient de variation	19,00%	/	/	/	/	/	/

Annexe 03

Les photos des plantes avant et après l'application de stress salin.



Photo 01 : les plantes de *Atriplex canescens* avant l'application du stress salin.



Photo 02 : Les plantes d'*Atriplex canescens* traitées par l'eau de mer à 100% (avant le stress).



Photo 03 : Les plantes d'*Atriplex canescens* traitées par l'eau de mer à 100% (après le stress).



Photo 04 : les plantes *d'Atriplex canescens* traitées par l'eau de mer à 50% (avant le stress).



Photo 05: les plantes *d'Atriplex canescens* traitées par l'eau de mer à 50% (après le stress).



Photo 06 : les plantes *d'Atriplex canescens* traitées par Les combinés à 400 meq/l (avant le stress).



Photo 07 : les plantes *d'Atriplex canescens* traitées par Les combinés à 400 meq/l (après le stress).



Photo 08 : les plantes d'*Atriplex canescens* traitées par les sels combinés à 600 (avant le stress).



Photo 09 : les plantes d'*Atriplex canescens* traitées par les sels combinés à 600 (après le stress).

تأثير الإجهاد الملحي على التركيب الكيميائي لنبات القطف

ملخص

تحديد درجة مقاومة الملوحة ودراسة التركيب الكيميائي أجريت تجربة داخل بيت بلاستيكي على نبات القطف . التركيب الكيميائي لهذا النوع درس من خلال المعايير الآتية: (المادة المعدنية، المادة العضوية، السيليلوز الخام، المادة الازوتية)، والتي حددت كميتها في الأوراق و السيقان لنباتات ذات 04 أشهر بعد أسبوع من تطبيق الإجهاد الملحي عليها بنوعين مختلفين من المحاليل الملحية و بتركيز مختلف هما: محلول الأملاح المركبة $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ بتركيز: 1600 meq/l و 400 meq/l , و محلول ماء البحر 50% مع وجود تجربة شاهدة و التي تسقى بمحلول مغذي نوع HOAGLAND. النتائج المتحصل عليها أثبتت أن المعايير المدروسة تتأثر بالوسط الملحي الأكثر تركيز (600 meq/l) بالنسبة للعضوين في حين أن المادة الازوتية سجلت أقل معدل لها على مستوى الأوراق في المحلول الملحي (100% ماء البحر) الأوساط الملحية بصفة عامة تسبب تراكم في المادة المعدنية , و هذا يرتبط بانخفاض في المادة العضوية و تناقص في تركيب السيلسلوز الخام و المادة الازوتية. هذه النتائج تتغير بدلالة العضو المعالج و شدة التركيز الملحي. الكلمات المفتاحية: نبات القطف، الإجهاد الملحي، التركيب الكيميائي، $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$, ماء البحر، ورقلة (الجزائر).

Effet de stress salin sur la composition chimique de l'Atriplex canescens

Résumé

Afin de déterminer la tolérance au sel et d'évaluer la valeur nutritive à partir de la composition chimique, un essai a été conduit sous serre dans des pots sur une plante halophyte introduite, l'*Atriplex canescens*. La composition chimique de cette espèce a été étudiée à travers ces paramètres: matière minérale, matière organique, cellulose brute et matière azotée totale qui sont évalués sur les feuilles et les tiges des plantes âgées de quatre mois après une semaine de stress salin appliqué avec deux types de solutions salines à différentes concentrations. Une solution saline à base de sels combinés $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$, à 400 meq/l et 600 meq/l , et l'autre à base d'eau de mer diluée à 50% et non diluée à 100%, comparées aux celles des plantes témoins arrosées à la solution nutritive de HOAGLAND.

Les résultats obtenus ont montrés que ces paramètres (matière minérale, matière organique, cellulose brute) sont plus affectés par les milieux les plus concentrés à 600 meq/l , dans les deux organes alors que la matière azotée totale a enregistré des taux les plus faibles au niveau des feuilles dans le milieu salé à 100% de l'eau de mer. Les milieux salins provoquent en général une accumulation de la matière minérale liée à une diminution des taux de la matière organique, et une diminution de la synthèse de cellulose brute et la matière azotée totale; toutefois ces paramètres varient en fonction de l'organe traité ainsi que l'intensité de la contrainte saline.

Mots clés: *Atriplex canescens*, stress salin, composition chimique $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$, eau de mer. Ouargla (Algérie).

Effect of saline stress in to the chemical composition of Atriplex canescens.

Summary

To determine the salt tolerance and to assess the nutritional value from the chemical composition, a trial was conducted in a greenhouse in pots on a plant introduced halophyte, the *Atriplex canescens*. The chemical composition of this species was studied through these parameters: mineral matter, organic matter, crude fiber and total nitrogenous matter, which are measured on the leaves and stems of plants older than four months after one week of salt stress applied two types of salt solutions at different concentrations. Saline solution containing salts combined $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ at 400 meq/l and 600 meq/l , and the other based on sea water diluted to 50% and 100% undiluted, compared with those of plants watered witnesses to the nutrient solution of Hoagland.

The results have shown that these parameters (mineral, organic matter, crude fiber) are more affected by the media more concentrated than 600 meq/l in both organs, while the total nitrogenous matter has recorded the lowest in the leaves in the salty environment of 100% sea water

Saline environments generally cause an accumulation of mineral matter associated with decreased levels of organic matter, and a decrease in the synthesis of crude fiber and total nitrogenous matter, however these parameters vary depending on the organ treated and that the intensity of salt stress.