

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie et Environnement

Thème

**Effet de la salinité sur la croissance des plantules de
l'*Anabasis articulata* (Amarantaceae)**

Présenté par : BELAOUDMOU Chaima et LAKEHAL Soumia

Soutenu publiquement le :

12/07/2021

Devant le jury :

Dr. HADJADJ S.	MCA	Présidente	U.K.M.Ouargla
Dr. TRABELSI H.	MCA	Promotrice	U.K.M.Ouargla
Dr. KHERRAZE M.H.	MRB	Co-Promoteur	C.R.S.T.R.A, Touggourt
Dr. HANNANI A.	MCB	Examinatrice	U.K.M.Ouargla

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

*Nos vifs et sincères remerciements s'adressent tout particulièrement à notre Université
Kasdi Merbah Ouargla,
qui nous a procurée une bonne formation.*

Nous présentons nos sincères remerciements avec nos profonds respects à notre encadreur

M. TRABELSI Hafida pour nous avoir proposée ce sujet, d'avoir offrir l'opportunité de réaliser ce travail et de bien vouloir Accepter de le diriger avec beaucoup de compréhension.

*Nous remercions aussi notre Co-encadreur **M. KHERRAZE Mohammed EL Hafed.** Pour son aide, ses orientations, et ses conseils.*

Nous remercions les membres du jury d'avoir accepté de lire et d'évaluer ce mémoire.

*Nos Plus vifs remerciements vont à Mme **HADJADJ** pour Avoir accepté de présider ce Jury.*

*Nous remercions également Mme **HANNANI**, pour avoir accepté de faire partie de notre jury et d'examiner notre travail.*

*Nous remercions les responsables et l'ensemble du personnel le laboratoire de **CRSTRA** station biophysique de Touggourt.*

Enfin nous remercions aussi toutes les personnes Qui nous ont apportées leur Soutien et qui ont Contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BELAOUDMOU et LAKEHAL

Dédicaces

Je remercie tout d'abord le bon dieu tout puissant qui m'a donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste travail :

A ma très précieuse mère: Mabrouka

A mon très cher père: rachid

*A mes très chères frères : Att-allah,
Abdelkader Belkasem et khair -eldin
, Noufel*

A mes très chères sœur : Kenza et Manal,

*A ma grande mère et grande père, A mes
tous tantes et mes tous oncles.*

*Je n'oublie pas ma binôme Chaïma et mes
amies : chahra, sonia, hafida, Nadjia, fatiha
et maïssa.*

A toute la famille lakehal

♦ A tous ceux que je porte dans mon cœur

Lakehalsoumia

Dédicaces

Je dédie ce Modest travail :

*A ma chère et tendre mère ferraha, source
d'affection de courage et d'inspiration qui a
autant sacrifié pour me voir atteindre ce
jour.*

*A mon père lazharí source de respect, en
témoignage de ma profonde reconnaissance
pour tout l'effort et le soutien incessant qui
m'a toujours apporté.*

*A mes adorables frères : Mohammed hafed et
Adel*

*A mes jolies sœurs : Djamila, Sabah, ghanía,
khedra, Hadjer, Maríya , Rayane*

A mes oncles mes tantes A toutes mes copines

Je n'oublie pas ma binôme Soumia

Belaoudmou chaïma

Liste des abréviations

NFA : Nombre de feuilles avant traitement

NRA : Nombre de rameaux avant traitement

LRA : Longueur de rameaux avant traitement

LTA : Longueur de tiges avant traitement

SFA : Surface foliaire avant traitement

NFP : Nombre de feuilles après de traitement

NRP : Nombre de rameaux après traitement

LRP : Longueur de rameaux après traitement

LTP : Longueur de tiges après traitement

SFP : Surface foliaire après traitement

TE : la teneur en eau.

MSR : matière sèche racinaire.

MSA : matière sèche aérienne.

TER : teneur en eaux racinaire.

TEA : teneur en eau aérienne.

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Station d'étude	13
2	<i>Anabasi sarticulata</i> au stade de fructification	14
3	L'espèce <i>Anabasis articulata</i>	14
4	les graines de l' <i>Anabasis articulata</i> (forssk.)	15
5	Lavage et lessivage du sable par l'eau filtrée	16
6	séchage du sable sous serre	16
7	mesuré longueur des feuille	19
8	mesuré longueur de tigelle	19
9	mesuré la longueur des rameaux	19
10	lessivage le plant	20
11	s'échange plantule	20
12	coupé les parties	20
13	Comparaison des plants de l' <i>Anabasis articulata</i> selon les différents traitements	23

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes de type incluser ou excluser (Aurélie Levignon et <i>al.</i> , 1995).	10
2	Effet de stress salin sur le nombre des feuilles avant et après traitement de l' <i>Anabasis articulata</i>	24
3	Effet de stress salin sur le nombre de rameaux avant et après traitement de l' <i>Anabasi sarticulata</i>	26
4	Effet de stress salin sur la longueur des rameaux avant et après traitement de l' <i>Anabasis articulata</i>	27
5	Effet de stress salin sur la longueur de tige avant et après traitement de l' <i>Anabasis articulata</i>	28
6	Effet de stress salin sur la surface foliaire avant et après le traitement de l' <i>Anabasis articulata</i>	29
7	Effet de stress salin sur la longueur des racines après le traitement de l' <i>Anabasis articulata</i>	30
8	comparaison entre la biomasse sèche racinaire et la biomasse sèche foliaire	31
9	comparaison entre la teneur en eau racinaire et la partie aérienne	32

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Quantité du NaCl pour chaque concentration	18

Liste des annexes

Annexe1 : Tableau (1) Capacité de rétention d'eau du sol

Annexe 2 : Tableau (2) Quantité d'eau à apporter à chaque traitement pour le sol sableux

Annexe 3 : Tableau (3) Quantité d'eau à apporter à chaque traitement pour le sol sableux plus le terreau

Annexe 4 : Etape d'expérimentation pratique

Table des matières

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction..... 02

Chapitre I : Recherche bibliographique

I. Aperçu générale sur la salinité..... 05

I.1.Définition de stress 05

I.2.Type de stress..... 05

I.2.1Stress biotique..... 05

I.2.1Stress abiotique..... 05

I.3.Définition la salinité..... 05

I.4.Origine des sols salé 06

I.4.1. Salinisation primaire 06

I.4.2. Salinisation secondaire 06

I.5.Stress salin..... 06

I.6.Effet de salinité sur la physiologie des plantes 07

I.6.1Effet de salinité sur la croissance 07

I.6.2Effet salinité sur le développement..... 08

I.6.3. Effet sur la salinité sur la photosynthèse..... 08

I.7.mécanime de la tolérance la salinité 08

I.7.1. Exclusion 09

I.7.2. Inclusion	09
I.8.mécanisme adaptation chez le plante	10
I.8.1. Adaptation morphologie	11
I.8.2.adaptation physiologie	11
<i>chapite II Matériel et méthodes</i>	
II.1.Objectif	13
II.2.Choix de l'espèce	13
II.3. Matériel végétale	13
II.3.1.Présentation de l'espèce	13
II.3.2.Habitat	14
II.3.3.Répartition.....	14
II.3.4.Période de végétation	14
II.3.5.Propriétés et usages thérapeutiques.....	14
II.4.Méthodologie de Travail.....	15
II.4.1.Collecte des graines	16
II.4.2.échantillonnage du sol	16
II.5.dispositif expérimentale	16
II.5.1.Préparation substrat du culture	16
II.5.2.Préparation du culture	17
II.5.3.déterminer la capacité de rétention	17
II.5.4.préparation solution salin	17
II.5.5.aplication de stress.....	18
II.5.6. Déterminé la salinité du sol.....	18
II.6.paramètre étudié	18
II.6.1.Paramètre morphologie.....	18
II.6.1.1.Longueur et nombres des feuille.....	18

II.6.1.2.longueur tige et racine.....	20
II.6.1.3.Longueur et nombres des rameaux.....	20
II.6.1.4. Biomasse aériennes et racinaire	20
II.6.2.1. Teneur en matière sèche et la teneur en eau.	20
...Analyse statistique	20
chapitre III : Résultat et discussion	
III.1.paramètre morphologie	23
III.1. Comparaison de paramètre par rapport aux traitements	23
III.1.1. Effet la salinité sur les nombres des feuilles avant et après le traitement	23
III.1.3. Effet la salinité sur la nombre des rameaux avant et après le traitement	25
III.1.4. Effet la salinité sur longueur des rameaux avant et après le traitement	27
III.1.5. Effet la salinité sur la longueur de tige avant et après le traitement	28
III.1.6. Effet la salinité sur la surface foliaire avant et après le traitement	29
III.1.2. Effet la salinité sur les nombres des avant rameaux et après le traitement	30
II.3.1. Comparaison entre la biomasse sèche de la racinaire et partie aérienne	31
II.3.1. Comparaison entre la teneur en eau la racinaire et aérienne	32
conclusion	35
références bibliographie	36



Introduction

Introduction

Dans les zones arides et semi- arides, la salinité des sols est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (**AL-KARAKI., 2000 ; BAATOUR et al. 2004**).

La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes (**ABDEL-KADER et SALEH., 2002**) ; à la différence des glycophytes qui ne sont pas capables de supporter la présence de sel, les halophytes poussent mieux sur un sol riche en sel (**CALU., 2006**). Elles déclenchent des mécanismes de tolérance qui contribuent à l'adaptation au stress osmotique et ionique provoqué par la salinité élevée (**LEE et al. 2008**).

La réponse au sel des espèces végétales, dépend de l'espèce même, de la concentration en sel, et du stade de développement de la plante. Les réponses des plantes au stress salin ont été étudiées par l'usage des approches anatomiques, écologiques, physiologiques et moléculaires (**WANG et al., 1997**).

Le sodium est un élément important pour la croissance des halophytes, il participe dans le processus de la photosynthèse, l'ajustement osmotique et maintien le gardaient de potentiel de l'eau (**AHMAD et SHARMA,2010 ; JOSHI et al.,2015**).

En outre, bien qu'il ait été proposé que les deux cations Na^+ et Cl^- sont impliquée dans l'ajustement osmotique des halophytes en réponse la forte salinité du sol, les ions Na^+ contribuant plus efficacement que les ions Cl^- pour assurer cette fonction (**RAMOS, 2004**)

Dans les écosystèmes fortement salés, les halophytes évoluent naturellement ; néanmoins, au cours de leur développement diverses espèces expriment des degrés différents dans la tolérance à la salinité (**BELKHODJA et BIDAI, 2004**). La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes. A la différence des glycophytes, les halophytes se développent mieux sur un sol riche en sels (**NIU et al, 1995**). Ces plantes, tolèrent non seulement des hauts niveaux de salinité dominée par la richesse en sodium et en chlore, mais la présence de sels dans le milieu de culture est nécessaire pour leur croissance et leur développement (**FLOWERS et al, 1986 ; HASEGAWA et al, 2000**).

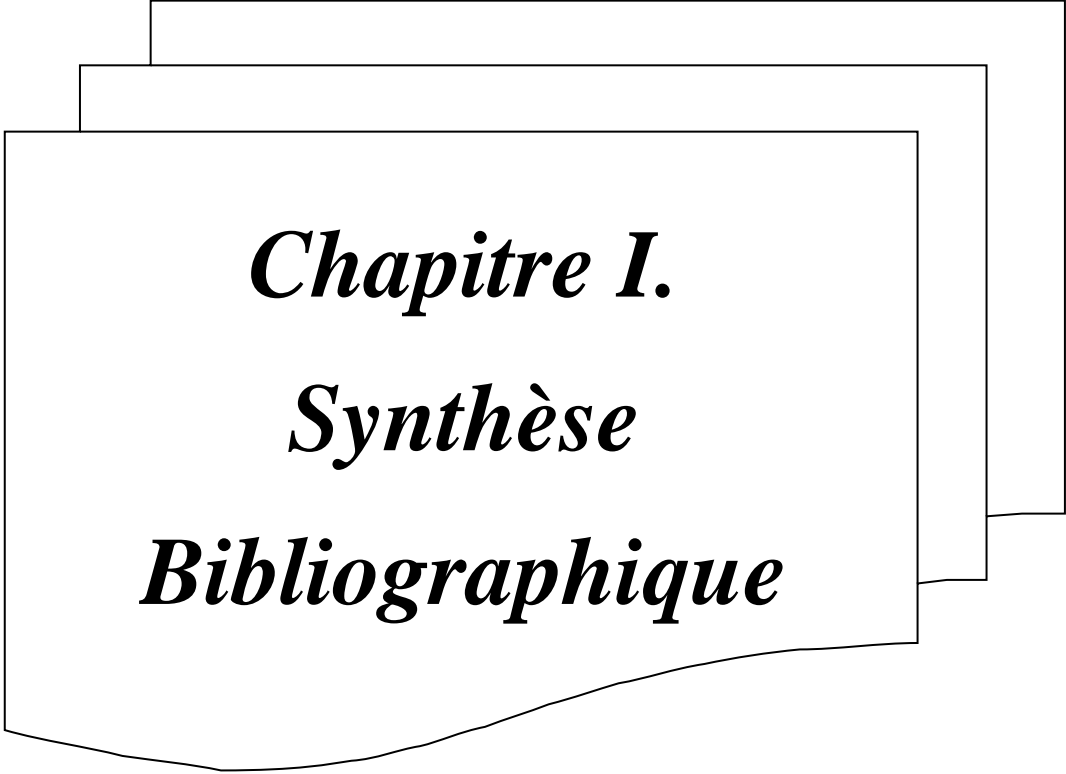
Introduction

Les Amaranthaceae est une famille comprend plus de 800 espèces répartit en environ 75 genres. La plupart des espèces des Amaranthaceae contient des annuelles, des arbustes et des plantes vivaces (**GUDRUNKADEREITet al., 2003**), ils sont Parmi les familles représentées au Sahara septentrional algérien et plus précisément dans la région du sud-est, les espèces de cette famille telle que « *Anabasis articulata* » représentantes une résistance au climat difficile de la région passe par le développement de stratégies d'adaptation (**HOUARIet al., 2013**). Généralement les adaptations des plantes désertiques portent sur la réduction de la surface foliaire, la diminution de la vitesse, et la constitution de réserve d'eau à l'intérieur des tissus (**OZENDA, 1977**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui a pour objectif d'étudier la réponse de l'espèce *Anabasis articulata* à la salinité au stade de croissance.

C'est pourquoi, nous avons posé les interrogations suivantes :

- Ya-t-il un effet de salinité sur la croissance de l'espèce étudiée ?
- A quelle concentration l'espèce peut résister ?



Chapitre I.
Synthèse
Bibliographique

I. Aperçu général sur le stress salin

I.1. Définition du stress

Les plantes sont souvent confrontées à des conditions environnementales défavorables que l'on peut dénommer « stress ». Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements dans les processus physiologiques remplacer par : entraînant éventuellement dégâts, dommages, des blessures, des inhibitions de croissance ou de développement (DOUMI, 2015). La réaction de la plante dépend de ses limites écologiques (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et des facteurs génétiques (espèce et génotype). Le stress est la rupture (interruption de la péréquation) livrée dans un être vivant, par exemple par une insuffisance (BOUGERRA et SAKER, 2017).

I.2.Types de stress

Les plantes sont souvent exposées à des conditions naturelles défavorables et qui peuvent être de deux types distinctes

I.2.1. Stress biotique

Le stress biotique est causé à l'interaction de la plante avec d'autres organismes tels que les champignons, les insectes, les bactéries, les virus et les animaux. Ces organismes pathogènes infectant les plantes et en particulier les cultures maraîchères vont affecteront la croissance et le rendement et pourraient être à l'origine de leur mort (BEN HASSENA, 2009).

I.2.2- Stress abiotique

Le stress abiotique est principalement dû à des facteurs environnementaux tels que la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité etc. Il entraîne des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui réduisent la croissance et la productivité (SERRANO et *al.*, 1999).

I.3- Définition de la salinité

La salinité est l'accumulation de sels solubles dans le sol ou à sa surface (NASRI, 2014). Selon plusieurs auteurs, La salinité est définie comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (MAHROUZ, 2013). La salinisation est le phénomène d'accumulation de sels solubles (en particulier de sodium) à

la surface du sol et dans la zone racinaire, provoquant des effets néfastes sur les plantes qui induiront une diminution des rendements et une stérilisation du sol (MERMOURD,2001).

I.4- Origine des sols salés

D'après CHERBUY (1991), la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dite salinisation primaire, et anthropique induite par des activités agricoles comme l'irrigation ou l'utilisation de certains types d'engrais que nous appellerons secondaire.

I.4.1-Salinisation primaire

La salinisation primaire résulte de la présence naturelle relativement concentrée de sels à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens de sels des mers et océans (STENGEL*et al.*, 2009)

I.4.2-Salinisation secondaire

Le phénomène de la salinisation secondaire lié à l'irrigation constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer correctement (STENGEL *et al.*, 2009). Cette salinisation résultant des activités humaines, notamment à l'irrigation se traduit par une accumulation de sels avec des effets sur les propriétés chimiques, physiques (dispersion des argiles, instabilité structurelle) et biologiques (effet sur le développement des plantes par pression osmotique (CHEVERRY et RBERT, 1998).

I.5- Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na⁺ et Cl⁻ (MIDOUN et KADRI, 2015).

Le stress salin est dû à la présence de grandes quantités de sels. Il réduit considérablement la disponibilité de l'eau pour les plantes, ce que l'on appelle un milieu "physiologiquement sec" (TREMBLIN, 2000). D'après TORRECILLAS *et al.* (1994) et TAHRI (2017), le stress salin intervient au moins par trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

- Stress hydrique : une forte concentration de sel dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau, ce qui provoque un déficit hydrique et une perte de turgescence ;

- Stress ionique : la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique ;
- Stress nutritionnel : des concentrations trop élevées de sel dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale. En particulier, vis-à-vis des transporteurs Ioniques cellulaires, le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, les chlorures avec le nitrate, le phosphate et le sulfate.

I.6. -Effet de la salinité sur la physiologie de la plante

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes, ces effets se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisée par la faible ramification, le petit diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre des feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Une diminution des poids de matière fraîche et sèche a également été démontrée (NASRI, 2014). En plus que l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous la forme d'une nécrose marginale, suivi d'une perte de turgescence, d'une chute des feuilles et finalement de mort de la plante (ZID, 1982).

I.6.2. Effet de la salinité sur la croissance

L'exposition des plantes au stress salin habituellement avec l'exposition des racines a ce stress. Étant donné, que la salinité dans le sol affecte la disponibilité des éléments nutritifs et de l'eau, en créant un stress osmotique, c'est la sécheresse physiologique, en provoquant une réduction générale de croissance et la photosynthèse des plantes (MUNUS et TESTER, 2008). Cependant, le phénomène d'inhibition de la croissance est d'après MUNUS et al. (2006) due à deux raisons, tout d'abord, la présence de sel dans la solution de sol qui réduit la capacité des plantes d'absorber l'eau, et cela a conduit à une croissance plus lente, par effet osmotique ou un déficit hydrique et à des quantités excessives de sel dans le flux de transpiration qui endommage les cellules foliaires responsables de la transpiration qui réduit encore la croissance.

I.6.3- Effet de la salinité sur le développement

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement, en général la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces ainsi que la taille des fruits (KHAN et *al.*, 1997).

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration sel augmente, le stress salin entraîne également une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (TADRENT, 2012).

I.6.4. Effet de la salinité sur la photosynthèse

Le développement des plantes est le résultat de l'intégration et la régulation des processus physiologiques dont le plus dominant est la photosynthèse. La croissance du végétal, autant que la production de biomasse est une mesure nette de la photosynthèse. En effet la photosynthèse est fortement affectée par les stress environnementaux tels que le stress salin, qui cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse. Les effets à court terme se manifestent après quelques heures jusqu'à un à deux jours de l'exposition au stress, et la réponse est importante ; il y a complètement arrêt de l'assimilation du carbone. L'effet à long terme s'exprime après plusieurs jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement (MIRYAM, 2017).

I.7. Mécanismes de résistance à la salinité

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans Des conditions de stress salin (PIRI et *al.*,1994). Les plantes développantes plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plantes (BERTHOMIEU et *al.*,2003). Chez les plantes sensibles au NaCl, s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « excluder ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites « incluser » car elles ont en général des feuilles plus chargées en Na⁺ que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (HAOUALA et *al.*, 2007).

I.7.1. Exclusion

La plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. La présence de l'endoderme dans les racines ainsi que le transport sélectif, leur permet d'absorber les ions Na^+ nutritifs utiles et de réexcréter les ions (GENOUX et al., 1991).

Quelques halophytes peuvent empêcher l'absorption excessive de sel par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige. Dans ce cadre, la sortie de Na^+ des vaisseaux du xylème en échange d'une entrée de K^+ venant des cellules parenchymateuses du xylème et du parenchyme avoisinant, joue un rôle important dans la tige et les racines (LUTTGE et al., 2002).

I.7.2 Inclusion

La plante retient 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 est alors 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). Ou excrété par des glandes vers l'extérieur (ALEM et AMRI, 2005). L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-} et H_2PO_4^- sont maintenus contre leur gradient (HOPKINS, 2003). fig(1)

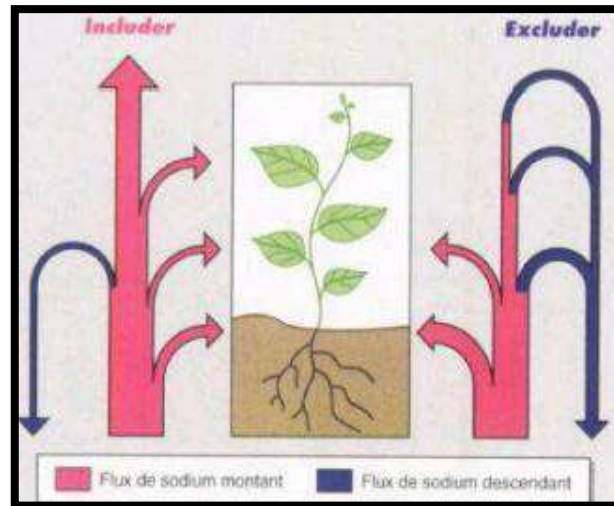


Figure 1 : Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes de type incluser ou excluser (AURELIE LEVIGNON et al., 1995).

Chez les plantes de type incluser, les flux de sodium sont essentiellement axendants (en rose) Et le sel est accumulé dans la parties aériennes. Chez celles de type excluder, la plus grande partie des sodiums véhiculé vers les feuilles est réexporté vers les racines via le phloème (en bleu). Les intensités relatives des flux sont symbolisées par la largeur des traits.

I.8. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité

La tolérance à la salinité est l'habilité des plantes à croître et compléter leur cycle de vie sur un substrat contenant une forte concentration en sel soluble. Les plantes développent un nombre important de mécanismes morphologiques, biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin (BENSAADI, 2011).

I.8.1. Adaptations morphologiques

La structure et la morphologie des halophytes sont adopté dans le sens de l'économie de l'eau les caractères sont liée à cette adaptation sont une cuticule épaisse, Des stomates rares (heller et al., 1998), Des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de NaCl, Des racines très développées, Une diminution de la surface foliaire. Et des cellules a grandes vacuoles permettant de stocker de NaCl (Gaza aguire et., al 2015) c'est adaptation joue un rôle crucial dans la conservation de l'eau pour la croissance des plantes vivantes dans des milieux salins.

Une augmentation de la succulence des feuilles ou des tiges est très répandue chez les halophytes comme les feuilles des *suaeda* qui deviennent épaisses ou cylindriques permettent de mitiger l'effet toxique et osmotique des ions par dilution (DAJIC, 2006), qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules pour constituer des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire (RAACHE et KARBOUSSA, 2004).

I.8.2. Adaptation physiologique

La tolérance à la contrainte saline est associée à des caractéristiques physiologiques essentielles. En effet, elle est basée sur une utilisation efficace des ions Na⁺ et Cl⁻ dans le vacuolaire de Na⁺ et Cl⁻ au niveau des feuilles, une sélectivité d'absorption et de transport en faveur de K⁺ malgré l'excès de Na⁺ dans le milieu de culture.

➤ Répartition et accumulation des ions dans les plantes

Les halophytes sont adaptées pour vivre dans les milieux salins en développant un système de transport entre les cellules parenchymateuses et les vaisseaux de xylème, cela est caractérisé par une forte capacité d'absorption et d'accumulation préférentielle de chlorure de sodium dans les feuilles, Ainsi plus de 90% de Na sont accumulés au niveau des organes aériens dont au moins 80% dans les feuilles (FLOWERS et al., 1977; TESTER et BACIC, 2005)

L'ajustement ionique est un autre moyen développé par les plantes, afin de réduire et d'équilibrer la concentration d'ions, et par conséquent ajuster la pression osmotique au niveau du cytoplasme (SAIRAM et TYAGI, 2004). Selon Munns et Tester (2008), cet ajustement peut être assuré par une augmentation des concentrations de potassium, outre celle des composés osmotiques compatibles. Par ailleurs, le potassium joue également un rôle dans le contrôle de la turgescence cellulaire (SAIRAM et TYAGI, 2004).

I.8.2.1. Compartimentation vacuolaire

La compartimentation des ions est l'un des mécanismes d'adaptation à la contrainte saline les plus efficaces pour éviter la toxicité de Na⁺ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme. 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 est alors 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 (HANANA et al., 2011 ; EL MADIDI *et al.*, 2003).

Chez les halophytes le compartiment de NaCl au niveau des vacuole représente le principal mécanisme de détoxification de sel de sorte que leur concentration dans le cytoplasme sont maintenus dans les limites tolérables (SUBUDH et BAISA ,2011).

I. 9. Propriétés et usages l'espèce de *Anabasis articulata*

I.9.1. Utilisation pastorale : C'est une plante très appréciée par les dromadaires. Elle est aussi broutée par les chèvres (CHEHMA,2006).

I.9.2. Utilisation thérapeutique : Les parties aériennes sont utilisées en décoction et sous forme de cataplasme pour soigner les dermatoses, les maladies de la peau (eczéma), les maux de la tête et la fièvre (HAMMICHE et MAIZA, 2006). D'autres propriétés cholinergiques ont été aussi signalées chez cette espèce (TILYABAEV et ABDUVAKHABOV, 1998).

I.9.3. Utilisation médicinale : Grâce à ces vertus précieuses, *Anabasis articulata* comme d'autres plantes de la famille des Amaranthaceae est, largement, employée en médecine traditionnelle algérienne contre le diabète (KAMBOUCHE et al., 2009).

I.9.4. Utilisation biotechnologique : D'autres propriétés cholinergiques ont également été signalées chez cette espèce. Leurs tiges ont été écrasées et utilisées comme savon (TILYABAEV et ABDUVAKHABOV, 1998).

I.9.5. Utilisation écologique : l'*Anabasis articulata* comme d'autre plante psammohalophte, sont utiliser pour restauration à entreprendre dans les sols dégradés et comme lutte biologique pour la fixation des dunes et contre l'avancée du sable par le vent (TRABELSI et KHERRAZE., 2020).



Chapitre II.
Matériel et méthodes

II.1. Objectif

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet du stress salin sur la croissance d'une halophyte spontanée du Sahara septentrional algérien, *Anabasis articulata*, face à différentes concentrations du NaCl.

II.2. Choix de l'espèce

En plus de ses intérêts sur le plan écologique, pastoral, thérapeutique ; le choix de l'espèce s'est basé, essentiellement, sur la disponibilité des graines de cette espèce dans la région d'Oued Righ (station de GOUG).

II.3. Matériel végétal

II.3.1 Présentation de la station étudiée

Pour réaliser notre étude, nous avons utilisé les graines de l'*Anabasis articulata* (Photo 1), collectées de la station Goug de la région Oued righ (32,812410Nord, 5,872965 Est.), en Janvier 2021.



Photo 1 : Station d'étude

II.3.2. Présentation de l'espèce étudiée

- **Nom scientifique** : *Anabasis articulata* (forssk.)
- **Famille** : Amaranthaceae
- **Nom vernaculaire** : Baguel



Photo 2: L'espèce *Anabasis articulata*

Photo 3 : *Anabasis articulata* au stade de fructification

Anabasis articulata est une halophyte spontanée vivace, communément appelée Adjrem ou Baguel (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006) qui peut dépasser deux mètres de hauteur, c'est une espèce endémique saharienne avec un buisson bas, une souche épaisse et tortueuse, de couleur verte bleuâtre très clair (Photo2) (OZANDA,1991). Les rameaux articulés et presque sans feuilles, pendant les périodes de grande sécheresse les rameaux sont caduques et tombent au pied de la plante. Les feuilles opposées ont une partie libre très courte, obtuse ou terminée par une pointe blanchâtre. Les fleurs blanches rosées sont isolées à l'aisselle de chaque feuille (OZAND,1983). Le fruit est entouré par trois ailes dues à la dilatation de trois de ces sépales (Photo 3) (OZANDA,1991). Cette espèce est commune dans les sols pierreux de tout le Sahara, jusqu'au Sahara méridional (OZENDA,2004).

Milieu naturel : elle pousse généralement sur le sable grossier, un peu partout dans le plateau de l'Oued Righ (KHERRAZE *et al.*, 2010).

II.3.3. Période de végétation

Floraison en novembre-décembre (QUZEL et SANTA, 1962-1963 ; CHEHMA *et al.*,2006).

II.4. Méthodologie de Travail

II.4.1 Collecte des graines

a été collecte 15/1/2021 Les fruits ont été collectés à partir de différents individus directement de plantes mères, ils ont été collectés dans la période où elles sont matures

(Morphologiquement) et prêtes à être collectés. Les graines (Photos 4) ont été extraites du fruit au laboratoire et conservées dans des boîtes hermétiques jusqu'à leur utilisation.



Photo 4 : Graines de l'*Anabasis articulata*

II.4. 2Etudedu sol

II.4.2.1. Avant le traitement

Le prélèvement du sol a été effectué directement sous-plantes mères au niveau de la station étudiée, de dix différents individus.

II.4.2.2. Étude de la salinité du substrat

La température (C°), le total des solides dissous (TDS) et la conductivité électrique (CE) des extraits (p/v ; 1/5) sont préparés à partir des substrats (2/3sol +1/3 terreau) échantillonnés des pots en sel (T1, T2, T4, T3, T5, T6) après le traitement est mesurés dans laboratoire à l'aide d'un appareil multi paramètres.

II.5. Dispositif expérimental

Le dispositif adopté durant notre expérimentation comprend 06 lots (traitements) et chaque traitement est constitué d'une série de 6 pots (répétitions). Le traitement T0 correspond aux témoins : 1. Sable de la station d'étude et 2. Mélange du sable et de terreau ; et les autres correspondent aux différents traitements appliqués avec NaCl, dont 36 répétitions par traitement.

II.5.1Préparation du substrat de culture

Nous avons utilisé le sable provenant de la station de Goug (station d'étude) comme substrat de culture ; ce sable était, préalablement, tamisé à 2 mm pour éliminer,

éventuellement, les débris des végétaux et animaux, ensuite, nous avons mesuré sa conductivité électrique (CE) et son pH afin d'avoir une idée sur son degré de salinité.

Le sable a été lavé plusieurs fois à l'eau filtrée et séché pendant 3 jours dans une serre pour utilisation ultérieure photo (5) et (6).



Photo 5 : Lavage du sable par l'eau filtrée



Photo6 : Séchage du sable sous serre

II.5.2 Préparation de la culture

Les graines utilisées sont sélectionnées, afin de choisir celles qui sont à peu près de la même taille, forme et même couleur et celles qui sont saines (morphologiquement). Les graines ont été semées le 28-01-2021 dans des godets remplies de terreau et arrosées par l'eau distillée chaque 48heurs pendant 15 jours. Le but de cette étape est de produire des plants.

Après 15 jours de l'expérience et lorsque les plants ont atteint le stade de trois à quatre feuilles, ceux les plus vigoureux ont été transplantés dans des pots en plastique

Afin de faciliter le drainage, le fond des pots a été tapissé avec une couche de gravier (de 2 cm) (Photo 7), lavé avec de l'eau filtrée pour éliminer toute éventuelle trace de sel. Ces pots ont été remplis par un substrat de culture (de 3,3Kg), d'un mélange de sable et de terreau (2V/V) et placées en serre. Cette valeur de poids est retenue pour déterminer la capacité de rétention de ce substrat et calculer par la suite la quantité d'eau nécessaire à apporter lors des irrigations.

Tous les pots ont été installés sous abri serre de la station Biophysique de Touggourt, C.R.S.T.R. Apendant 04 mois (depuis le 28Janvier jusqu'au 5Juin 2021). La température de la serre oscillait entre 15 et 35°C (maximum 45°C) par jour, qui se rapproche de l'amplitude thermique naturel de notre milieu d'étude.

II.5.3L'arrosage

Avant de réaliser l'arrosage des pots, nous avons calculé la capacité de rétention en eau (CR). La capacité de rétention en eau est donnée par la formule :

$$CR = \frac{Poids\ du\ sol\ humide(P1) - Poids\ du\ sol\ sec(P2)}{Poids\ du\ sol\ sec(P2)} \times 100 \text{ (Aubert, 1978)}$$

Les pots ont été arrosés de 100 % de la capacité de rétention, dont elle est pesée toute les 48 heures (cf. Annexe N° ..1.).

II-5-4 Préparation des solutions salines

Les solutions salines sont obtenues par l'addition de chlorure de sodium (NaCl) à l'eau filtrée (P/V), dont les proportions sont indiquées dans le tableau I.

Tableau I : Différentes concentrations des solutions salines

	C₀	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆
Concentration(mM)	0	50	100	150	200	250	300
Concentration (g/l)	0	.3	6	9	12	15	18

II. 5.6 Application du stress

Après 3mois de l'expérience, nous avons appliqué le stress salin aux jeunes plants de l'espèce étudiée. Il se répartit en 6 traitements avec 6 répétitions pour chaque traitement.

II.6 Paramètres étudiés

Après 95 jours de culture, huit paramètres ont été mesurés dans différentes conditions de stress salin. Les caractères retenus se rapportent au développement végétatif des plants avant et après l'application du stress, à savoir :

II.6.1. Longueur et nombre de feuilles

Afin d'évaluer la croissance des plantes vis-à-vis les différentes concentrations en NaCl, des mesures de longueur et de largeur de feuilles à l'aide d'une règle graduée

(Photo 7) et comptage du nombre de feuilles ont été effectués à partir de jeunes plants représentatifs, par concentration.



Photo 7 : Mesure de la longueur de feuilles

II.6.2. Compte la surface foliaire la formule suivante

Les longueur et les largeur 2 jours pour avant et après le traitement par NaCl , la surface sont calculé classiquement par le produit longueur x largeur x0.75 (BONHOMME et al 1982)

II.7.2. Longueur de tiges et longueur de racines

Afin d'évaluer l'effet du NaCl, avant et après l'application du stress, nous avons mesuré la longueur de tiges (Photo 8) et de racines de trois jeunes plants représentatifs.



Photo 8 : Mesure de la longueur de tige à l'aide d'une règle graduée

II.7.3. Longueur et nombre de rameaux

Afin d'évaluer l'effet du stress salin sur la croissance des plants, la longueur et nombre de rameaux de 03 jeunes plants ont été mesurés à l'aide d'une règle graduée.

II.7.4. Biomasse aérienne et racinaire

A la fin de l'expérience, trois jeunes plants ont été déposés soigneusement, pour garder le maximum de masse racinaire, la partie racinaire a été lavée à l'eau (photo 10) pour éliminer les particules indésirables du substrat de culture puis séchée soigneusement

Par le papier absorbant (Photo 11). La partie aérienne a été séparée du système racinaire à l'aide d'un ciseau au niveau du collet (Photo 12).



Photo10 : Lavage de la partie racinaire



Photo11 : Séchage des plants sur Le papier hygiénique



Photo 12 : Découpage la partie aérienne de la partie Racinaire

II.7.5. La teneur en matière sèche et la teneur en eau (TE)

Au début, chaque boîte en aluminium vide a été pesée (P0) et le poids initial a été enregistré. Ensuite, chaque partie de la plante a été pesée avec sa boîte correspondante (P1) réalisée pour chaque traitement avec trois répétitions. Les boîtes ont été placées dans une étuve réglée à 105°C pendant 24 heures. Après cette période, les boîtes ont été placées dans un dessiccateur pendant au moins 45 minutes pour refroidir dans une atmosphère sèche (Pas d'humidité), puis elles ont été extraites pour être à nouveau pesées (P2). Le calcul de la matière sèche et de la teneur en eau a été obtenu selon la formule de Coulibaly (2014) :

$$MS\% = \frac{(P0 - PS) - P0}{(P0 - PF) - P0} * 100$$

$$TE\% = 100 - \%MS$$

II.9. Analyse statistique

Les analyses de variance (One-Way ANOVA) et les différentes corrélations ont été réalisées par Statistica 8. Le test de Newman-Keuls montre l'égalité des moyennes entre les concentrations des pots en sel et formation des groupes.



Chapitre III.

***Résultats et
discussion***

Dans cette étude, il nous a paru intéressant d'élucider quels sont les effets, sur la croissance de jeunes plants de l'*Anabasis articulata* soumis à différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl). Nous nous sommes intéressées aux paramètres biométriques tels que les longueurs des tiges et des racines, le poids sec des parties aériennes et des racines et le nombre de feuilles leurs rapports respectivement ainsi que la surface foliaire, et les rameaux, La photo 13 montre l'état des plants à la fin de l'expérience. Les variations observées sur ces paramètres biométriques sont illustrées ci-dessous.

Les constats visuels, montrent l'action favorable du chlorure de sodium (NaCl) sur la croissance. Les plantes témoin plus petites en dimension avec moins de feuilles, bien que celle exposées au stress étaient moins affectées sévèrement dont elles poursuivent leur croissance.

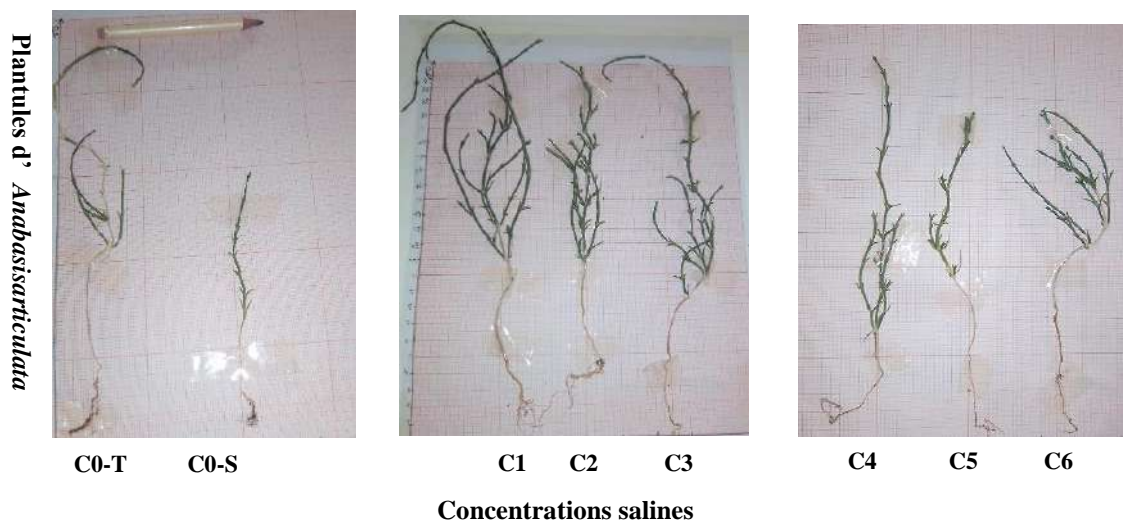


Photo13 : Comparaison des plants de l'*Anabasis articulata* selon les différents traitements

III.1. 1. Effet du stress salin sur les paramètres étudiés

III.1.2. Effet de stress salin sur le nombre de feuilles

La figure 07 présente le nombre des feuilles avant et après le traitement durant 12 jours pour chaque période, l'analyse de la variance (One-Way ANOVA) montre qu'il y a une variation très hautement significative entre les paramètres avant et après le traitement ($F(14;554) = 7.6155$; $p < 0.0001$), tandis que l'effet de salinité apparut dans le T4 (12g/l),

Où on a enregistré une diminution de nombre des feuilles après le traitement par apport aux autres avec une moyenne de $16,47 \pm 2,92$

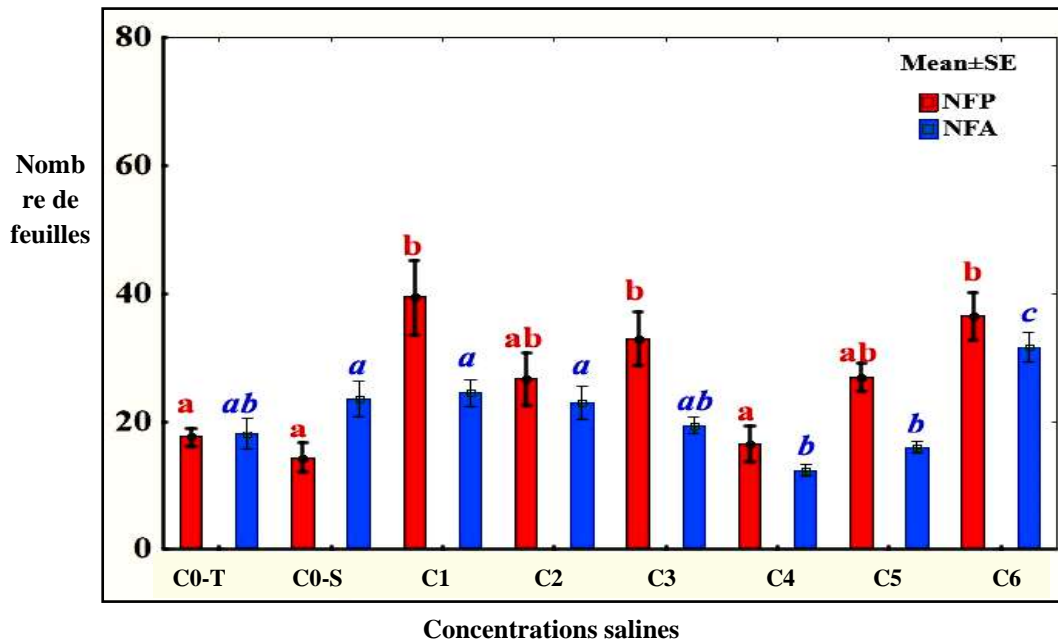


Figure 2 : Effet du stress salin sur le nombre de feuilles de plantules de *Anabasis articulata*

Avant le traitement on observe que pour le groupe le plus dominant (a) de traitement S-T0 ,T1 , T2 , le groupe (b) pour T4 ,T5 sont semblables au témoin, le T3 même groupe de T-T0 de (ab) , Où le groupe (c) de T6 il diffère aux autres traitements de moyenne plus important, soit $31,56 \pm 2,36$. Après l'application du stress, on remarque que le groupement (b) est le plus dominant dont on enregistre une augmentation notable de nombre de feuilles de T1, T3, T6; tandis que le T2 et T5 de même groupe (ab) enregistrent une légère augmentation de nombre de feuilles et T5 augmentation notable par rapport avant le traitement.

Chez les halophytes, la croissance ne semble guère diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées, l'exemple de l'espèce *Atriplex halimus L.* à partir de 500Mm de NaCl voit à sa production diminuer (Debazetal.,2003), et de *casile maritima* la masse de la partie aérienne n'est réduite qu'à des concentrations de NaCl relativement élevé (300 à 500 mM), alors qu'à 100 mM de NaCl aucun effet n'est observé (DEBEZ et al., 2006)

Probablement que la salinité est une condition favorable pour la croissance et développement quelques plantes halophytes comme résultat, en effet SPEER et KAISER (1991) montrent que chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sel, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance. Des stress extrêmes conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir terminées leur croissance et développement, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite.

Les plantes qui peuvent survivre sur des concentrations élevées en sels dans la rhizosphère sont appelées halophytes, certaines halophytes peuvent tolérer des niveaux des sels extrêmement élevés, telles que *Atriplex vesicaria* qui peut produire des rendements élevés en présence de 700Mm NaCl, tandis que *Salicornia europaea* resterait en vie à 1020 Mm NaCl (ZHU, 2007) en fonction de leur capacité de tolérer le sel, les halophytes sont caractérisées par une grande diversité morphologique et physiologique qui leur permet de faire face à des conditions salines.

Le stress salin s'applique sur les plantes sous plusieurs types de contraintes, le sol exerce d'abord un effet osmotique dès que les racines sont en contact avec lui jusqu'à un niveau seuil de concentration en sel (MUNUS et PASTER, 2008) ensuite il s'accumule à des concentrations toxiques dans les feuilles et entraîne le stress ionique.

Nombreuses halophytes présentent un rapide turnover de leurs feuilles, dont les plus jeunes feuilles remplacent les plus anciennes dans lesquelles est stocké l'excédent de sels (BRECKLE, 2002) c'est le cas de *limonium vulgare*, dont les feuilles en rosette sont remplacées par 2 à 3 fois pendant la croissance.

III.1.2. Effet de stress salin sur la nombre des rameaux

La figure 3 représente le nombre de rameaux antérieurs et postérieurs durant 12 jours pour chaque période, l'analyse de la variance (One-Way ANOVA) montre qu'une variation très hautement significative $F^{(15 ; 558)} = 15,83$; $p < 0,0001$ entre traitements avant après et le stress salin, tandis que le nombre de feuilles plus petit chez T4, T5, T6 où on observe une légère augmentation de nombre des rameaux par rapport aux autres traitements avec une moyenne de $0,36 \pm 0,14$, $0,86 \pm 0,23$, $2,08 \pm 0,37$ respectivement.

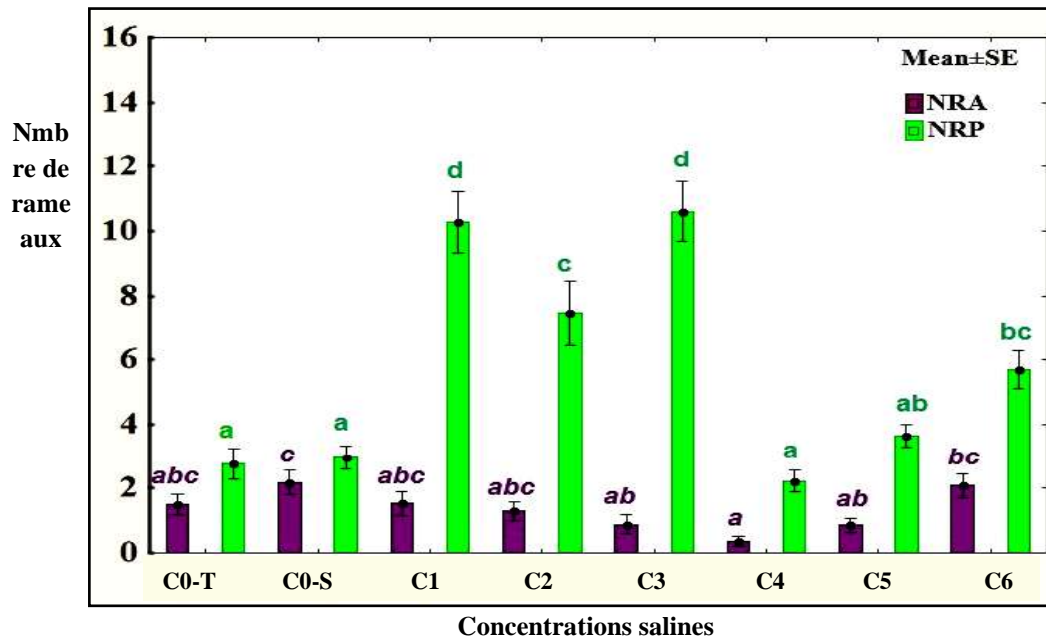


Figure 3 : Effet du stress salin sur le nombre de rameaux des plantules de l'*Anabasis articulata*

Avant le stress, on observe que le T1 (3g/l) et T2 (6g/l) et T-T0 de même groupe de (abc), tandis que le groupe (ab) de T3 (9g/l) et T5 (15g/l) et de (bc) de T6 (18 g/l) semblable au témoin, et Après le stress on observe que le T4 (12 g/l) et T-T0 et T-S ont le même groupe de (a) pendant que le T4 une léger augmentation, tandis que note une augmentation plus important de groupe (d) de traitement T1 (3g/L) et T3 (9g/l) et groupe (c) de T2 (6 g/l) qui est sont diffère à celle de témoin, et le groupe (a) et (ab) de T4 et T5 respectivement une légère augmentation qui sont semblable à témoin, tandis que enregistrons augmentation notable le traitement T6 de groupe de (bc).

Peut-être plantule *Anabasis articulata* possède grande capacité a résister à la salinité, principale caractéristique des halophytes est de posséder une matière vivante capable de fonctionner activement en présence de fortes concentrations salines, c'est là l'aspect essentiel de leur résistance au sel (GROUZIS et al., 1977 ; MISHRA et TANNA, 2017). Cette matière vivante est représentée essentiellement par l'accumulation des osmo-protecteurs principalement des métabolismes glucidiques (glucose, fructose et saccharose,) et des acides aminés qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante (TAJI et al., 2004 ; DENDEN et al., 2005)

III.2.3. Effet de stress salin sur la longueur de ramifications

La figure 9 représente la longueur de ramifications avant et après le stress durant 12 jours pour chaque période, l'analyse de la variance One-Way ANOVA montrée qu'une variation très hautement significative entre les paramètres avant et après le traitement ($F^{15; 558} = 4,04$; $p < 0,0001$) tandis que l'effet salinité apparaît beaucoup plus dans le Traitement T3 et T4 de moyenne $2,79 \pm 0,49$, $2,65 \pm 0,49$ respectivement.

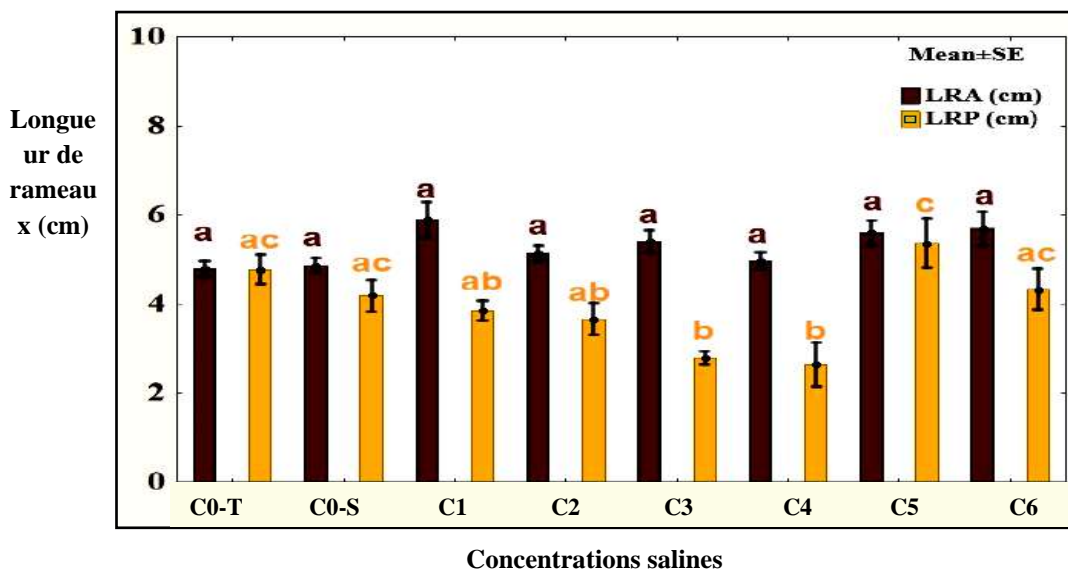


Figure 4 : Effet de stress salin sur la longueur des ramifications antérieure et postérieure d'*Anabasis articulata*

Avant le traitement on observe la longueur des rameaux de groupement de (a) de tous les traitements est semblable entre eux, après le traitement on observe une diminution significative de groupement (ac) de T6 (18g/l) semblable à celle de T-T0 et S-T0, tandis que note une diminution de la longueur des rameaux chez le groupement (ab) de T1(3mg/l) et T2(6g/l) par rapport à témoin, où l'effet de salinité bien apparaît au groupement (b) de T3 (9g/l) et T4 (12g/l) on note une diminution notable, où observe une diminution légère chez le groupement (ac) T5 (15g/l) est plus différente à celle de témoin.

La diminution de la croissance de longueur de ramification observée peut être expliquée par le fait que le NaCl agit par augmentation de la pression osmotique du milieu, ce qui empêche l'absorption de l'eau par le système racinaire. Ceci entraîne, par conséquent, une réduction de la croissance qui est le résultat, au niveau cellulaire, d'une

baisse du nombre de divisions cellulaires (BENAMAR et al., 2009). La réduction de la croissance peut résulter de l'augmentation de la concentration en acide abscissique dans la partie aérienne ou d'une réduction des concentrations en cytokinine (ITAI, 1999). En plus du contrôle de la croissance par les signaux hormonaux, la réduction de croissance résulte de la dépense de ressources dans les stratégies d'adaptation (BINZEL, 1985). Ces stratégies, mises en œuvre pour maintenir l'homéostasie en conditions de stress, sont consommatrices d'énergie et de ressources qu'elles détournent aux dépens de la croissance.

III.2.4. Effet de stress salin sur la longueur de tiges

La figure 10 montre la longueur des ramifications avant et après le stress durant 12 jours. L'analyse de la variance (One-Way ANOVA) montre une différence très hautement significative sur la longueur de tiges avant et après le traitement $F(15; 558) = 11, 21; p < 0, 0001$, tandis que l'effet apparut dans T4 de moyenne antérieure $1,91 \pm 0,12$ de et postérieure de $1,86 \pm 0,21$.

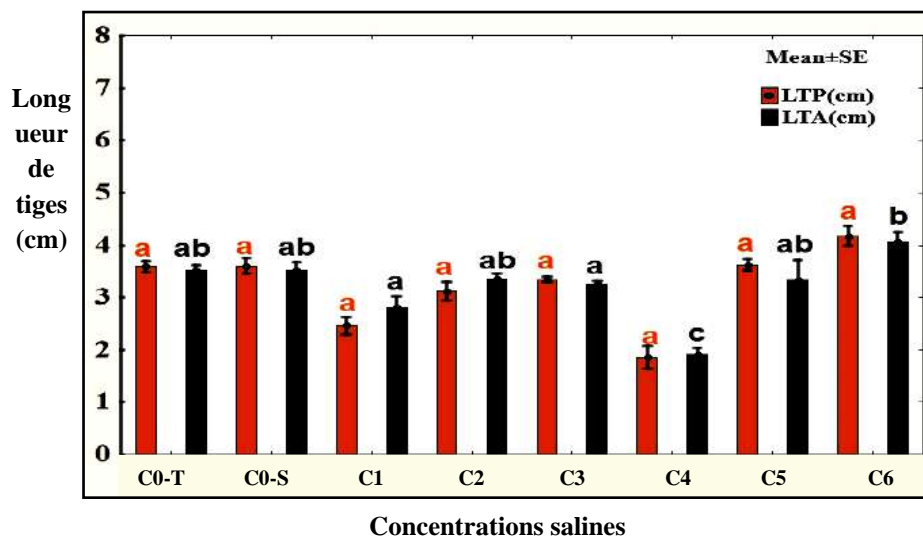


Figure 5 : Effet de stress salin sur la longueur tige antérieure et postérieure de traitement chez les plantules d'*Anabasis articulata*

Avant le traitement on observe que le traitement T-T0, S-T0, T2 et T5 a même Groupement de (ab), tandis que les traitements T1 et T3 de groupement (a) et T6 de (b) semblable à celle de témoin du traitement T4 de groupement (c) diffère aux autres, après le traitement on observe une légère augmentation chez T5 et T6 est même groupement de témoins, tandis qu'enregistre une légère diminution chez T2, ou les traitements T1, T2, T3, T4, T5 et T6 mêmes groupement de témoins (a). Donc la salinité n'affecte pas sur la longueur de tige. À l'inverse de résultats de ANSLI (2019) et BENREBIHA et al., (1987).

Une diminution de la longueur de la tigelle avec l'augmentation de la concentration en NaCl.

III.2.5 Effet de stress salin sur la surface foliaire

La figure en dessus représenté la surface foliaire avant et après le traitement durant 12 jours pour chaque période de traitement, l'analyse Variance One-Way ANOVA montré qu'une variation hautement significative entre les paramètre avant et après le traitement ($F^{(15; 558)} = 7, 20; p < 0, 0001$), tandis que la surface foliaire abaisse beaucoup plus chez le Traitement T2, T3, T4, T5, T6 de moyenne $0,03 \pm 0,0$, $0,04 \pm 0,01$, $0,03 \pm 0,01$, $0,05 \pm 0,00$, $0,04 \pm 0,00$ respectivement.

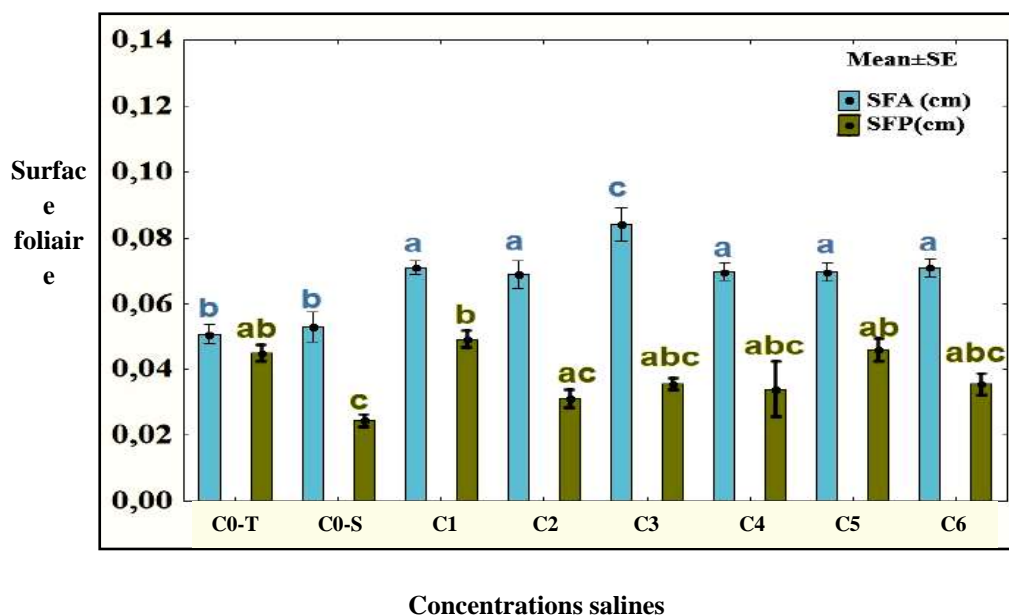


Figure 6 : Effet de salinité sur la surface foliaire de plantules de l'*Anabasis articulata*

Avant le traitement observe trois groupe de (a) et (b) et (c), tandis que chez T1(3Mm/l), T2(6g/l/l), T4(12g/l), T5 (15g/l) de groupe (a) est son supérieur que le témoin de groupement (b), le groupement (c) plus important de surface foliaire que le groupement (a) et (b), Après le traitement il y a cinq groupement (abc) et (ab) et (ac) et (c) et (b), tandis qu'observe une diminution de la surface foliaire plus remarquable chez le groupement (ac) et (c) et (abc) que le témoin de groupement (b), tandis que enregistré une léger diminution chez le groupement (b) et (ab), où le T5 (15g/l) même groupe de T-T0.

La salinité est affectée sur la surface foliaire. La réponse des plantes exposées au stress salin dans la zone foliaire se manifeste par une longueur de feuille réduite, (ZHAO et al., 2007).

Figure D'autres hypothèses explicatives de la réduction de l'élongation foliaire sous stress salin suggèrent le changement de la balance hormonale entre les racines et la tige (Hu et SCHMIDHALTER, 1998 ; ZHAO et al., 2007).

La réduction de la surface foliaire est probablement expliquée comme une adaptation morphologie, d'après RAACHE et KARBOUSSA (2004), la succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire.

III.2.6. Effet de stress salin sur la longueur de racines

Le système racinaire de l'espèce est de type pivotant avec une longueur moyenne total de $6,84 \pm 0,32$ (cm). La figure 12 montre aucune variation signification F ($^{7 ; 16}$) = 1,2197 ; $p < 0,3479$ entre les mesures de la longueur de la racine et les différentes concentrations des pots en sel.

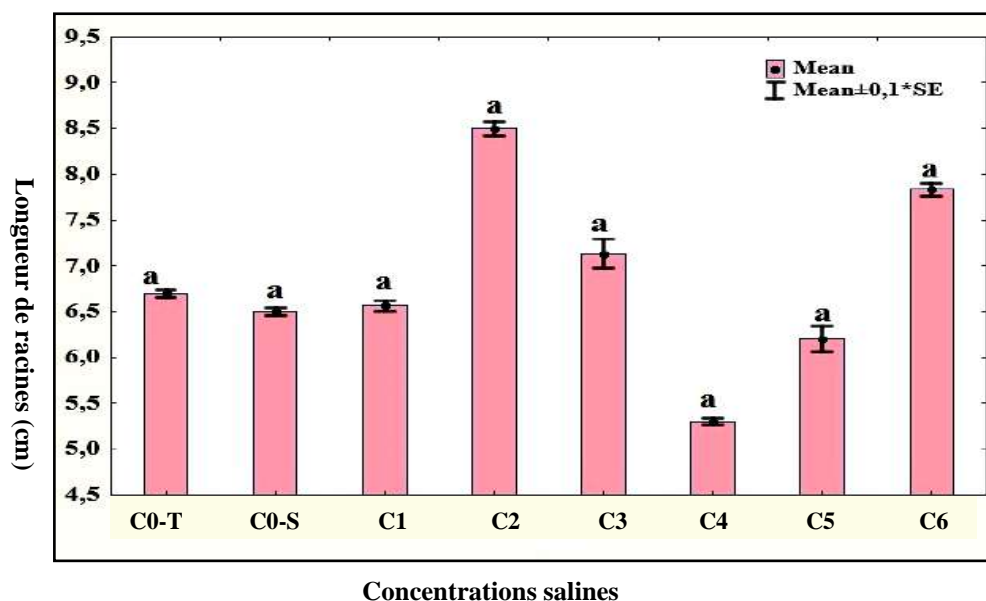


Figure 7 : Effet la salinité sur la longueur de racines

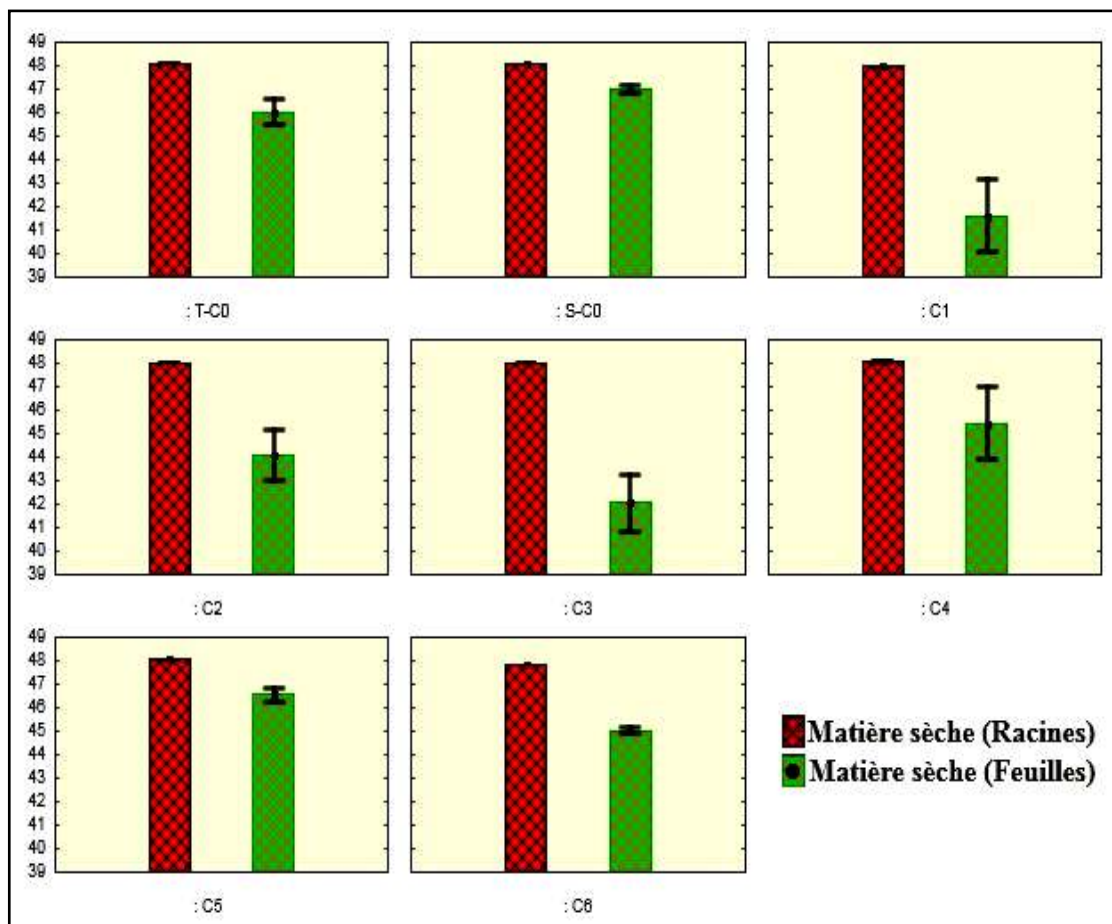
Le test de Newman-Keuls montre l'égalité des moyennes entre les concentrations des pots en sel (figure 12), ce qu'il indique que la salinité n'a aucun effet sur la croissance racinaire et son développement. Notre résultat est semblable à ce de LEMZERI Houria (2007) où il a trouvé que le stress salin influe sur la croissance des rameaux de la partie

aérienne chez *Schimusmölle* et *Acacia cyanophylla* mais n'affecte pas la croissance racinaire.

Cependant de résultat de BENYAHIA (2020) montre qu'un effet négatif sur la formation et l'élongation de partie racinaire en fonction de l'augmentation des concentrations salines.

III.2.7. Biomasse racinaire et foliaire

Il existe une différence hautement significative entre les différentes concentrations de la biomasse racinaire $F(7;16) = 4,6957$; $p < 0,0050$, idem pour la biomasse foliaire et la concentration des pots en sels $F(7;16) = 4,1506$; $p < 0,0087$ (Figure 13).



Concentrations salines

Figure 8 : comparaison entre la biomasse sèche racinaire et biomasse sèche foliaire
 La figure en dessus montre que la biomasse sèche racinaire de l'espèce est importante par rapport à celle aérienne. Où l'on note une augmentation notable de la matière sèche au niveau des feuilles pour les concentrations (C4, C5, C6), et une diminution de la biomasse

sèche des feuilles dans (C1, C2, C3), tandis que les valeurs enregistré chez C5 et C4 sont très proches à celles de témoin.

III.2.8. Teneur en eau foliaire et racinaire

Il existe une variation hautement significative entre les déférentes concentrations et la teneur en eau des racines $F(7 ;16) = 4,6957 ; p < 0,0050$ ainsi que la teneur en eau des feuilles $F(7 ;16) = 4,1506 ; p = 0,0087$.

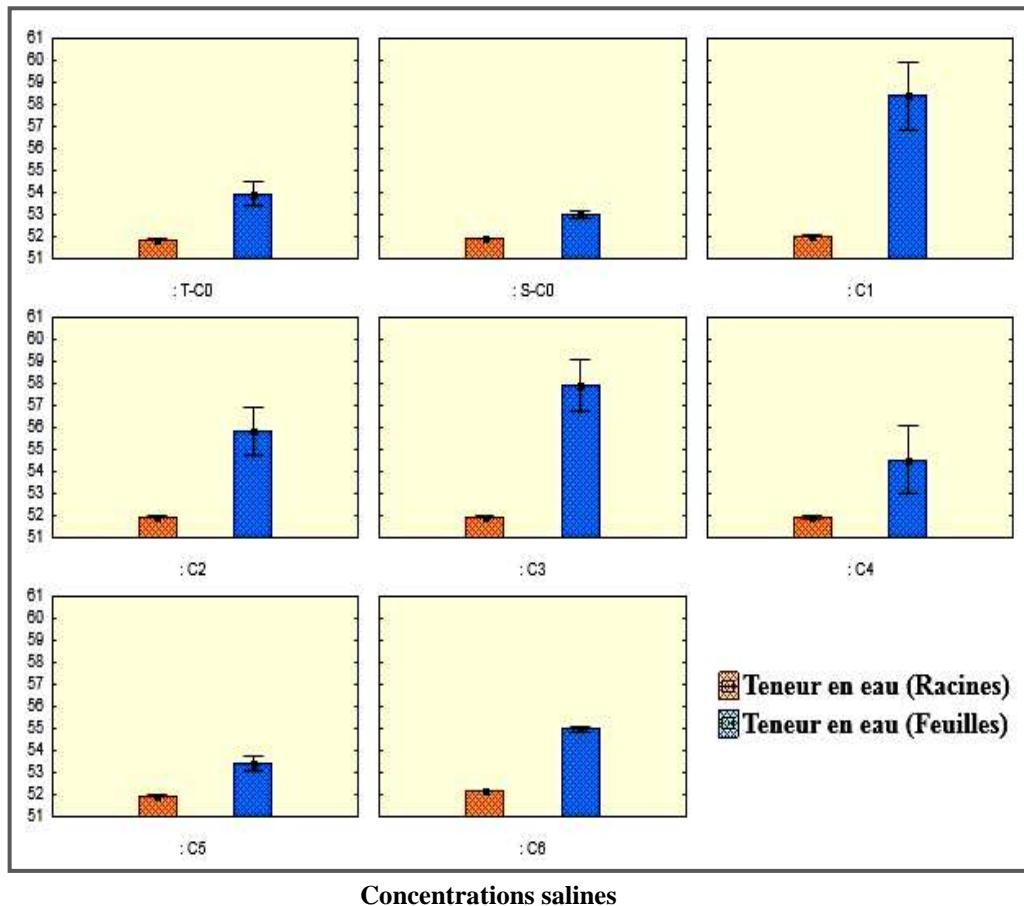


Figure 9 : comparaison entre la teneur en eau de la partie racinaire/ teneur en eau de la partie aérienne.

La figure en dessus montré que la teneur en eau chez toute les feuilles de l’espèce sont très importantes que dans les racines. La teneur en eau des feuilles est très importante dans les concentrations (C1, C2, C3 : 3g/l, 6g/l, 9 g/l respectivement) par rapport aux racines. C’est pour cette raison qu’on a trouvé la biomasse foliaire est moins important, tandis que la teneur en eau a été diminuée à partir de la concentration C4 (12 g/l).

Ce qui explique que lorsque la concentration plus augmenté dans l’eau les ions (Na+ Cl-) difficulté entré l’eau au niveau des feuilles. Cela confirme la partie la plus sensible est la partie aérienne que celle racinaire, cet effet apparaît exactement dans les feuilles, Notre

résultat a semblable à celle de VIEGAS & SILVEIRA (1999) Le rapport de biomasse est un critère important pour l'évaluation de l'effet du stress salin sur les végétaux. Ainsi, on peut déterminer quelle est la partie la plus sensible et la partie la plus résistante à ce stress. Dans ce sens, nos résultats ont montré que les parties aériennes sont plus sensibles à la salinité que les parties racines.

La diminution de la croissance de l'appareil végétatif observée peut être expliquée par une augmentation de la pression osmotique provoquée par NaCl, ce qui bloque l'absorption de l'eau par les racines. Les plantes s'adaptent ainsi au stress salin par la réduction de leur croissance afin d'éviter les dommages causés par le sel YEO, A, (1983) et ZHU, J.-K (2002).

D'après ZIDANE DJERROUDI (2017) la teneur en eau des feuilles d'*Atriplex halimus* diminue en fonction stress salin en fonction de la concentration saline du milieu, contrairement au témoin.

Les deux espèces *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* répondent par une diminution significative de la teneur en eau foliaire sous traitement croissants de NaCl. Les deux espèce montrent d'ailleurs pas une grande variation dans leur TRE, ce qui indique leur tolérance est liés vraisemblablement à l'intervention de l'ajustement osmotique (MELONI et al., 2004) *atriplex canescens* (pursh) Nutt., semble maintenir son absorption et sa turgescence foliaire relativement élevé , il est admis que le stress salin induit des changement au niveau de statut hydrique de plante(HASEGAWA et al.,2000), en réduisent contenu relatif foliaire en eau (ALBOUCHI et al., 2003) , en diminuant l'absorption hydrique par les racines (SNOUSSI et al., 2004) et la transpiration (RENGAZAMY, 2006) la TRE est liée à l'absorption de l'eau par les racines et la perte d'eau par transpiration (ANJUM et al., 2011).



Conclusion

Conclusion

Conclusion

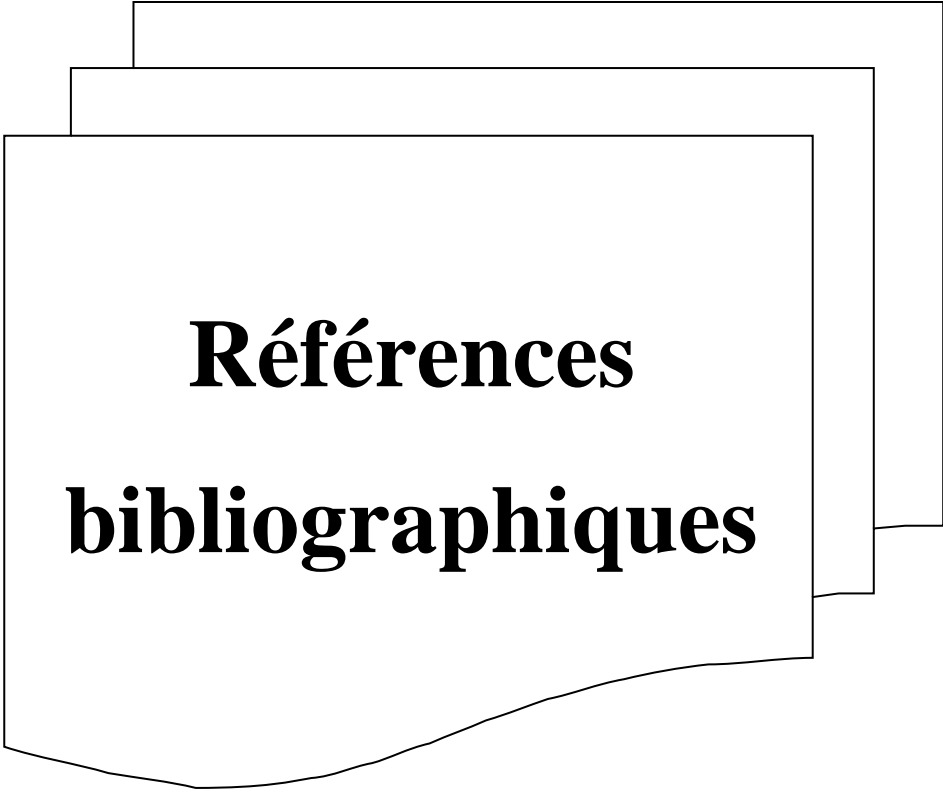
Notre travail vise à étudier l'effet du stress salin sur la croissance de l'*Anabasis articulata* sous différentes concentrations de NaCl (50, 100, 150, 200, 250 et 300mM) :

Les résultats rapportés dans la présente étude, montrent que :

- L'espèce d'*Anabasis articulata* est résistante à ce stress salin, parviennent à croître sous des doses de NaCl allant jusqu'à 300 m/l.
- L'effet du stress salin sur la réponse morphologique avant et après le traitement, où tous les paramètres n'étaient pas affectés sauf la surface foliaire et la longueur des ramifications.
- Le rapport partie racinaire/partie aérienne nous a montré que l'influence négative de la salinité est plus marquée sur la croissance des parties aériennes que racinaires. Allant diminution la teneur en eau dans les feuille à partir C3 (150Mm) jusqu'au C6 (300Mm).
- A la lumière des résultats, nous pouvons déduire que L'espèce d'*Anabasis articulata* est proposé comme une halophyte obligatoire.

Enfin, notre résultat n'est qu'un point de départ en ce qui concerne les mécanismes d'adaptation de l'*Anabasis articulata* au milieu aride, pour cela Il serait intéressant de poursuivre par d'autres études sur portent :

- L'étude de la réponse de croissance de cette espèce face au stress salin avec d'autres intervalles de concentration ;
- la réponse de l'espèce au stade avancé de croissance en utilisant des paramètres anatomiques et biochimiques
- L'étude de la réponse de croissance de cette espèce a longue période d'application de stress ;
- Comparaison physiologique, morphologique et anatomique de plusieurs populations de la même espèce face au stress salin.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ALBOUCHI, A., Bejaoui, Z., HEDI EL AOUNI, M., 2003- Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de *Casuarina glauca* Sieb. Edit. Science et changements planétaires. Sécheresse. 14:142

AHMAD P et SHARMA S., 2010. physico-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (*M.alba*) underprduc 4(2) : 79-86

ANJUM S.A., XIE X., WANG L.C., SALEEM M.F., MAN C. ET LEI W., 2011- Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. Afr. Journ. Agric Res 6:2026–2032. Apse M.P. et Blumwald E., 2007- Na⁺ transport in plants. FEBS Lett. 581(12): 2247–254.

ANSLI R., 2019 Effet de stress salin sur la germination et croissance de l'espèce *Oudneya africana* R.UKM.p 34

Aubert, G. (1978). Méthodes d'analyses des sols. 2ème Edition, Centre régional de Documentation Pédagogique, CRDP Marseille, 191 p.

AURELIE LEVIGNERON; Félicie Lopez; Gérard Vansuyt ; Pierre Berthomieu ; Pierre Fourcroy ; Francine Casse-Delbert.,1995 –Synthèse : les plantes Face au stress salin.Cahier Agricultures ,4 :263-73

BENAMAR B., DAGUIN F. & KAID-HARCHE M., 2009, Effet du stress salin sur la germination et la croissance *in vitro* du pistachier (*Pistacia vera* L.).Comptes Rendus Biologies, 332, 752-758.

BEN HASSENA A., 2009-Induction des réactions de défense chez les plantes pour lutter contre les maladies. Thèse de doctorat, Université du 7 novembre à Carthage. Tunisie, 150p.

BENYAHIA, A., (2020),Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'espèce *Anabasis articulata* (Forsk) Moq. (Amaranthaceae), Master académique univers KasdiMerbehOuargla. P32.

BELKHODJA M et BIDAI Y., 2004. Réponse des grains d'*Atriplex halimus* L. a la

Références bibliographiques

Salinité au stade de la germination. pp15 (4) 331-335

BRECKLE S.W., 2002 -Salinity, halophytes and salt affected naturell ecosystems. In Salinity:Environments-Plants- Molécules., Ed A.L .U. Luttge. pp 53-77.

BERTHOMIEU,2003). function analysis of athkt1 in arabidopsis shows that Na recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance Embo Journal 22, 2004-2014. 16

BINZEL M.L., P.M. HASEGAWA, A.K. HANDA & BRESSAN R.A., 1985,
Adaptation of tobacco cells to NaCl. Plant Physiology, 79,118-125

BONHOMMER., RUGET F., DERIEUX M., VINCOURT R P. (1982) . Relatons entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs. C.R.Acad .Sci .Paris .SérD., 294,393-398.

BOUGERRA I., SAKER F.Z., 2017-Etude du comportement de quelques populations locales de luzerne pérenne (*Medicagosativa L.*) sous contrainte saline (chambredeculture) et en plein champs dans la région de M'sila. Thèse de doctorat, Université Mohamed Boudiaf de M'Sila, 107p

CHEHMA A., 2006.Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérienne. Labo. Rech. Prot. Ecos zones arides et semi arides. Université Ouargla. P137.

CHEVERRY C., RBERT M., 1998-La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau. Etude etGestion des sols, Vol. 5, No. 4 : 217- 226.

CHERBUY B.,1991-Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagraf, école. Nat. Renne, 170p

COULIBALY, A.S. (2014).Analyse de la cinétique de fermentation in vitro des résidus de tomates et d'oranges et de deux fibreuses dans différent sources d'azote selon un modèle logistique.Mémoire de Master. Faculté des sciences de la nature et de la vie département de Microbiologie. Université Constantine 1.79p

DENDEN M., BETTAIEB T., SALHI A., MATHLOUTHI M., 2005- Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, Tropicultura, Vol. 23, No. 4: 220-225.

Références bibliographiques

DEBEZ A., CHAIBI, W., BOUZIDS, 2003, physiological responses and structural modification in *Atriplex halimus* L. plant exposed to salinity In lieth H., Moscenko.M(eds) cash crop halophytes Recent Studies 10 years after the Al Ain Meeting. kluwer academic publisher, Doctorant, the Netherlands pp 19

DEBEZ A., SAADAOUI D., RAMANI B., OUERGHI Z., KOYRO H W., HUCHEZERMAYER, B., ABDELLY C, 2006 LEAF H⁺ ATP-ase Activity and photosynthetic capacity of *Salicornia maritima* under increasing salinity. Environ. EXP. BOT : 57, 285

FLOWER L.S., HAYES J.R., CAREY L., SCHRIVER K., STRATMAN J., 1986

Detection, diagnosis, and the strategies of revision, College Composition and Communication, 37, 16-55

GENOUX C ; PUTZOLA F. MAURINA G., 1991). Thème général: la lagun

méditerranéenne, TPE: Les plantes halophytes

GROUZIS M., HEIM G., BERGER A., 1977-Croissance et accumulation de sels chez deux *Salicornia* annuelles du littoral méditerranéen. Oecologia plantarum, 12(4): 307-322.

HAMMICHE, V., MAIZA, K., 2006. Traditional medicine in Central Sahara

Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. J Ethnopharma, 105 :358–367.

HASEGAWA P.M et al., 2000: Plant cellular and molecular responses to high salinity. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51, pp463-499.

HASEGAWA P.M., BRESSAN R.A., ZHU J.K. ET BOHNERT H.J., 2000 - Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51,

HOUARI E. K. D.1, CHEHMA A.1, LABADI 2013., Stratégies D'adaptation Anatomique De Quelques Amarantaceae Vivaces Spontanées Du Sud-est Algérien, Université Kasdi Merbah Ouargla, Laboratoire des Bio-ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation, Faculté des

Références bibliographiques

HU Y. & SCHMIDHALTER U. (1998). Spatial distributions of inorganic ions and sugars contributing to osmotic adjustment in the elongating wheat (*Triticum aestivum* L.) leaf under saline soil conditions. *Functional Plant Biology* 25(5), 591-597.

TAI C., 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.

JOSHI R .,MANGO VR., SANCHEZ L., PILCHER W ., ZADKARIMI H . et AISSAKHN .,2015 –salt adaptation mechanisms of halophytes improvement of salt Tolerance in Grop plants Springer science +Buiness Media New York G K Pandey (ed) , Elucidation of abiotic stress singling in Plants 242-279.

K AMBOUCHE, N., M ERAH, B., DERDOUR, A., B ELLAHAOUEL, S., BENZIANE, M. M., Y OUNOS, C., FIRKIOUI, M., BOUDHENE, S., SOULIMANI, R .,2009. Étude de l'effet antidiabétique des saponines extraites d'*Anabasis articulata* (Forssk) Moq, plante utilisée traditionnellement en Algérie. *Phyto*, 7(4) : 197–201.

KHERRAZE, M.H., LAKHDARI,K., KHERFI,Y., BENZAOUI,T., BERROUSSI,S., BOUHANNA,M., SEBAA,A.,2010.Atlas floristique de la vallée de l'Oued Righ par écosystème ,CRCTRA ,édition GUERFA,Biskra-Algérie.P30.

LUTTGE U ; KIUGE M ; BAUER G, 2002. Botanique. 3ème édition, Tec et Doc-Lavoisier,

LEMZERI H (2007)., Réponseécophysologique de trois espèces forestières du genre acacia, Eucaluptus et schinus (*Acyanophylla*, *E gomphocephala* et *S.molle*) soumises à un stress salin . P 90.

MAHROUZ F., 2013- Effet de stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'*Atriplex canescens*, Mémoire de Master en Agronomie saharienne, Université kasdiMerbah- Ouargla, 68p.

Références bibliographiques

MERMOUD A., 2001- Cours de physique du sol : Maitrise de la salinité du sol. Version provisoire . Ecole Fédérale de Lausanne, 14 p.

MIDOUN N., KADRI A., 2015-Effet du stress salin sur quelques paramètres biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.). Mémoire de Master en Sciences Biologiques, Université KasdiMerbah Ouargla ,71p

MUNNS R. et TESTER M., 2008-Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 59:651–681.

MUNUS R., JAMES RA., et ANDR2 LAUCLI .,2006-Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journ. of Exper. Bot.*, Vol. 57, N°. 5, 1025–1043

HOPKINS W. G., 2003.Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 61- 476.

Meloni D.A., Gulotta M.R., Martínez C.A., Oliva M.A., 2004-
The effect of salt stress on growth,
nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in *Prosopis alba*. *Braz. J. Plant Physiol.*, 16: 39–46

MUNNS R., 2008. Sodium excluding genes from durum wheat and sea barleygrass improve sodium exclusion of bread wheat. 2nd International Salinity Forum Salinity, water and society-global issues, local action. Mutation research/Genetic toxicology and environmental mutagenesis 634 (1-2) ,25-31.

MISHRA A., TANNA B., 2017-Halophytes: Potential Resources for Salt Stress Tolerance Genes and Promoters. *Frontiers in Plant Science*, Vol.8:1-10.

NASRI S., 2014-Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances algériennes d'arganier (*Argania spinosa* L.). Mémoire de Magister en Foresterie, Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen, 92p..

NEZAR R., IQBAL N .,SAYEED S ., et KHAN N.A .,2011 Acid salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mung bean cultivars. *J. Plant Physiol.* 168 : 807-8

Références bibliographiques

OZENDA P., 1991- Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition de CNRS, Paris: 309, 322.

OZENDA, P. (2004). Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition, CNRS Editions, Paris.15.

OZENDA P., 1983. Flore de Sahara, Ed. C.N.R.S, Paris. 622p.

OZENDA P., 1977- Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition de CNRS, Paris: 309, 322

QUEZEL, P., SANTA, S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, Ed. CNRS, Paris.

BAACHE I., KARBOUSSA-HALOUA R., 2004-Caractérisation morphologique et anatomique de quelque espèces halophiles dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ingénieur, Université de Ouargla, p67.

RAMOS J., LOPEZ M.J .et BENLLOCH ., 2004 –Effect of NaCl and KCLsalts on the ggrowth and solute accumulationof the halophyte Atriplexnummularia .Plant Siol **259** ,163 -168

RENGASAMY P., 2006 -World salinization with emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany 57, 1017-1023. doi:10.1093/jxb/erj108.

SAIRAM R.K. et TYAGI A., 2004- Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science 86, 407-421.

SERRANO R., MULET J.M., RIOS G., MARQUEZ J.A., DE LARINOA I.F., LEUBE M.P., MENDIZABAL I., PASCUAL-AHUIR A., PROFT M., ROS R., MONTESINOS C., 1999- A glimpse of the mechanisms of ion homeostasisduring salt stress. Journal de botanique

SHANNON MC, Grieve CM (1999) Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci. Hortic 78 : 5-38.

Références bibliographiques

SINGH M., KURANIAR J., SIHGH S V.P et PRASSAD S.M., 2015 –Roes of osmoprotecttants un improving salinity and droughttoleranc in plants : areviewRev . Environ SciBiotecttechnol septembre, Volume 14 Isane 3, pp407-426.

: 5-38.

SNOUSSI S.A., HALITINU A., et VALLES V., 2004 –Absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot CahAgric ;13(3) :283-287.

STENGEL P., BRUCKLERL., BALESSENTJ., 2009-Le sol. Paris, France. 182.

T**ESTER M .et BACIC A., 2005** – Abiioticstress tolerance in grasses From medel plants to corps plnts.Plant PPhysiol .137 : 791.

TILYABAEV. Z., ABDUVACHABOV, A.A. 1998. Alkaloids of Anabasis aphyllaand their cholinergic activities. Chem Nat compd, 34 (3) :295–297.

THURAN S et TRIPATHY B.C .,2012- salt and genotype impact on anti-oxidative enzymes and lipid peroxidation in two rice cultivars during de- etiolation Protoplasma 250,209-222.

TREMBLING., 2000- Comportement auto-écologique de Haloepelisamplexicaulis: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse,Vol.11, No.2:109-116.

TORRECILLAS A., ALARCON J.J., SANCHEZ-BLANCO M.J., 1994- Osmotic adjustment in leaves of Lycopersiconesculentum and L. pennelliin response to saline water irrigation. BiologiaPlantarum, Vol. 36, No. 2 : 247- 254

TAJI T., SEKI M., SATOU M., SAKURAI T., KOBAYASHI M., ISHIYAMA K., NARUSAKA Y., NARUSAKA M., ZHU J.K., SHINOZAKI K., 2004- Comparative genomics in salttolerancebetweenArabidopsis and Arabidopsis-related halophyte saltcressusingArabidopsismicroarray. Plant Physiology, Vol. 135: 1697-1709.

TRABELSI H et KHERRAZE M.H., 2020-Effects of Abiotic Stress on Seed Germination of Some Algerian Sahara Psammohalophyte Species. Dans GrigoreMN .(eds) Manuel des halophytes.Springer , Cham . p 20 .https://doi.org/10.1007/978-3-030-17854-3_84-1.

Références bibliographiques

VIEGAS RA, SILVEIRA JA .,1999-Ammonia assimilation and prolin accumulation in young cashew plant during longterm exposure to salt-salinity. *Revista Brasileira de fisiologia vegetal* 11 (3) : 153-159.

YEO, A. AND FLOWERS, T., Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves .*Physiologia Plantarum*, 1983. 59(2): p. 189-195. Available on: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1983.tb00756.x/full> 35.

ZHAO J., REN W., ZHI D., WANG L. & XIA G. (2007). Arabidopsis DREB1A/CBF3 bestowed transgenic tall fescue increased tolerance to drought stress. *Plant Cell Reports* 26(9), 1521-1528

ZIDANE DJERROUDI.O., 2017- caractérisation morpho-physiologique d'une halophyte, *Atriplex*, aux conditions arides. phd. université d'orn. p : 33, 62

ZID E., 1982- Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. *Rev. FAC. Sc. Tunis*, 2 : 195- 205. expérimentale, Vol.50 : 1023- 1036.

ZHU, J.-K., Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual review of plant biology*, 2002. 53: p. 247-273. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3128348/>

ZHU, J.K., 2007, plant salt tolerance *Trends, Plant Biol*; 5: 1096 .1102.



Annexe

Annexe

Annexe 1 : Capacité de rétention

Tableau N°1 : calcul de la capacité de rétention d'eau dans le sol

Pot N°	TR0	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6
Poids du pot	85	80	55	55	60	65	80
Poids du gravier (g)	270	270	270	270	270	270	270
Poids du pot + gravier (g) P1	325	350	325	325	330	335	350
Poids du sol (g) (Essai)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Poids du sol humide (g) P2	3700.78	3972.62	4108.72	3861.25	3875.47	4454.83	4464.93
Poids du sol sec (g) P3	3560	3825	3670	3605	3730	4280	4220
Capacité de rétention en eau (CR%)	140.78	147.62	438.72	256.26	145.47	174.83	244.93

Tableau N°2 : Quantité d'eau à apporter à chaque traitement pour le sol sableux

Pot N°	T1				
	T _{0R1}	T _{0R2}	T _{0R3}	T _{0R4}	T _{0R5}
Pour 3kg de sol	163,52	155,32	185,03	181,72	170,16
Poids du sol+ eau à garder constant (g)	3163,52	3155,32	3185,03	3185,72	3170,14

Annexe

Tableau N°3 : Quantité d'eau à apporter à chaque traitement pour le sol sableux plus le terreau

Pot N°	T1				
	T0R1	T0R2	T0R3	T0R4	T0R5
Pour 3kg de sol	239,83	284,93	230	239,83	250
Poids du sol+ eau à garder constant (g)	3239,83	3284,93	3230	3239,83	3250

Tableau N°5 : Concentrations moyenne du sel dans les pots

	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	St,E
MSr	24	98,93512	97,57141	99,54916	0,512694	0,104653
MST	24	98,97963	97,51962	99,60619	0,502553	0,102583
MSF	24	82,60114	61,32802	98,65655	9,302886	1,898944
Ter	24	1,06488	0,45084	2,42859	0,512694	0,104653
TET	24	1,02037	0,39381	2,48038	0,502553	0,102583
TEF	24	17,39886	1,34345	38,67198	9,302886	1,898944

	T-C0	S-C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Concentration Moyenne en (g/l)	0	0	0,9	1,4	3	4,2	4,02	4,3

Annexe

Annexe2 : photos illustrant les étapes d'expérimentation pratique

	
mesuré le sol	mesure l'eau
	
préparation l'extraits du sol	plantule post germé
	
transplantation <i>Anabasis ariculata</i>	Mesuré la capacité de rétention (quantité d'eau arrosé la plantule)

Annexe 3 : Photothèques des différentes matérielles utilisées

Annexe



agitateur



multi paramètre

Annexe



Etuve



Balance de précision

Effet de la salinité sur la croissance de jeunes plants de l'*Anabasis articulata* (Amarantaceae)

Résumé

Le présent travail se concentre sur l'étude du comportement morpho-physiologique d'une halophyte spontanée du Sahara algérien, *Anabasis articulata* au stade de croissance sous différentes concentrations de NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250 et 300mMol). Les résultats relatifs à la réponse de jeunes plants d'*Anabasis articulata* âgés de 107 jours et stressés durant 12 jours, ont montré que sous stress salin l'espèce d'*Anabasis articulata* est plus tolérante aux concentrations salines jusqu'à 300 mMol. Sur le plan morphologique nous avons enregistré l'effet uniquement sur surface foliaire et longueur des ramifications, bien que sur le plan physiologique, nous avons enregistré une diminution la matière fraîche aérienne que racinaire à partir de C3 montre que les feuilles sensibles aux sel.

Mots clés : *Anabasisarticulata* croissance Salinité physiologie morphologie

Effect of salt stress on growth of the species *Anabasis articulata*(Forsk) Moq.

Abstract

The present work focuses on the study of the physio-morphological behavior of a spontaneous halophyte plant *Anabasis articulata* at stage of growth. , under different concentrations of NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300mMol/l). The results relating to the response of young seedling of young plants d '*Anabasis articulate* 107 days old, show that and stressed for 12 day, showed of *Anabasis articulata* tolerate high salt concentrations up to 300 mMol/l of NaCl. morphologically we recorded affect only on leaf area and length of ramifications, although physiologically, we recorded a decrease in fresh aerial than root matter from C3 showing that leaves sensitive to salt stress.

Keywords: *Anabasis articulata*, growth, Salinity, physiology, morphology.

تأثير الإجهاد الملحي على نمو نبات الباقل (*Anabasisarticulata*)

ملخص

يرتكز هذا العمل على دراسة السلوك الفيزيولوجي المورفولوجي للنبات الملحي البري (الباقل) *Anabasisarticulata* في مرحلة النمو. تحت تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (0، 50، 100، 150، 200، 300 و 250 ملي مول / لتر). النتائج المتعلقة باستجابة النبتة الصغيرة للباقل لمدة 107 يوم تحت ضغط لمدة 12 يوم، تبين أن نبتة الباقل تتحمل تراكيز عالية من الملح تصل إلى 300 ملي مول / لتر من كلوريد الصوديوم. على المستوى المورفولوجي، اثيرت الملوحة على مساحة الورقة وطول التفرعات، أما بالنسبة للمستوى الفيسيولوجي نمو الأجزاء النباتية سجلنا نقض المادة الحية في الأجزاء الهوائية مقارنة مع الأجزاء الجذرية ابتداء من C3 بينت ان الأوراق حساسة للملح.

الكلمات المفتاحية: الباقل، النمو، مورفولوجيا، فيزيولوجيا، الملوحة