

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Réf:.....

**Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:**

MASTER

**Spécialité :
Biodiversité et physiologie végétale**

Thème

**Effets du stress salin sur la germination de trois espèces de genre
Atreplex l'une endémique et les autres introduites**

Présenté par :

Etudiante: BOUKHABLA Naima

Devant le jury:

Président: CHALA Adel

Promoteur: KHENCHOUR Hafida

Examineur : LAIADI Ziane

Promotion : Juin 2014

Remerciements

Au terme de ce travail, louange à ALLAH le tout puissant. Il m'est très bien agréable d'adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes

qui m'ont permis de mener à bien ce travail et ce ne sont pas ces quelques phrases si personnelles soient-elles qui arriveront à leurs exprimer mes sentiments de reconnaissances.

Je remercie ma promotrice Madame KHANCHOUR Hafida enseignante au Département de biologie, à la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur de l'université d'avoir proposé ce thème et accepté de m'encadrer et de suivre ce travail avec patience.

Je remercie mon jury CHALA Adal & LAIADI Ziane.

Mes remerciements vont à Monsieur Tarik OTMANE ingénieur au CRSTRA pour sa disponibilité et son aide.

Mes reconnaissances et remerciements vont également à tous les enseignants du Département.

A Tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qu'ils

Trouvent ici ma haute considération.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

A ceux qui m'ont mis au monde ;

Mes très chers parents :

Celle qui a veillé sur moi pendant toute ma vie, et celui qui n'a attendu que la fin de mes études pour voir son fruit sur lequel il a veillé, le le lui dédie à sa mémoire en guise de respect à son égard.

Mes sœurs : Dalila, Fadila, Hadda et Samra

Mes frères : Brahim et Riad

A mes camarades de la promotion (2013/2014) de biodiversité et physiologie
Végétale et en

Particulier mes amis :Soumia ,Twatia(tita),Amina
A mes très chers amis: Soumia,Samiha ,Nadia,Afaf, Hadjer,Afaf
Ainsi qu'a tous mes professeurs enseignants
Et tous mes amis du primaire
Jusqu'à l'université.

Abréviation

% : pour cent

C° : degré

AC : *Atriplex canescens*

AH : *Atriplex halimus*

AN : *Atriplex nummularia*

CO₂ : dioxyde de carbone

CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Région Aride

DG : durée de germination

g/l : gramme sur litre

J : jour

ml : millilitre

NaCl : chlorure de sodium

T : témoin

TQU cumulé : taux cumulé

TQU : taux quotidien

USA : Etats Unis d'Amérique

VG : vitesse de germination

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : <i>Atriplex nummularia</i> | 6 |
| Figure 2 : <i>Atriplex halimus</i> | 7 |
| Figure 3 : <i>Atriplex canescens</i> | 9 |
| Figure 4: forme générale de la courbe d'action concentration –croissance..... | 13 |
| Figure 5 : Effets toxiques du NaCl sur la plante..... | 18 |
| Figure 6 : précocité de la germination des graines chez 3 espèces d' <i>Atriplex</i> ; <i>Atriplex halimus</i> (A), <i>Atriplex canescens</i> (B) et <i>Atriplex Nummularia</i> (C)..... | 27 |
| Figure 7 : Taux quotidien de la germination des graines chez 3 espèces d' <i>Atriplex</i> ; <i>Atriplex halimus</i> (A), <i>Atriplex canescens</i> (B) et <i>Atriplex nummularia</i> (C)..... | 30 |
| Figure 8 : La vitesse de germination chez 3 espèces étudiées d' <i>Atriplex</i> | 33 |
| Figure 9 : Le taux cumulé de la germination chez les 3 espèces d' <i>Atriplex</i> étudiées ; <i>Atriplex halimus</i> (A), <i>Atriplex canescens</i> (B) et <i>Atriplex nummularia</i> (C)..... | 38 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : nombre approximatif des espèces d' <i>Atriplex</i> dans diverses régions et pays arides du monde..... | 4 |
| Tableau 2: Répartition géographique des terres affectées par la salinité..... | 14 |
| Tableau 3 : L'échelle de résistance aux sels de quelques plantes cultivées..... | 20 |
| Tableau 4: Délai des premières graines germées de l' <i>Atriplex halimus</i> selon la concentration en NaCl..... | 34 |
| Tableau 5 : Délai de première graine germée de l' <i>Atriplex nummularia</i> selon la concentration en Nacl..... | 35 |
| Tableau 6: Délai des premières graines germées de l' <i>Atriplex canescens</i> selon la concentration en Nacl..... | 35 |

Sommaire

| | Pages |
|---|--------------|
| Liste des abréviations | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | |
| Partie bibliographique | |
| Chapitre I : Généralités sur le genre <i>Atriplex</i> | |
| 1. Position systématique..... | 3 |
| 2. Description du genre <i>Atriplex</i> | 3 |
| 3. Morphologie et physiologie | 5 |
| 4. Description d'espèces étudiées..... | 6 |
| 4.1 <i>Atriplex nummularia</i> | 6 |
| 4.2. <i>Atriplex halimus</i> | 7 |
| 4.3. <i>Artiplex canescens</i> | 9 |
| 5. Technique culturales pour le genre <i>Atriplex</i> | 10 |
| 5.1. Technique de propagation et plantation | 10 |
| 5.2. Irrigation..... | 10 |
| 6. Importance des <i>Atriplex</i> | 10 |
| 6.1. Importance économique..... | 10 |
| 6.2. Importance écologique..... | 11 |
| 6.2.1. Mise en valeur des sols pauvres..... | 11 |
| 6.2.2. Mise en valeur des sols sales..... | 11 |

| | |
|--|----|
| 6.2.3. Fixation des dunes..... | 11 |
| 6.3. Importance agronomique..... | 11 |
| 6.3.1. Intérêt fourrager..... | 12 |
| Chapitre II : Le stress salin : Effets et tolérance | |
| 1. Définition..... | 13 |
| 2. Répartition des sols salés dans le monde et en Algérie..... | 14 |
| 3. Effets du stress salin sur la plante..... | 15 |
| 3.1. Effets du stress salin sur la germination..... | 15 |
| 3.2. Effets du stress salin sur l'absorption..... | 16 |
| 3.3. Effets du stress salin sur la translocation..... | 16 |
| 3.4. Effets du stress salin sur la photosynthèse..... | 17 |
| 3.5. Effets du stress salin sur la croissance et le développement..... | 17 |
| 3.6. Effets toxiques de NaCl sur la plante..... | 18 |
| 3.6.1. Osmotique..... | 18 |
| 3.6.2. Stress ionique..... | 18 |
| 3.6.3. Stress nutritionnel..... | 19 |
| 4. Tolérance des plantes aux sels..... | 20 |
| 5. Le contrôle de la salinité..... | 21 |
| 5.1. Drainage..... | 21 |
| 5.2. Le lessivage..... | 21 |
| 6. La régulation du contenu salin..... | 22 |
| Partie expérimentale | |
| Chapitre I : Matériel et méthodes | |
| 1. Matériel végétal..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 2. Matériel de laboratoire..... | 24 |
| 3. Dispositif Expérimental..... | 24 |
| 4. Les paramètres étudiés concernent..... | 25 |
| 5. Analyse Statistique..... | 26 |
| Chapitre II : Résultats et discussion | |
| 1. Présentation des résultats..... | 27 |
| 1.1. Précocité de la germination des graines..... | 27 |
| 1.2. Le taux quotidien de germination..... | 30 |
| 1.3. La vitesse de germination..... | 33 |
| 1.4. La durée de germination..... | 34 |
| 1.5. Taux cumulé de graines germées..... | 38 |
| 2. Discussion | 40 |
| Conclusion générale..... | 43 |
| Références bibliographique..... | 44 |
| Annexe..... | I |

Introduction

Dans les zones arides et semi arides, notamment dans le bassin méditerranéen, la salinisation des sols constitue l'un des facteurs abiotiques majeurs qui limitent la productivité végétale et le rendement agricole (HADJADJ et al, 2011). Au Maghreb et au Moyen-Orient, 15 millions d'hectares de terres agricoles sont sujettes à une salinisation croissante. La salinisation des sols prend des dimensions alarmantes en réduisant les terres cultivables et menaçant l'équilibre alimentaire de ces régions. L'introduction d'arbustes fourragers et/ou l'utilisation de ceux autochtones résistants à l'aridité, a été adoptée comme l'un des moyens utilisés pour la valorisation des sols dégradés dans l'Ouest d'Asie et le Nord d'Afrique (BOUDA et HADDIOUI, 2011). Deux démarches sont généralement envisagées pour améliorer les productions :

- le dessalement des eaux ou l'accroissement du lessivage des sols par drainage, opérations très coûteuses nécessitant des investissements importants ;
- la meilleure connaissance de la physiologie des plantes et de leur génétique de tolérance à la salinité, condition préalable pour réaliser des programmes de sélection d'espèces et de variétés tolérantes au stress salin (MEZNI et al ,1999).

Les Chénopodiacées représentent une famille d'halophytes hyper accumulatrices très importante qui mérite une attention toute particulière. Cette famille de plantes halophiles est très répandue en Algérie et est utilisée pour l'alimentation humaine et animale, surtout dans les régions à climats aride et semi-aride (BOUCHOUKH ,2010). A cette famille *l'Atriplex*, plante bien adaptée à l'aridité et à la salinité, 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. 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 (HADJADJ et al, 2011).

La caractérisation physiologique de la tolérance des végétaux à la salinité résulte des processus qui permettent au végétal d'absorber l'eau et les sels minéraux à partir de substrats à faibles potentiels hydriques, mais aussi de vivre en acceptant la présence importante de sels dans ses tissus; les halophytes qui accumulent le plus de sels, en particulier le chlorure de sodium, se signalent ainsi par une forte capacité d'élaboration de composés organiques, ce qui permet le maintien d'une haute pression osmotique interne qui favorise les échanges d'eau entre les compartiments externes et cellulaires(BOUCHOUKH, 2010).

Cette étude est réalisée dans l'objectif de comparer les niveaux de tolérance à la salinité de trois espèces du genre *Atriplex* : *Atriplex halimus* d'origine Algérienne(Djelfa), *Atriplex nummularia* d'origine Australienne et *Atriplex canescens* originaire des Etats Unis d'Amérique (USA).

Notre mémoire est divisée en deux parties

La 1^{ère} est la partie bibliographique, elle est formée par deux chapitres ; Chapitre I : Généralités sur le genre *Atriplex* et Chapitre II : Le Stress salin : effets et tolérance.

La 2^{ème} partie est La partie expérimentale, elle est formée par deux chapitres ; Chapitre I:Matériel et méthodes et Chapitre II : Résultats et discussion.

Chapitre I : Généralités sur le genre *Atriplex*

En Algérie, les nappes naturelles d'*Atriplex* renforcent principalement *Atriplex halimus*, *A. glauca*, *A. portulacoides* ; elles sont utilisées comme fourrage par les troupeaux (ovins et dromadaires) surtout dans les zones arides et semi-arides.

Dans la région de Challala où la pluviométrie est de 250 à 300mm/an les peuplements d'*Atriplex* produisent 2000 à 3000Kg de matière sèche/ha/an (BENREBIHA, 2003).

Les mesures de biomasse effectuées dans la région du Hodna dans des peuplements naturels d'*Atriplex halimus* Var. *schweinfurthii* donnent des valeurs voisines de 12 et 16 tonnes de matière fraîche/ha (FRANCLET et LE HOUEROU, 1971).

1. Position systématique

Le genre *Atriplex* comprend des plantes arbustes appartenant à la famille des *chénopodiacées* ordre des *chénopodiacées* (ANONYME, 1971). Il comprend environ 417 espèces (FRANCLET et LE HOUEROU, 1971). On note qu'en Afrique du nord le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées à 2 espèces naturalisées soit 7 espèces vivaces 1 espèce bisannuelle et 9 espèces annuelles (LE HOUEROU et PONTANIER, 1987).

2. Description du genre *Atriplex*

Le genre *Atriplex* est le plus grand et le plus diversifié de la famille des *chénopodiacées* et compte environ 400 espèces reproductives dans les régions tempérées, subtropicales et dans les différentes régions arides et semi-arides du monde. Il est particulièrement répandu en Australie où on peut déterminer une grande diversité d'espèces et de sous-espèces. Le genre *Atriplex* se compte 48 espèces et sous espèces dans le bassin méditerranéen (MAALEM, 2002). 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 in MULAS, 2004) ce genre comprend surtout des plantes herbacées vivaces et plus rarement des arbres et des arbustes. Les *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (MAALEM, 2002) elles sont donc en mesure de vivre sur des sols au taux élevé de sels inorganiques. Souvent, il s'agit de composants dominants des

marécages sales et vu que les sols salins sont typiques des milieux arides de nombreuses espèces présentent également des adaptations xérophytiques.

Les espèces du genre *Atriplex* sont caractérisées par le haut degré de tolérance à l'aridité et à la salinité et leur capacité de procurer des fourrages riches en protéines et en carotène par active durant les périodes défavorables de l'année.

Le genre *Atriplex* appartient au groupe des plantes en mesure de fixer le CO₂ par biosynthèse C₄. de nombreuses recherche ont démontré que ce type de plantes est caractérisé par une grande productivité, une résistance au déficit hydrique, une capacité particulière d'utilisation l'énergie lumineuse et un métabolisme qui exige du sodium comme élément essentiel.

Pratiquement tout les espèces appartenant au genre *Atriplex* sont dioïques, il existe cependant des arbustes monoïques (MULAS, 2004).

Tableau 1 : nombre approximatif des espèces d'*Atriplex* dans diverses régions et pays arides du monde (LE HOUEROU ,1992).

| Pays ou régions | Nombre d'espèces et/ou sous-espèces | Pays ou régions | Nombre d'espèces et/ou sous-espèces |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Etats unis | 110 | Baja Californie (Mexique) | 25 |
| Australie | 78 | Afrique de nord | 22 |
| Bassin médité | 50 | Texas | 20 |
| Europe | 40 | Afrique du sud | 20 |
| U RSS | 40 | Iran | 20 |
| Proche orient | 36 | Syrie | 18 |
| Mexique | 35 | palatine/Jordanie | 17 |
| Argentine | 35 | Algérie/Tunisie | 17 |
| Californie | 32 | Bolivie/Pérou | 16 |
| Chili | 30 | | |

3. Morphologie et physiologie

Les feuilles : sont alternées, pétiolées ou sessiles de la même consistance que le papyrus. Les espèces adaptées aux liliaux désertiques présentent des feuilles plus épaisses, pratiquement cartilagineuses recouvertes d'un épais du verts et de cristaux de sels qui peuvent forme un pseudo-tissus qui entouré le limbe foliaire des deux cotes. Les entre –nœuds sont souvent allonges, même si dans certains cas ils sont réduits au point de laisser les feuilles regroupées. Les formes des feuilles sont multiples : par exemple triangulaires de grandes dimensions, jusqu'à 6 cm de longueur, ovoïdales avec un apex aigu, ovoïdales avec un apex obtus, elliptiques d'une consistance herbacée, adaptées aux milieux de hautes montagne .l'anatomie foliaire est type **Kranz**, c'est-à-dire qu'elle présente une gaine de cellules chlorenquimatiques de grandes dimensions qui entourent les tissus vasculaires (MULAS, 2004).

Les fleurs : sont monoïques solitaires ou en glomérules, disposées au niveau de l'aisselle foliaire, mais aussi en épis terminaux .les fleurs males sont dépourvues de bractéoles, avec un périanthe en 3-5 parties. Les fleurs femelles sont protégées par deux bractéoles séparées ou à concrescence au moins à la base, durs ou cartilagineux. Le périanthe est absent ou rarement présent.

Le fruit : est contenu dans les bractées, le péricarpe est membraneux et normalement sépare des graines, la graine est droite, rarement horizontale, le périsperme est farineux la radicale se trouve en position basale, latérale ou apicale (MULAS, 2004).

4. Description d'espèces étudiées

4.1 *Atriplex nummularia*



Figure 1 : *Atriplex nummularia*

L'Atriplex nummularia : est un arbuste fourrager exotique originaire d'Australie. Son introduction a pour objectif à la fois l'alimentation des troupeaux et la protection du sol contre l'érosion. Cette espèce résiste d'une manière remarquable à des périodes de sécheresses prolongées (EZZAHIRI et al, 1986) .On peut l'utiliser dans les milieux où la pluviosité moyenne annuelle est inférieure à 200 mm (LE HOUEROU, 1992).

- La tolérance à la salinité est assez bonne et elle supporte la submersion pendant de longues périodes.
- La repousse après le broutage est rapide et très abondante.
- Les racines peuvent s'enfoncer dans le sol jusqu'à 10m, de manière à pouvoir exploiter les nappes d'eau superficielles.
- Les feuilles de la plante sont couvertes par des cuticules épaisses jouant un rôle très important dans la réduction de l'eau par transpiration (EZZAHIRI et al, 1986).

4.2. *Atriplex halimus*Figure 2 : *Atriplex halimus*

Systématique

Embranchement : spermatophytes

Sous embranchement : angiospermes

Classe : dicotylédones

Famille : *chénopodiacée*

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Atriplex halimus*

L'Atriplex halimus : est une espèce native d'Afrique du nord où elle est très abondante elle s'étend également aux zones littorales méditerranéennes l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'espèces (ABOURA, 2005). La plante adulte est un arbuste de 1 à 3 m de diamètre à port très ramifié, étalé ou dressé. Les touffes formées peuvent atteindre 1 à 3 m de diamètre.

Les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues luisantes, couvertes de poils vésiculeux et blanchâtres (BENREBIHA, 2003).

Les fleurs monoïques sont situées sur des inflorescences terminales composées de panicules d'épis (FRANCLET et LEHOUEIROU in BENREBIHA, 2003).

Les fruits sont des akènes et possèdent à leur base des valves fructifères cornées et papyracées de 0.3 à 0.4 cm de longueur et de 0.4 à 0.5 cm de longueur.

La graine est entourée par deux téguments fins (le premier brun, le deuxième clair) ; elle comprend un embryon unique, annulaire entourant l'albumen farineux (BENREBIHA, 2003). *Atriplex halimus* comprend deux sous espèces

-*Atriplex halimus subsp halimus* : est facilement identifiable grâce à son habitus droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes (20) et recouvertes de feuilles (MULAS, 2004)

-*Atriplex halimus subsp schweifurthii* : présente un habitus broussailleux avec des branches très enchevêtrées ; les branches fructifères ont une longueur d'environ 50 cm et sont pourvues de feuilles. Les populations des deux sous espèces présentent une grande variabilité en particulier pour ce qui concerne le rapport entre les feuilles et les parties ligneuses, l'appétibilité et l'habitus (MULAS, 2004).

4.3. *Atriplex canescens*



Figure 3 : *Atriplex canescens*

Systematique

Embranchement : spermaphytes

Sous embranchement : angiospermes

Classe : dicotylédones

Famille : *chénopodiacée*

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Atriplex canescens*

Espèce originaire du Nord-Ouest Américain, on la trouve au Colorado, Utah, Wyoming, Nevada, New Mexico, Ouest du Texas et le nord du Mexique. C'est un arbuste buissonneux de 1 à 3 m de haut, formant des touffes de 1 à 3 m de diamètre. Le port est plus au moins intriqué, les rameaux blanchâtres, les feuilles courtement pétiolées, entières alternes, linéaires, lancéolées, uninerviées, et grisâtres de 3 à 5 cm sur 0,3 à 0,5 cm accompagnées de feuilles axillaires plus petites (0,5 à 1,5 sur 0,1 à 0,3 cm). L'inflorescence est dioïque, en épis simples ou panicules au sommet des rameaux pour les

males axillaires ou en épis su terminaux pour les femelles(FRANCLET et LE HOUEROU,1971 in MAALEM,2002).

5. Technique culturales pour le genre *Atriplex*

5.1. Technique de propagation et plantation

Malgré la possibilité de diffuser par multiplication asexuée les principales espèces arbustives du genre *Atriplex*, la technique de multiplication la plus répandue est celle qui utilise les graines, avec la gestion des plants en pépinières de nombreuses recherches ont été effectuées pour améliorer la germinabilité des graines. Les distances de plantation sont liées à la productivité moyenne par plante, qui tend généralement à diminuer en présence de densités plus élevées en passant de 2,5 à 10 plantes par hectare (MULAS, 2004).

5.2. Irrigation

Le genre *Atriplex* est en mesure de pousser et de se reproduire dans des conditions de pluviosité comprises entre 100-400 mm de pluie par an, produisant 1000et3000 kg de ms/ha an .De nombreux travaux ont montré que *l'Atriplex* utilisant l'eau avec une grande efficience. En effet pour *A.nummularia* *A.halimus*, *A.canescens*, ont été obtenues des valeurs de production égales à 10-20 kg de ms/ha par mm/an de pluie (MULAS, 2004).

6. Importance des *Atriplex*

De nombreuses expériences réalisées en Australie, aux USA et en Afrique du Nord, ont montré l'importance des *Atriplex*. Les *Atriplex* constituent avec les kochia, le support principal de l'industrie pastorale de la région Australienne (FRANCLET et LEHOUEROU 1971 in BENREBIHA, 2003).

6.1. Importance économique

Les nappes *d'Atriplex* servent comme pâturage particulièrement pour les ovins. Elles présentent un intérêt relativement important dans les régions arides et semi-arides qui enregistrent un déficit fourrager de plus en plus important.

La production fourragère bien qui ayant un maximum en fin de printemps, peut être exploitée dans certains milieux presque tout l'année (FROMENT, 1972).

6.2. Importance écologique

6.2.1. Mise en valeur des sols pauvres

Les Atriplex sont parmi les arbustes, les mieux adaptés aux régions arides et aux sols pauvres. D'autre part, la couverture *d'Atriplex* accroît considérablement la perméabilité des sols et l'augmentation de drainage dans les horizons superficiels. Elle permet la reconstitution d'un tapis végétal herbacé.

Les Atriplex permettent également de remettre en état de nombreux pâturages à flore et sol dégradés. Selon FRANCKET et LE HOUEROU (1971), des essais de semis réalisés en Tunisie (souassi) ont donné des résultats intéressants et moyennant très peu de frais. Il importe cependant de disposer des quantités considérables de semences que nécessitent ces opérations. Les espèces à utiliser dans ces conditions sont : *Atriplex glauca* et *Atriplex halimus*.

6.2.2. Mise en valeur des sols sales

Les plantations *d'Atriplex* peuvent permettre la récupération de zones salées, *Atriplex halimus* est particulièrement résistant au NaCl. *Les Atriplex* peuvent aussi « déstaliniser » les sols. En effet, la teneur de NaCl atteint 20% de la matière sèche pour *Atriplex nummularia* (SARSON, 1970 in BENREBIHA, 2003). Il est donc possible d'extraire d'un hectare 1100kg de NaCl en une année de culture (FRANCKET et LE HOUEROU, 1971). Il convient ainsi d'utiliser et d'introduire *les Atriplex* dans la région agricoles menacées par la salinité

6.2.3. Fixation des dunes

L'emploi des *Atriplex* s'est extrêmement efficace pour la fixation rapide des dunes. Selon FRANCKET et LE HOUEROU (1971) les boutures racinées *d'Atriplex nummularia* ont maîtrisé l'épandage des sables dans la région de REKKADA (Tunisie). En Algérie, des essais réalisés sur le cordon dunaire dans la région de Djelfa et Bou-Saada avec plusieurs espèces *d'Atriplex* semblent avoir donné un résultat satisfaisant.

6.3. Importance agronomique

Leur qualité de résistance à la sécheresse et leur faculté de se maintenir malgré un pâturage intense ont été les critères les importants dans le choix des *Atriplex*. Parmi les plantes testées, herbacées légumineuses, arbuste et arbre, *l'Atriplex* a donné les résultats les plus intéressants restants parfaitement vert et se développant à une vitesse très supérieure (ANONYME, 1980).

6.3.1. Intérêt fourrager

Dans les régions arides *les Atriplex* présentent un très grand intérêt fourrager en raison de leur :

- Rusticité,
- Bonne valeur fourragère,
- Résistance élevée à la sécheresse,
- Excellent rendement pour de faibles doses d'eau,
- Faculté de tolérer des salures élevées

Les nappes *d'Atriplex* peuvent être utilisées dans l'alimentation des animaux (ovins surtout) par pâturage direct. *L'Atriplex* présente un intérêt fourrager surtout en période de sécheresse, saisonnière et inter-annuelle (ANONYME ,1974).

Chapitre II : Le stress salin : Effets et tolérance**1. Définition**

La salinité est la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol. Cette définition tiens compte du fait que :

Les ions du sel soluble retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente.

Tous les ions en excès sont nuisibles pour les plantes, figure(1) (SLAMA, 2004).

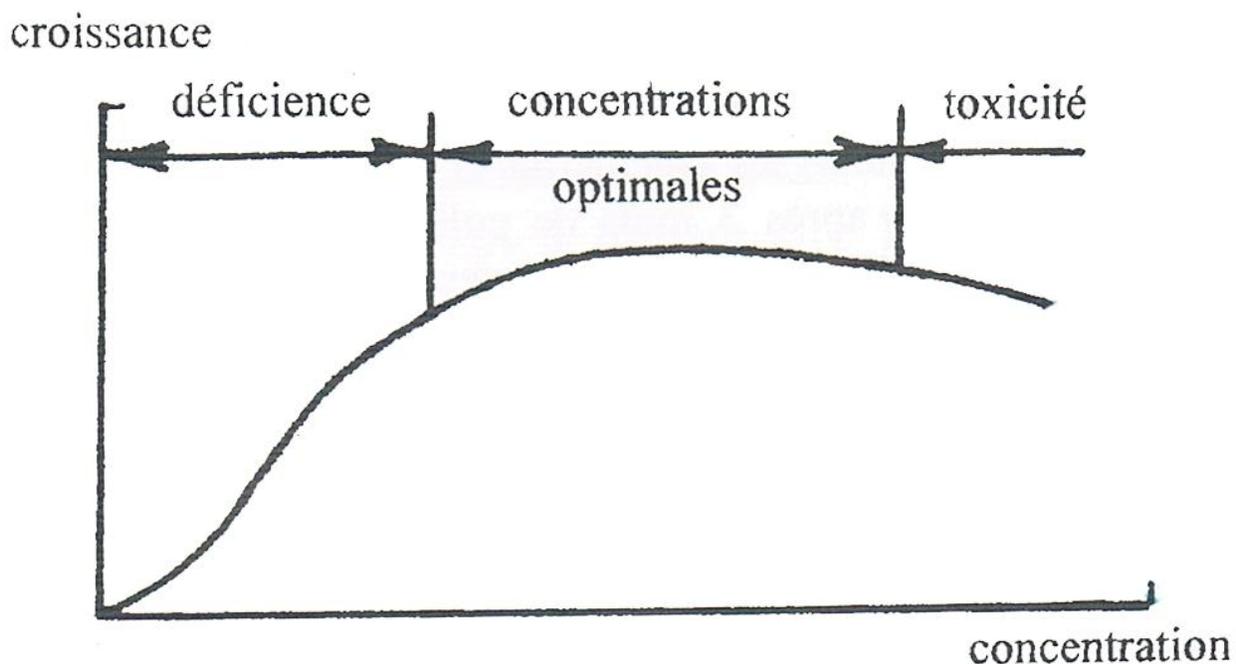


Figure 4: Forme générale de la courbe d'action concentration -croissance (SLAMA, 2004).

2. Répartition des sols salés dans le monde et en Algérie

A l'échelle mondiale, les sols salés occupent des surfaces étendues, soit 24% environ des terres agricoles, et constituent un grand problème pour l'agriculture. Leur distribution géographique se superpose presque entièrement à celle des zones arides, semi-arides du globe et des zones côtières (HAFOUA, 2005).

En Algérie, les sols agricoles sont dans leurs majorités, affectés par la salinité ou susceptibles de l'être (HAFOUA, 2005).

Les sols salins sont très répartis dans les basses plaines d'Oranie, dans la vallée de Mina près de Rélizane, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts, ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et au-delà (HAFOUA, 2005).

Tableau 2: Répartition géographique des terres affectées par la salinité (BIDAI Y)

| Région | Millions d'ha | % |
|------------------------------|---------------|-------|
| Australie | 357.3 | 37.42 |
| Asie du Nord et Centrale | 211.7 | 22.17 |
| Amérique du Sud | 129.2 | 13.53 |
| Asie du Sud | 87.6 | 9.17 |
| Afrique | 80.5 | 8.43 |
| Europe | 50.8 | 5.32 |
| Amérique du Nord | 15.7 | 1.64 |
| Mexique et Amérique Centrale | 20 | 2.09 |
| Asie du Sud Est | 2 | 0.2 |
| TOTAL | 954.8 | |

Les sols salés d'Algérie sont caractérisés en général par une conductivité électrique supérieure à 7 ds/m et un pourcentage de sodium échangeable qui varie de 5 à 60 % de la C.E.C (HAFOUDA, 2005).

3. Effets du stress salin sur la plante

L'eau est une ressource indispensable pour les végétaux. Sa présence est une condition incontournable pour que toute plante puisse se développer et assurer ses fonctions physiologiques vitales.

Cependant, suivant le milieu naturel, cette ressource n'est pas toujours facile d'accès dans le sol. Ainsi les plantes présentes sur des surfaces sèches et salées vont se retrouver exposées à un stress hydrique important, contre lequel elles devront lutter pour survivre. Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal: d'un côté, la présence de sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante et de l'autre, l'absorption de sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules. Face à ce danger, toutes les plantes ne sont pas égales. Certaines, nommées glycophytes, ne sont pas capables de supporter la présence de sel. Les halophytes, au contraire, développent des réponses physiologiques pour assurer leur approvisionnement en eau tout en préservant leur métabolisme (CALU, 2006)

3.1. Effets du stress salin sur la germination

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche(BOUDA et al,2011); Ainsi, la germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (BOULGHALAGH et al, 2006) On peut considérer que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (MAILLARD, 2001) .

Beaucoup d'auteurs admettent que le stress salin peut affecter la germination de deux façons :

- En diminuant la vitesse d'entrées et la quantité d'eaux absorbée par les graines ;
- En augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans les graines à des doses qui deviennent toxiques (ARBAOUI ,1997).

3.2. Effets du stress salin sur l'absorption

Chez les plantes cultivées sur milieu témoin sans sel, la concentration totale de la solution foliaire en solutés organiques tend à diminuer avec l'avancement en âge des plantes, alors qu'un effet opposé est noté pour la concentration inorganique totale de la feuille (RAHMOUNE et al, 1997 ; BEN NACEUR et al, 2002)

Irriguer avec de l'eau chargée en sels réduit la faculté des racines des plantes à puiser de l'eau du sol. Entre deux irrigations, alors que l'humidité du sol diminue, les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines d'extraire l'eau du sol. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (Maillard, 2001) Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités l'absorption des éléments nutritifs du sol (TESTER et DAVENPORT, 2003 in JABNOUNE, 2008)

En présence de sel, l'absorption des cations Na^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} dépasse souvent celle des anions Cl^- , PO_4^- et NO_3^- , ce qui engendre un déficit anionique pour le végétal. Dans les feuilles, les Chlorures (Cl^-) sont toujours accumulés proportionnellement à la teneur globale en sel et en plus grande quantité que le Na^+ (RAHMOUNE et al, 2000) Le chlore, en entrant en compétition avec le NO_3^- , inhibe dans les plantes sensibles aux sels l'absorption et le transport à longue distance de cet anion vers les parties aériennes et engendre ainsi une carence nutritionnelle qui est estimée par la différence entre la teneur globale en cations majeurs Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} et Na^+ et la teneur en Cl^- (SLAMA, 1986 in LAMZERI, 2007) Le stress salin réduit dramatiquement la fixation de l'azote N_2 et l'activité nitrogenase de nodosités chez les légumineuses herbacées. le stress salin inhibe la fixation du nitrogène chez trois cultivars de *Phaseolus vulgaris* L. (BOUCHOUKH, 2010).

3.3. Effets du stress salin sur la translocation

La régulation du transport et de la distribution des ions dans les différents organes de la plante et à l'intérieur des cellules est un facteur essentiel du mécanisme de tolérance au sel (BOUCHOUKH, 2010) .Une étude faite par HAOUALA et al, (2007) sur le ray-grass anglais montre que cette espèce accumule plus de Na^+ et Cl^- dans ses feuilles que dans ses racines. Le ray-gra s apparaît ainsi comme une espèce du type «include» alors qu'il est classé comme une espèce moyennement sensible à la salinité. Les glycophytes, plantes poussant dans les sols non salés, paraissent généralement incapables d'assurer à la fois un transfert important d'ions des racines vers les feuilles ainsi qu'une

compartimentation cellulaire efficace. D'après GREENWAY et MUNNS (1980 in BOUCHOUKH, 2010), les plantes les plus résistantes sont celles qui évitent une absorption trop importante d'ions. Certaines glycophytes, comme le cotonnier ou l'orge, transportent et accumulent de grandes quantités de Na⁺ dans leurs feuilles.

Les espèces incapables de compartimer Na⁺ dans leurs feuilles sont nettement plus sensibles à la salinité. En effet, ces espèces semblent peu efficaces pour abaisser la concentration cytoplasmique de Na⁺, ce qui est peut-être l'une des causes essentielles de leur sensibilité au niveau cellulaire. Cependant, l'incapacité de débarrasser le cytoplasme de Na⁺ a pour conséquence que cet ion est facilement transporté dans le phloème de ces plantes (ZID et GRIGNON, 1986 in HAOUALA, 2007).

3.4. Effets du stress salin sur la photosynthèse

La teneur en sel élevée dans les tissus influence directement les enzymes photosynthétiques et par voie de conséquence les réactions d'échange de lumière et de gaz Or, la réduction de la photosynthèse à long terme entraîne l'inhibition de la formation et de l'expansion de la feuille ainsi que l'abscission précoce de cette dernière (BOUCHOUKH, 2010).

L'action du sel sur la photosynthèse peut être due à la diminution de la surface foliaire, à la baisse de la densité stomatique, à la réduction des démentions des stomates et à l'augmentation de la résistance stomatique .Mais, l'effet de NaCl sur la photosynthèse s'exerce aussi par la baisse de la teneur en chlorophylle (SLAMA, 2004).

3.5. Effets du stress salin sur la croissance et le développement

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente. Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (BOUZID, 2010).La salinité des sols et des eaux demeurent, pour les régions arides et semi arides, un obstacle majeur à la croissance des végétaux (BOUCHOUKH, 2010).Le sel affecte l'alimentation hydrique, minérale et les fonctions physiologiques des plantes suivant leur degré de tolérance. Il réduit aussi leur croissance et leur degré de sensibilité (SLAMA ,2004).

Un stress salin contrôle en effet les processus physiologique et les conditions déterminant la quantité et la qualité de la croissance des plantes (ARBAOUI, 1997).

3.6. Effets toxiques de NaCl sur la plante

Certains sels peuvent être toxiques pour les plantes et peuvent en affecter la balance nutritionnelle s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale.

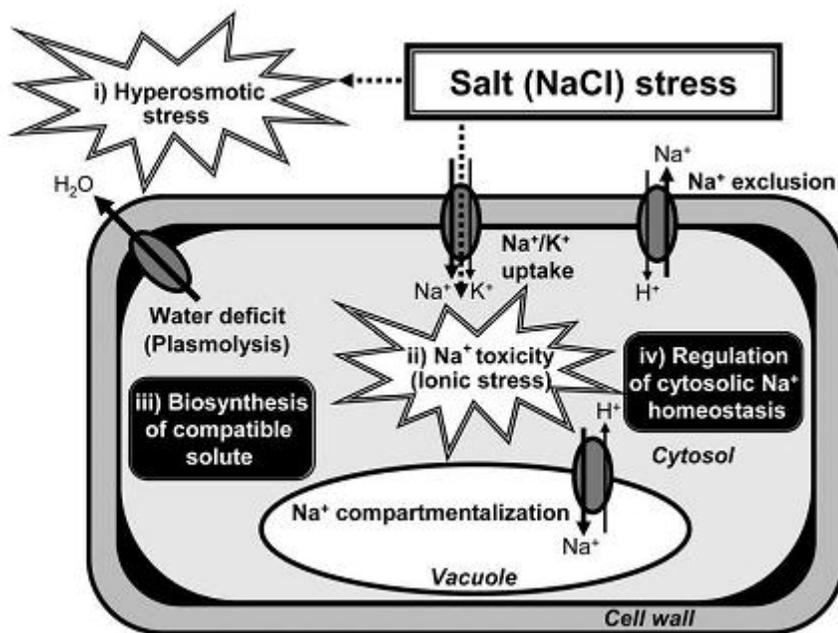


Figure 5 : Effets toxiques du NaCl sur la plante (JABNOUNE, 2008)

3.6.1. Osmotique

L'entrée de l'eau dans les tissus du cortex racinaire est assurée par capillarité et osmose. Elle est donc d'autant plus aisée que la solution du sol est à une pression osmotique plus faible (MANGEL et KIRKBY, 1982 IN SNOUSSI et HALITIM, 1998) Au fur et à mesure que la salinité du sol augmente, son potentiel osmotique diminue ce qui réduit la disponibilité de l'eau pour la plante (SNOUSSI et HALITIM, 1998).

3.6.2. Stress ionique

Des concentrations excessives d'ions chlorures et sodium dans la solution du sol peuvent Causer une toxicité dans la plante. Ces ions peuvent être absorbés soit par les racines soit par Contact direct avec les feuilles. Si l'eau d'irrigation a une salinité proche de concentrations Critiques, il sera nécessaire d'en doser précisément les concentrations en ions chlorites et sodium (MAILLARD, 2001).

Les ions Cl⁻ peuvent être absorbés par les racines et s'accumuler dans les feuilles. Ces ions peuvent provoquer une brûlure des extrémités des feuilles et un jaunissement prématuré de celles-ci. En général, la plupart des plantes boisées (arbres fruitiers à noyaux, citrus, avocatier) sont sensibles à ces ions alors que la majorité des légumes, plantes fourragères et fibreuses y sont moins sensibles.

Les symptômes de toxicités typiques aux ions sodium Na⁺ sont des brûlures de feuilles, le dessèchement et la mort des tissus sur les bords externes des feuilles, contrairement aux symptômes causés par des ions Cl⁻ qui apparaissent normalement à l'extrême pointe des feuilles.

On peut noter également que la présence excessive d'ions sodique, chlorique et borique peut provoquer une augmentation du pH du sol, ce qui a un effet indirect sur l'impossibilité d'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc et manganèse indispensable pour la croissance des plantes (MAILLARD, 2001).

3.6.3. Stress nutritionnel

Certains sels peuvent être toxiques pour les plantes et peuvent en affecter la balance nutritionnelle s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale (SNOUSSI et HALITIM, 1998).

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les Plantes : la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un Déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (LEVIGNERON et al, 1995 in HAOUALA et al, 2007) L'accumulation des ions Na⁺ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K⁺ et Ca²⁺. Il y aurait une compétition entre Na⁺ et Ca²⁺ pour les mêmes sites de fixation apoplasmique (HAOUALA et al, 2007)

L'effet dépressif du sel sur l'accumulation de K⁺ et Ca²⁺ est évident chez le blé dur (BOUAOUINA et al, 2000). Chez le blé, tout comme chez le riz et la canne à sucre, la Concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca²⁺. Chez *Brassica campestris L.*, qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na⁺ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg, K, N, P et Ca dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K⁺, Ca²⁺ ou NO₃⁻ deviennent limitant (HAOUALA et al, 2007)

Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui

limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (TESTER et DAVENPORT, 2003 in JABNOUNE, 2008).

4. Tolérance des plantes aux sels

La tolérance au sel des plantes diffère d'une espèce à l'autre selon les exemples cités au tableau n°3. Ceci montre qu'il est possible d'utiliser des eaux de salinité variable à condition de connaître son effet sur le sol (FAO, 1989). La réponse des plantes à la salinité dépend aussi des méthodes d'irrigation employées. C'est ainsi que les plantes tolèrent un haut niveau de la salinité de la solution du sol (jusqu'à 7 g/l) sous des conditions de faible stress hydrique résultant d'irrigation fréquentes.

**Tableau 3 : L'échelle de résistance aux sels de quelques plantes cultivées
(FARHI, et al ,2007)**

| | |
|-------------------------------|---|
| Très sensible | L'haricote, trèfle, oignon, pomme de terre |
| Sensible | Noyer, pommier, poirier, figuier, vigne, cerisier, avocatier |
| Moyennement sensible | Tournesol, pois, fève, vesce, soja, patate douce, agrumes, abricotier, amandier, tomate |
| Résistants | Asperge, épinard, cotonnier, certains riz, radis, sorgho |
| Extrêmement résistante | Palmier dattier, <i>Atriplex</i> , orge, olivier, seigle |

5. Le contrôle de la salinité

5.1. Drainage

Le drainage et la salinité constituent deux composantes essentielles de l'évolution des périmètres irrigués. La salinité du sol a pour origine des eaux minéralisées qui viennent l'imprégner, il s'agit d'une salinité d'origine externe et d'origine interne (DJOUDI I ,2008). Dans le premier cas, il s'agit d'une salinisation causée par les irrigations ou les inondations. Le second concerne les sols où le processus de salinisation est provoqué par la remontée de l'eau salée à la surface du sol. Mais dans les deux cas, l'absence de drainage entraîne une accumulation des sels dans le profil pédologique.

Donc la mise en place d'un réseau de drainage permet, avec l'irrigation de contrôler la salinité

en dessous d'un certain seuil pour le développement des cultures. L'installation d'un réseau de drainage pour la lutte contre la salinisation constitue un enjeu majeur pour la durabilité des périmètres irrigués (DJOUDI I, 2008).

5.2. Le lessivage

Le lessivage est un facteur clé de maintenir la salinité des sols à niveaux acceptables sans provoquer de dommages aux cultures. Le contrôle de la salinité dans cette zone est le plus souvent le résultat d'une irrigation appropriée et d'une meilleure gestion de drainage (DJOUDI I, 2008).

En régions arides, la quantité d'eau nécessaire pour le lessivage des sels est variable selon le type du sol. Pour les sols à texture sableuse, on considère le volume d'eau appliquée pour le lessivage des sels dépend de certains facteurs:

- ✓ De la distribution des sels dans le sol et de la teneur des sels;
- ✓ De la quantité et de la qualité des eaux de lessivage;
- ✓ De la perméabilité du sol ;
- ✓ De la conductivité hydraulique des sols et la technologie utilisée.

Généralement, les sels peuvent être lessivés en appliquant une dose d'eau plus importante ou bien supérieure aux besoins de la plante. Cette eau supplémentaire est appelée fraction de lessivage FL (FAO, 1988).

$$\text{Fraction de lessivage (FL)} = \frac{\text{Hauteur d'eau percolant sous la zone racinaire}}{\text{Hauteur d'eau appliquée en surface}}$$

En effet, Pour accroître l'efficacité de lessivage il faut que le lessivage doive être appliqué pendant la saison fraîche (plutôt que pendant la saison chaude) lorsque les pertes de FL sont plus faibles et avec des cultures plus tolérantes à la salinité qui exige une plus faible fraction de lessivage et donc une plus faible demande en eau. (HAMDY, 2002).

D'après HAMDY (2002), le contrôle de la salinité dans le sol lors de l'utilisation des eaux salées réside dans:

- ✓ La sélection variétale ou culturale plus tolérante à la salinité;
- ✓ L'utilisation des méthodes de préparation de la terre et de plantation qui aide à contrôler

la salinité dans le sol,

- ✓ Les procédures qui maintiennent une humidité suffisante pour un bon lessivage des sels,
- ✓ Enfin la maintenance des systèmes d'irrigation et de drainage.

6. La régulation du contenu salin

Les plantes halophytes peuvent réguler leur contenu salin par différentes voies:

▪ L'exclusion du sel

Chez certaines plantes cultivées la filtration au niveau des racines, empêche la salinité d'eau de devenir très élevée dans le système conducteur.

Presque aucune quantité de sel n'atteint les feuilles bien que les ions, Na^+ en particulier, sont enlevés par les racines. L'interruption du transport des sels existe aussi chez certaines plantes cultivées, et particulièrement chez les espèces halophobique l'excès en ions est retenu dans les racines, dans les tiges supérieures et dans les feuilles, ainsi la diminution de la quantité du sel qui atteint le méristème, les feuilles en développement et particulièrement les fruits. . .

▪ L'élimination des sels

Une plante peut se débarrasser de l'excès des sels par la synthèse des méthyle halides volatiles, à travers l'exsudation par les glandes et l'excrétion du sel à la surface des pousses, et en perdant les parties excessivement chargées en sels.

Les poils vésiculaires de quelque espèce du genre *Atriplex* dans les régions arides accumulent les chlorides dans la sève de la cellule, ces poils meurent puis ils seront remplacés par des nouveaux poils.

Une autre méthode de désalinisation est l'abscission des feuilles âgées qui vont accumuler une quantité considérable du sel alors que les jeunes feuilles sont capable d'accumuler le sel nécessaire pour assurer leur fonction normale puis grandissent pour remplacer les feuilles âgées qui sont tombés, c'est une caractéristique des plantes halophytiques à rosettes.

▪ Succulence du sel

Le facteur de stress dans l'action des sels sur le protoplasme n'est pas leur quantité totale mais plutôt leur concentration.

La concentration du sel peut être maintenue constante dans de longue période (par l'effet

d'osmose). Ce type de succulence induit par les ions de chlorides est répandu chez les halophytes des régions humides salines (*Salicornia* et autres plantes côtières de la famille *Chenopodiaceae* et le *Laguncularia*). Aussi comme l'xérohalophytes des régions arides salines, ces derniers représentent des caractéristiques typiques des succulences adaptées à la sécheresse.

▪ **La redistribution des sels**

Le Na⁺ et Cl⁻ peuvent être transporté facilement dans le phloème de façon que la concentration élevée dans les feuilles transpirantes peut être dilué par la distribution des sels dans la plante (WALTER, 2003).

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Les semences d'*Atriplex halimus* nous ont été remises par la division bioressources du CRSTRA. Biskra. Ces graines proviennent de la région de Djelfa de la station d'El Mesrane dans la steppe Algérienne

Les semences d'*Atriplex canescens* nous ont été remises par la division bioressources du CRSTRA. Biskra. Ces graines sont originaires des Etats Unis d'Amérique (USA).

Les semences d'*Atriplex nummularia*. Nous ont été remises par la division bioressources du CRSTRA. Biskra. Ces graines sont originaires d'Australie.

2. Matériel de laboratoire

- Eau distillée
- NaCl
- La palance
- Boîtes de pétri
- Papier filtrant
- Etuve
- Valve fructifères
- Pipete
- L'eau de javel

3. Dispositif Expérimental

Les graines sont décortiquées de leurs téguments manuellement, puis désinfectés par l'eau de javel à 25% pendant 10 minutes puis rincées abondamment à l'eau distillée.

Les essais de germination ont été effectués avec des graines dans des boîtes de pétri (9cm de diamètre et 1.3cm d'épaisseur) dans une étuve réglée à 20°C à l'obscurité. Les graines sont tapissées par deux couches de papier filtre humidifiées par les différentes concentrations (5ml) de NaCl (témoin; 5 ; 10; 15 ; 20 et 25g/l).

Chaque essai porte sur 40 graine soit 4 répétitions de 10graines par boite de pétré pour les deux espèces *Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia* mais pour l'*Atriplex canescens* Chaque essai porte sur 30 graine soit 3 répétitions de 10graines par boite de pétré.

Les mesures sont illustrées chaque jour pendant 14 jours, nous avons compté les grains germés (la germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments du grain).

4. Les paramètres étudiés concernent

- **La précocité de germination** : exprimée en pourcentage de graines germées le premier jour;
- **Le taux quotidien de germination** : exprimé en pourcentage;
- **La vitesse de germination** : exprimée en pourcentage.

Elle a été appréciée à partir de la relation de Kotowski(1926)

$$VG(\%) = \frac{N1+N2+\dots+Nn}{N1T1+N2T2+\dots+NnTt} \times 100$$

N1=nombre de graines germées au tempsT1

N2= nombre de graines germées au tempsT2

T1=1^{er} jour

T2=2^{eme} jour

- **La durée de germination** : la durée de germination est appréciée en jour par l'intervalle de temps entre la première graine germée et la fin de germination ;
- **Le taux cumulé de germination** : Le taux quotidien cumulé de la germination des graines récoltées de l'*Atriplex halims*, l'*Atriplex nummularia* et l'*Atriplex canescens* respectivement représente les valeurs obtenues pendant une durée de 14 jours, correspondant à la période dans laquelle la germination s'est terminée.

Il convient de signaler qu'un certain nombre de graines n'avaient pas du tout germé même au delà de cette période allant à 30 jours.

5. Analyse Statistique

Afin de déterminer la significativité des différents traitements appliqués sur les paramètres étudiés, nous avons procédé à des analyses de la variance et à la comparaison des moyennes, à chaque traitement à l'aide du logiciel statistique (**MINITAB**).

Chapitre II : Résultats et discussion

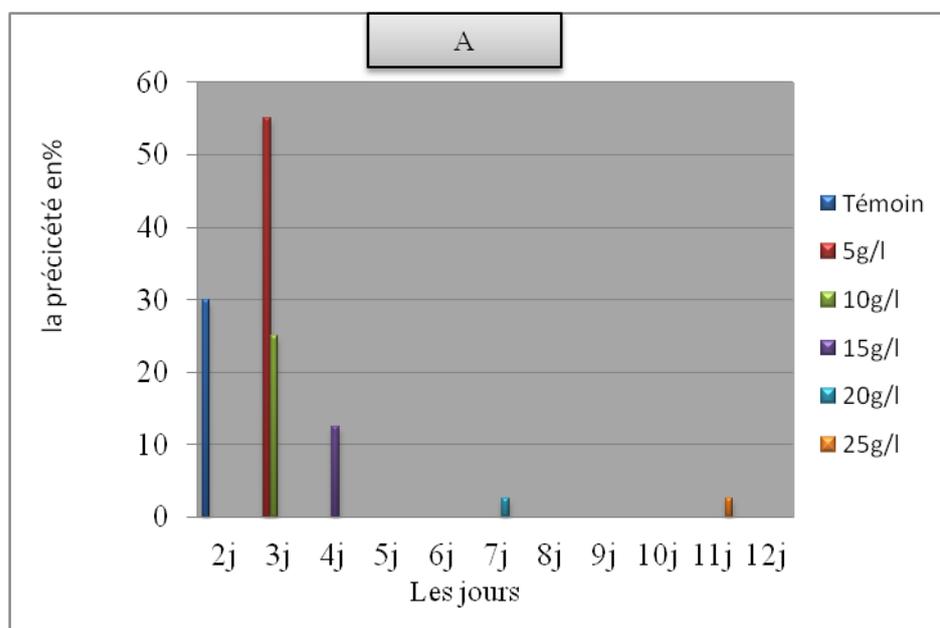
1. Présentation des résultats

Suite aux résultats obtenus ; nous avons déduis que la concentration de NaCl dans les milieux influe sur la germination des trois espèces étudiés.

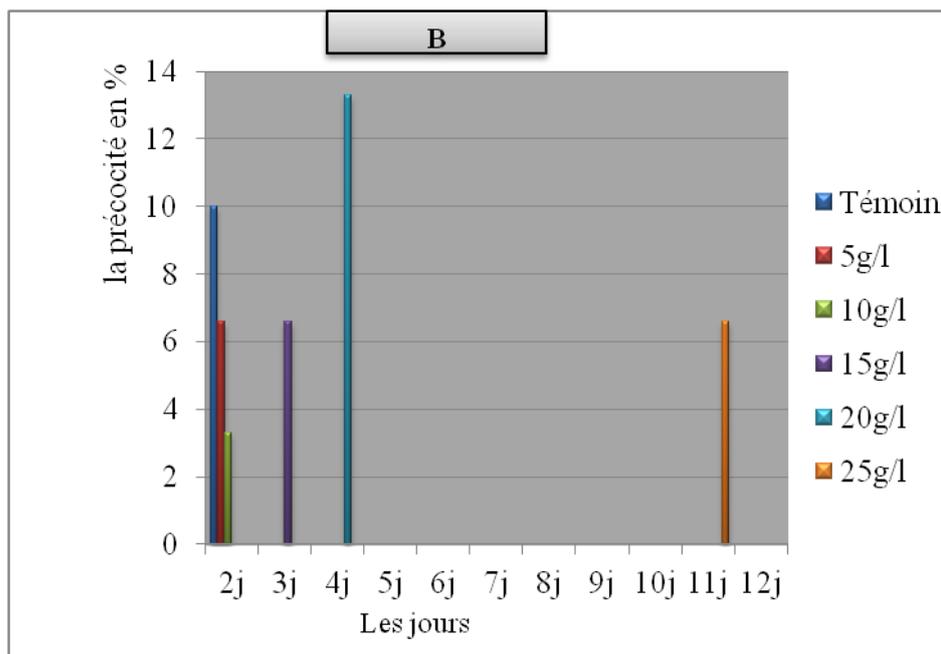
Dans la présente étude, nous nous sommes intéressé à l'effet des différentes concentrations de NaCl (0g/l, 5g/l, 10g/l, 15g/l, 20g/l et 25g/l) sur la germination d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex Nummularia*.

1.1. Précocité de la germination des graines

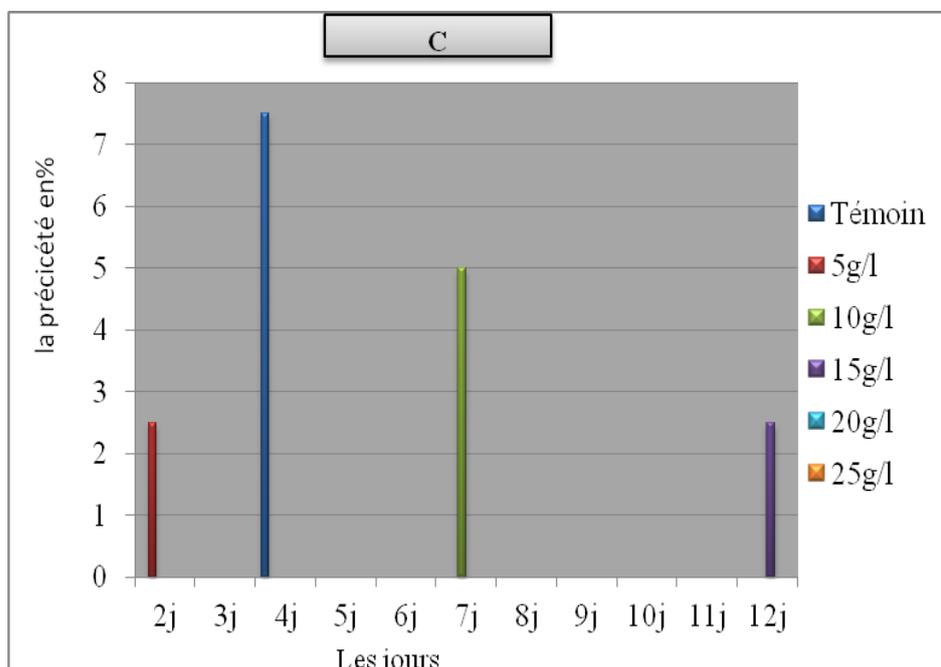
Selon les résultats obtenus lors de notre expérimentation qui sont illustrés dans la figure (6), un effet significatif de la salinité sur la précocité de germination quelque soit l'espèce étudiée a été enregistré, celui-ci est déjà confirmé par l'analyse de la variance à deux facteurs contrôlés (Annexe I).



Figure(6) : précocité de la germination des graines chez 3 espèces d'*Atriplex* ; *Atriplex halimus*(A), *Atriplex canescens*(B) et *Atriplex Nummularia*(C).



La suite



La suite

Pour les graines d'*Atriplex halimus* prélevées de la région de Djelfa présentées dans la figure6(A), la germination varie en taux selon la concentration en sel ,elle se déclenche à partir du 2^{ème} jour pour le témoin avec un taux quotidien de germination de 30% ,alors qu'avec 5g.l⁻¹ elle se déclenche à partir du 3^{ème} jour pour atteindre le taux maximal de55%.Avec 10g.l⁻¹ le taux quotidien de germination est de 25%enregistré le 3^{ème} jour .Au 4^{ème} jour, pour les graines cultivées à 15g.l⁻¹ ,nous avons enregistré 12.5%de germination. A partir de cette concentration la germination n'a

démarrée que tardivement, à partir du 8^{ème} jour avec 20g.l⁻¹ et au 12^{ème} jour à la plus haute concentration. Le taux de germination pour ces deux cas, n'excède pas 2.5%.

Pour les graines d'*Atriplex canescens* originaires des Etats Unis d'Amérique (USA) présentées dans la figure6(B), nous remarquons que la germination s'est déclenchée dès le 2^{ème} jour de semis chez le témoin et aux concentrations de 5g.l⁻¹ et 10g.l⁻¹. Elle atteint respectivement 10%, 6.6% et 3.3%. Les graines semées dans le milieu à 15g de NaCl germent le 3^{ème} jour à 6.6%. Le taux maximum de germination, 13.3% est obtenu avec 20g.l⁻¹. Avec 25g.l⁻¹ les graines n'ont germés qu'au 12^{ème} jour.

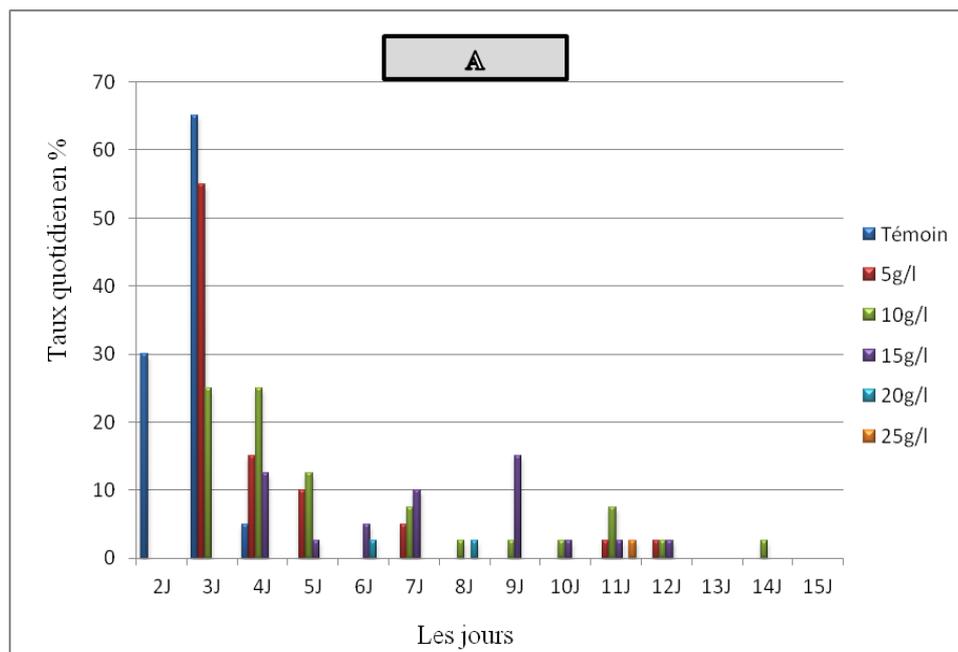
Les graines d'*Atriplex nummularia* originaire d'Australie présentées dans la figure6(C), semées dans le milieu 5g.l⁻¹, ont été les plus précoces à germer (2^{ème} jour), suivies du témoin (4^{ème} jour). Ce n'est qu'au 7^{ème} jour que s'est déclenchée la germination des graines semées dans le milieu à 10g.l⁻¹. Avec 15g.l⁻¹, la germination a été la plus tardive.

Sous les concentrations 20g.l⁻¹ et 25g.l⁻¹, aucune graine n'a germée.

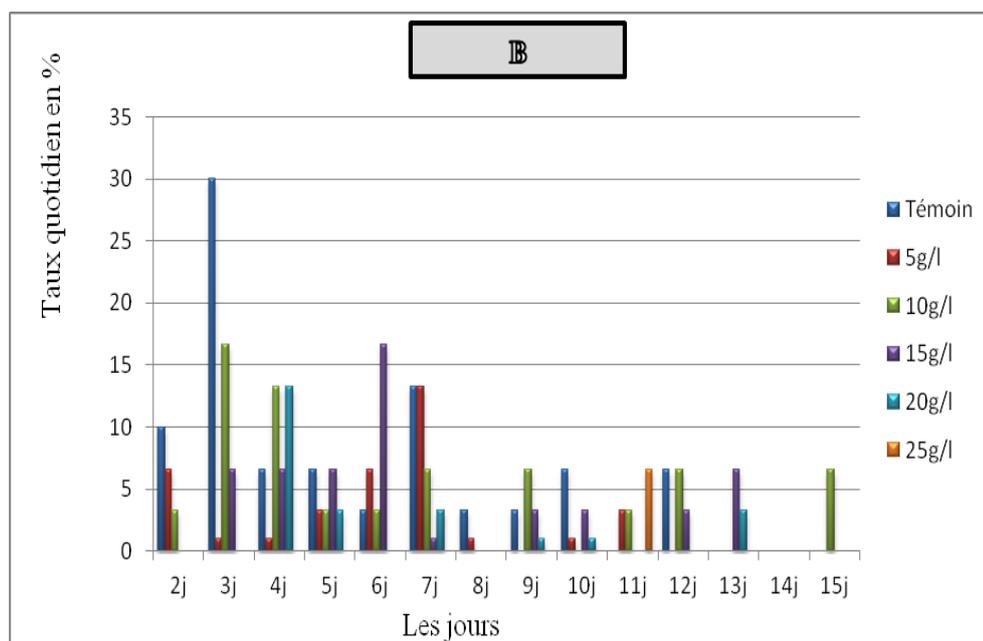
Selon l'intervalle de confiance (Annexe I), les espèces étudiées sont classées en trois groupes différents ; *Atriplex halimus* représente la moyenne la plus élevée (1.42%) par rapport aux autres espèces étudiées ; suivi par *Atriplex canescens* qui représente la moyenne (0.52%) et enfin *Atriplex nummularia* qui représente la moyenne la plus faible (0,19 %).

L'intervalle de confiance nous a permis également de classer les différents traitements de NaCl en deux groupes ; Groupe(1) comprend les traitements T et 5g/l représentant la moyenne la plus élevée (1,06 et 1,42 % respectivement) ; suivi par le groupe (2) qui comprend les traitements 10 ; 15 ; 20 ; 25g/l de NaCl (0,74 ; 0,48 ; 0,35 et 0,20 %)

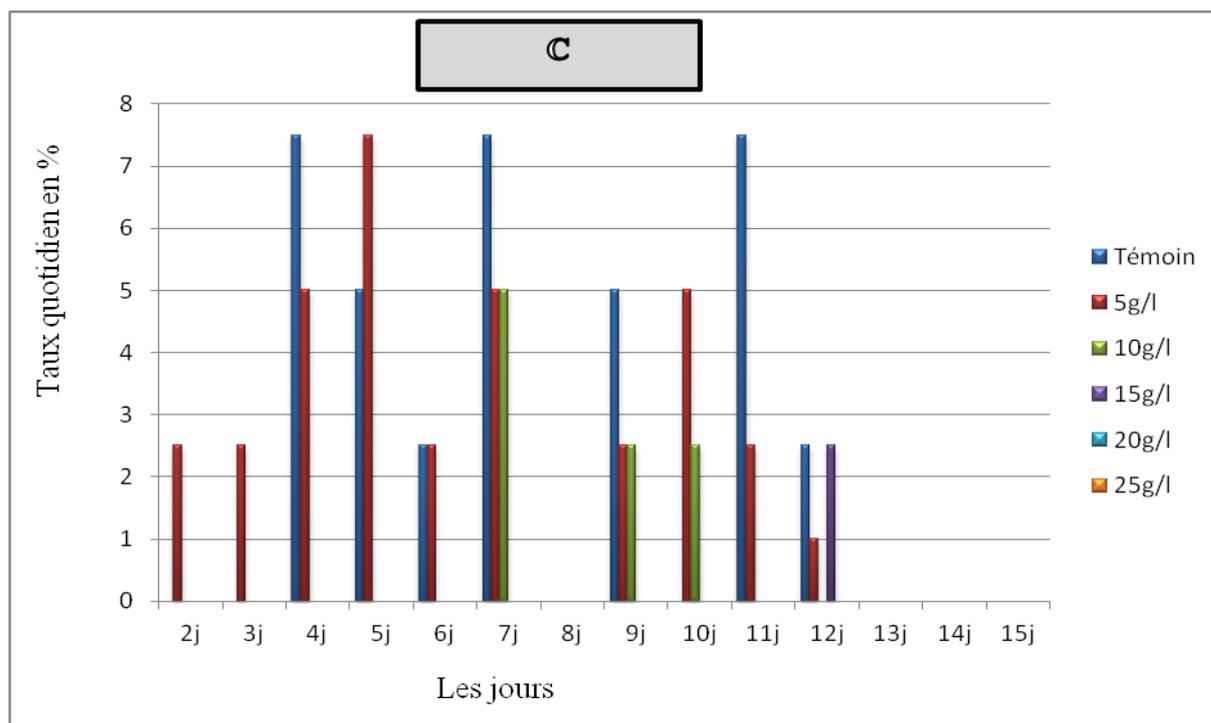
1.2. Le taux quotidien de germination



Figure(7) : Taux quotidien de la germination des graines chez 3 espèces d'*Atriplex* ; *Atriplex halimus*(A), *Atriplex canescens*(B) et *Atriplex nummularia* (C)



La suite



La suite

D'autre part, nous avons obtenus que la concentration de NaCl dans les milieux influe également sur le taux quotidien de germination des 3 espèces d'*Atriplex* étudiées.

L'analyse de la variance à deux facteurs contrôlés montre l'existence d'un effet significatif de la salinité sur le taux quotidien de germination quelque soit l'espèce étudié, celui-ci est déjà confirmé par (Annexe II).

Les résultats présentés dans la figure 7, permettent de remarquer que la germination des graines chez les 3 espèces d'*Atriplex*: *Atriplex halimus* (A), *Atriplex canescens* (B) et *Atriplex nummularia* (C) a commencé dès le deuxième jour de semis en boîte de Pétri.

Les profils de germinations quotidiennes chez les graines des trois espèces varient en taux selon la concentration en sel.

Les graines d'*Atriplex halimus* nourries à l'eau distillée germent jusqu'à un taux maximal de 65% atteint dès le 3^{ème} jour. Le 4^{ème} jour, ce taux baisse rapidement à 5% de graines germées, puis chute à 0% vers le 6^{ème} jour et se maintient ainsi le 8^{ème} jour, date d'achèvement de la germination. Sous le traitement 5g/l, 55% de graines germent le 3^{ème} jour, alors qu'au 4^{ème} jour ce taux baisse à 15%. Un taux de germination qui avoisine les 3% est enregistré les 6^{ème} et 8^{ème} jours. Avec 10g/l, un taux quotidien de germination de 25% est maintenu durant les 3^{ème} et 4^{ème} jours. Un ralentissement de la germination est observé les 5^{ème} et 7^{ème} jours avec respectivement 12.5% et 7.5%. Ce taux ne

dépasse guère 2.5% jusqu'au 14^{ème} jour, exception observée le 11^{ème} jour. Les graines semées dans le milieu à 15g/l de NaCl germent le 4^{ème} jour avec un taux de 12%. Au delà la germination devient très variable et n'atteint son maximum qu'au 9^{ème} jour. Sous les concentrations 20g/l et 25g/l, la germination devient très variable caractérisée par un faible taux de graines germées quotidiennement n'excédant pas 2.5%.

Pour les graines d'*Atriplex canescens*, la germination varie en taux selon la concentration en sel. La plus haute valeur est observée chez le témoin le 3^{ème} jour de semé. Sous les concentrations 5g/l, 10g/l et 15g/l, la germination est très variable, caractérisée par un taux intermédiaire à faible de graines germées quotidiennement. Cependant, les plus faibles taux ont été enregistrés avec les traitements 20g/l et 25g/l. Il est important de signaler qu'exceptionnellement pour la concentration 10g/l, la germination s'est prolongée jusqu'au 15^{ème} jour.

Selon l'intervalle de confiance (Annexe II), les espèces étudiées sont classées en trois groupes différents ; *Atriplex halimus* représente la moyenne la plus élevée (3,78%) par rapport aux autres espèces étudiées ; suivi par *Atriplex canescens* qui représente la moyenne (3,13%) et enfin *Atriplex nummularia* qui représente la moyenne la plus faible (0,96%).

L'intervalle de confiance nous à permis également de classer les différents traitements de NaCl en trois groupes ; Groupe(1) comprend un seul traitement T qui représente la moyenne la plus élevée (5,05%), suivi par le groupe (2) qui comprend les traitements 5 ; 10 et 15g/l correspondant respectivement (3,62 ; 3,77et 2,42%) et enfin le groupe (3) comprend les traitements 20 et 25g/l qui représentés les moyennes plus faibles (0,67 et 0,20% respectivement).

1.3. La vitesse de germination

La vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus* ; d'*Atriplex nummularia* et d'*Atriplex canescens* selon la concentration en NaCl.

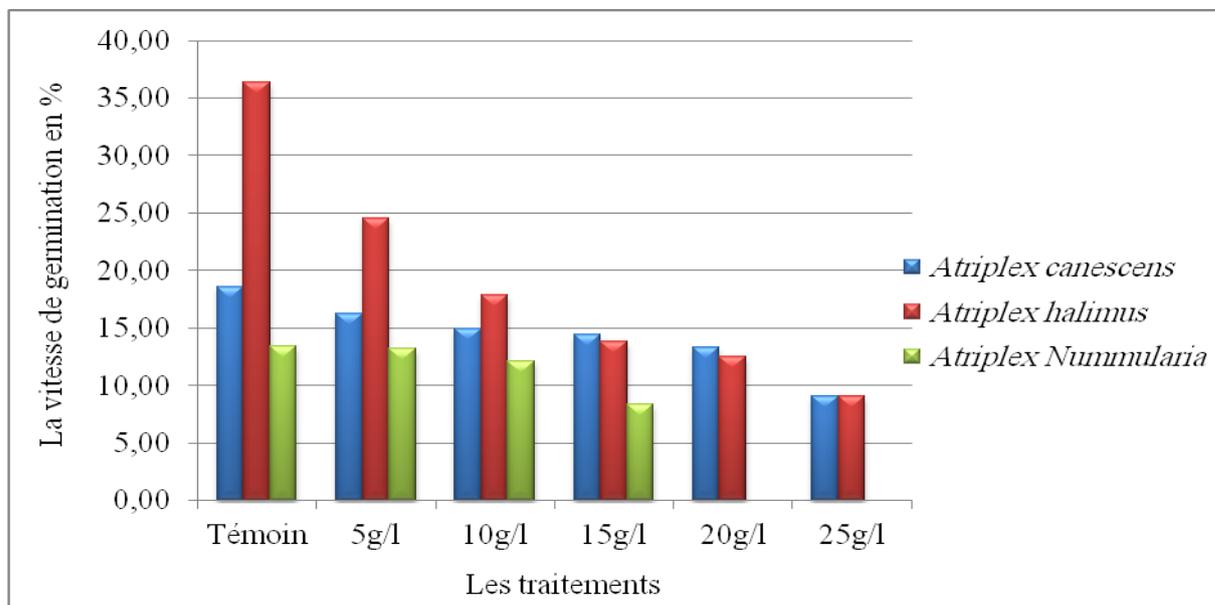


Figure (8) : La vitesse de germination chez 3 espèces étudiées d'*Atriplex*

En plus, nous avons obtenus que la concentration de NaCl dans les milieux influe aussi la vitesse de germination des grains des 3 espèces étudiées.

La figure (8) montre que la vitesse de germination varie distinctement avec l'espèce et le traitement. Un effet significatif de la salinité sur la vitesse de germination, confirmé par l'analyse de la variance à deux facteurs contrôlés (Annexe III) a été obtenu.

Dans l'ensemble, les grains séjournant dans l'eau distillée évoluent plus rapidement que les graines traitées.

L'adjonction des solutions salines ralentisse la vitesse de germination chez les trois espèces d'*Atriplex*. En effet à 5g/l, 10 g/l, 15 g/l, 20g/l et 25g/l, le sel provoque un ralentissement significatif de la vitesse de germination comparé au témoin et ce ralentissement augmente progressivement avec l'augmentation de la concentration saline.

Il est à noter que la réponse à la salinité devient nulle à partir de 20% pour *Atriplex nummularia*

Selon le tableau de l'intervalle de confiance on a observé un classement des espèces selon la vitesse globale de la germination en trois groupes (Annexe III) ; *Atriplex halimus* qui représente la moyenne plus élevée (17,64 %) par rapport aux autres espèces étudiées ; suivi par *Atriplex*

canescens qui représente la moyenne (13,44 %) ; et enfin *Atriplex nummularia* qui représente la moyenne la plus faible (7,32%)

L'intervalle de confiance nous a également permis de classer les différents traitements de NaCl en quatre groupes ; Groupe(1) comprend un seul traitement T qui présenté une moyenne plus élevée (21,24 %) ; le groupe (2) qui comprend le traitement 5 g/l de NaCl (16,77%) ; suivi par le groupe (3) qui comprend les traitements 10 et 15 g/l de NaCl (13,96 et 11,36% respectivement) ; et enfin le groupe (4) qui comprend les traitements 20 et 25 g/l de NaCl qui représentés les moyennes plus faibles (8,01 et 5,45% respectivement).

1.4. La durée de germination

Selon l'analyse de variance (Annexe IV), la durée de germination est différente d'une espèce étudiée à l'autre et au sein de la même espèce, des différences sont observées entre les différents niveaux de stress salin.

Tableau4: Délai des premières graines germées de l'*Atriplex halimus* selon la concentration en NaCl

| | | Témoin | 5g/l | 10g/l | 15g/l | 20g/l | 25g/l |
|-----------------|-----------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|
| | | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** |
| <i>Atriplex</i> | 1 ^{eres} graines germées | 2 3 | 3 5.5 | 3 2.5 | 4 1.25 | 7 0.25 | 11 0.25 |
| <i>halimus</i> | Derniers graines germées | 4 0.5 | 12 0.25 | 14 0.25 | 12 0.25 | 9 0.25 | 11 0.25 |

*=Nombre de jours de germination après le semis

**=Taux de graines germées

Tableau5 : Délai de première graine germée de l'*Atriplex nummularia* selon la concentration en NaCl

| | | Témoin | 5g/l | 10g/l | 15g/l | 20g/l | 25g/l |
|----------------------------|---------------------------------|---------|--------|---------|---------|-------|-------|
| | | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** |
| <i>Atriplex nummularia</i> | 1 ^{er} graines germées | 4 0.75 | 2 0.25 | 7 0.5 | 12 0.25 | 0 | 0 |
| | Derniers graines germées | 12 0.25 | 12 1 | 10 0.25 | 12 0.25 | 0 | 0 |

*=Nombre de jours de germination après le semis

**=Taux de graines germées

Tableau6: Délai des premières graines germées de l'*Atriplex canescens* selon la concentration en NaCl

| | | Témoin | 5g/l | 10g/l | 15g/l | 20g/l | 25g/l |
|---------------------------|---------------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
| | | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** | * ** |
| <i>Atriplex Canescens</i> | 1 ^{er} graines germées | 2 1 | 2 0.33 | 2 0.66 | 3 0.66 | 4 1.33 | 11 0.66 |
| | Derniers graines germées | 5 0.66 | 14 0.66 | 12 1 | 13 0.66 | 13 0.33 | 11 0.66 |

*=Nombre de jours de germination après le semis

**=Taux de graines germées

Suite aux résultats obtenus ; nous avons constaté que la concentration de NaCl dans les milieux influe sur la durée de germination des 3 espèces étudiées.

D'après les résultats de notre travail qui sont illustrés dans les tableaux 4, 5 et 6 nous avons remarqué l'existence d'un effet significatif de la salinité sur la durée de germination quelque soit l'espèce étudiée celui-ci est déjà confirmé par l'analyse de la variance à deux facteurs contrôlés (Annexe IV).

Lorsque les graines d'*Atriplex halimus* sont arrosées à l'eau distillée, la germination s'achève au bout de 2 jours avec un taux de 3% de graines germées. Le 4^{ème} jour, ce taux baisse rapidement à 0.5% de graines germées, alors qu'avec 5g.l⁻¹ elle se déclenche à partir du 3^{ème} jour pour atteindre le taux maximal de 5.5%, ce taux baisse à 0.25% dans le 12^{ème} jour. Avec 10g.l⁻¹ le taux de graines germées est de 2.5% enregistré le 3^{ème} jour, alors que ce taux baisse à 0, 25% pour le 14^{ème} jour. Pour les graines cultivées à 15g.l⁻¹, nous avons enregistré un taux de 1,25% de germination à partir du 4^{ème} jour, ce taux baisse à 0, 25% pour le 12^{ème} jour.

Pour les concentrations plus élevées 20 g/l et 25g/l de NaCl la germination est déclenchée à partir du 7^{ème} et 11^{ème} jour respectivement, nous avons enregistré un taux de 0,25% de graine germée.

Pour les graines d'*Atriplex nummularia* originaire d'Australie présentées dans le tableau (5) semées à l'eau distillée, la germination se déclenche à partir le 4^{ème} jour avec un taux de graine germée de 0.75%. Le 12^{ème} jour, ce taux baisse à 0.25% de graines germées, alors qu'avec 5g.l⁻¹ elle se déclenche à partir du 2^{ème} jour pour atteindre le taux de 0.25%. Avec 10g.l⁻¹ le taux de graines germées est de 0.5% enregistré le 7^{ème} jour, alors que ce taux baisse rapidement à 0, 25% pour le 10^{ème} jour, alors que dans le traitement 15g/l la germination est déclenchée après le 12^{ème} jour avec un taux de 0.25% de graine germée.

Les graines d'*Atriplex canescens* originaires des Etats Unis d'Amérique (USA) présentées dans le tableau (6), nous remarquons que la germination s'est déclenchée dès le 2^{ème} jour de semis chez le témoin et aux concentrations de 5g/l et 10g/l mais la durée de germination et le taux de graine germée est variés avec l'espèce et les traitements de NaCl. Pour les graines qui sont arrosées à l'eau distillée, nous avons enregistré un taux de 1% germination. Le 5^{ème} jour, ce taux baisse rapidement à 0.66% de graines germées, alors qu'avec 5g.l⁻¹ et 10g.l⁻¹, nous avons enregistré un taux de 0.33% et 0.66 de graine germée respectivement, ce taux de germination est stabilisée après le 14^{ème} et 12^{ème} jour respectivement. Avec 15g.l⁻¹ le taux de graines germées est de 0.66% enregistré le 3^{ème} jour, alors que pour 20g.l⁻¹ la germination se déclenche à partir du 4^{ème} jour pour atteindre le taux

de 1.33%, ce taux baisse à 0.33% dans le 13^{ème} jour, alors qu'avec 25g/l la germination se déclenche à partir du 11^{ème} jour avec un taux n'excédant pas 0.66% de graines germées.

Pour l'*Atriplex nummularia* la germination est inhibée dans les traitements 20 et 25g/l de NaCl. En outre, selon nos résultats on a montré aussi un effet significatif de l'espèce quelque soit les concentrations de NaCl ; les espèces étudiées sont classées en trois groupes (Annexe IV) ; *Atriplex canescens* qui représente la moyenne la plus élevée (7,00%) par rapport aux autres espèces étudiées ; suivi par *Atriplex halimus* qui représente la moyenne (5,13%) ; et enfin *Atriplex nummularia* qui représente la moyenne la plus faible (3,42%).

L'intervalle de confiance nous a permis de classer les différents traitements de NaCl en quatre groupes ; Groupe(1) comprend un seul traitement 5g/l de NaCl représente la moyenne la plus élevée (9,64 %) ; le groupe (2) qui comprend les traitements 10 et 15g/l de NaCl (7,47 et 5,91% respectivement) ; le groupe (3) qui comprend les traitements T et 20 g/l de NaCl (4,04 et 3,42 % respectivement) ; et enfin le groupe (4) qui comprend le traitement 25 g/l de NaCl qui représente la moyenne la plus faible (0,62%).

1.5. Taux cumulé de graines germées

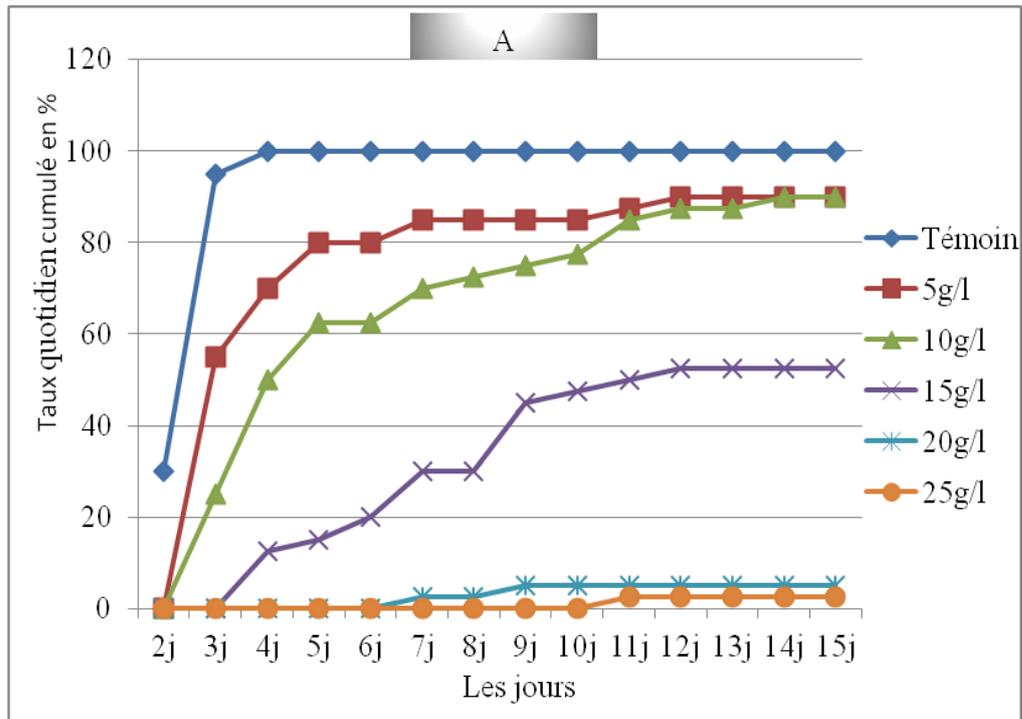
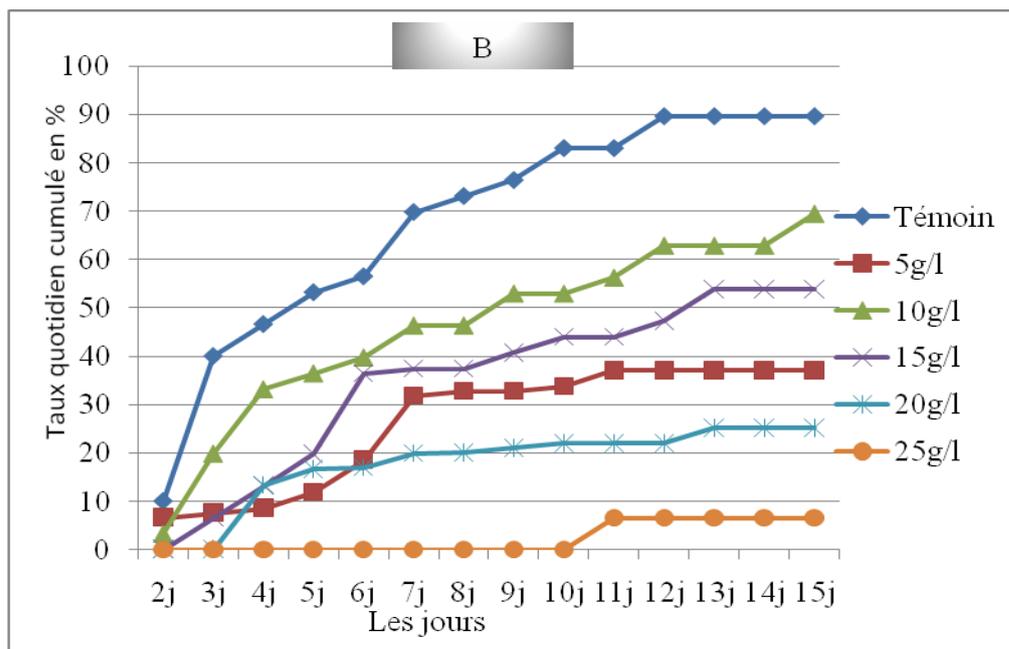
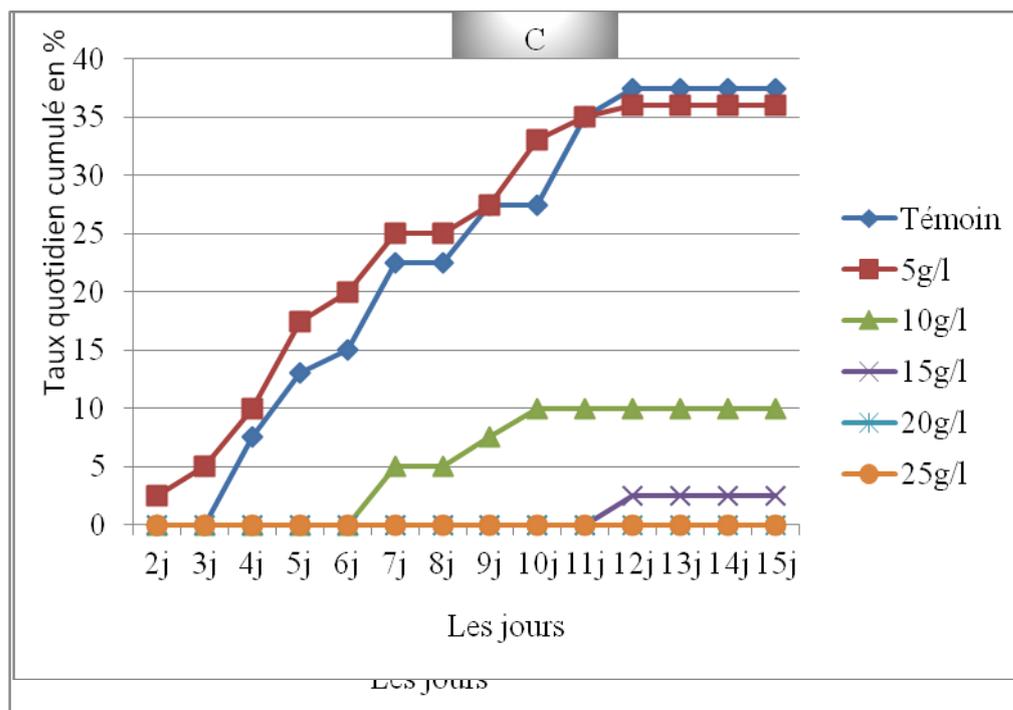


Figure (9) : Le taux cumulé de la germination chez les 3 espèces d'*Atriplex* étudiées ; *Atriplex halimus*(A), *Atriplex canescens*(B) et *Atriplex nummularia* (C)



La suite



La suite

Le taux cumulé de la germination des graines d'*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et d'*Atriplex canescens* représente les valeurs obtenus pendant une durée de 14 jours, correspondant à la période dans le quelle la germination s'est terminée. Il convient de signaler qu'un certain nombre des graines n'avaient pas du tout germées au delà de cette période voir (Annexe V).

La comparaison inter-traitement montre que le taux cumulé de graines germées est inversement proportionnel à la concentration en NaCl, pour les graines d'*Atriplex halimus*.

Néanmoins des variations dans les valeurs des taux cumulées de germination se distinguent selon la concentration en NaCl et l'espèce.

Les graines d'*Atriplex canescens* traitées à 10g/l présentent des taux cumulés supérieurs à celles traitées à 5g/l de NaCl.

Tandis que pour les graines d'*Atriplex nummularia* le traitement 5g/l connaît une légère augmentation de germination par rapport au témoin.

Selon les résultats de notre travail représentés dans la figure(9) nous avons remarqué l'existence d'un effet significatif de la salinité sur le taux cumulé de la germination quelque soit l'espèce étudiée. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance à deux facteurs contrôlés (Annexe V).

Pour l'*Atriplex nummularia* la germination est totalement inhibée dans les concentrations 20 et 25 g/l de NaCl figure 9 (C).

Selon nos résultats il est important de noter aussi un effet significatif d'espèce quelque soit les concentrations de NaCl (figure 9) ; les espèces étudiées sont classées en trois groupes (Annexe V) ; *Atriplex halimus* qui représente la moyenne la plus élevée (42,7 %) par rapport aux autres espèces étudiées ; suivi par *Atriplex canescens* qui représente la moyenne (30,4 %) ; et enfin *Atriplex nummularia* qui représente la moyenne la plus faible (8,4 %).

En outre, l'intervalle de confiance nous a permis de classer les différents traitements de NaCl en quatre groupes ; Le 1^{er} groupe qui est représenté par T et dont la moyenne est la plus élevée (57,7 %) ; le 2^{ème} groupe qui est représenté par les traitements 5 et 10 g/l de NaCl (39,7 et 36,9 % respectivement) ; le 3^{ème} groupe est représenté par le traitement 15 g/l de NaCl (21,3 %) ; le 4^{ème} groupe est représenté par les traitements 20 et 25 g/l de NaCl et dont la moyenne est la plus faible (6,4 et 1,0 % respectivement).

2. Discussion

La présente étude fournit des informations pouvant aider à déterminer les espèces d'*Atriplex* qui ont une haute tolérance au stress salin. D'après UNGAR in MOULAY BELKHODJA et BIDAI (2004) la germination des graines des halophytes en milieu salin est variable et spécifique à l'espèce, ceci concorde avec les résultats obtenus dans cette étude. Nos résultats montrent généralement que les graines des espèces d'*Atriplex* germent mieux en absence de sel ou dans un milieu enrichi de NaCl à faible concentration (5 g/l). Lorsque la concentration en sel augmente, une diminution des taux de graines germées se produit.

D'après les résultats de BELKHODJA et BIDAI (2004) sur la réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination, qui montre que la germination des graines de la station de Djelfa est précoce en absence de sel puisque les premières graines germent dès le deuxième jour du semis en boîte de Pétri ceci concorde parfaitement avec nos résultats : la figure 6 (A) montre que les graines d'*Atriplex halimus* d'origine djelfa est précoce le deuxième jour du semis en boîte de Pétri, le même résultat est enregistré dans la figure 6 (B) pour *Atriplex canescens*, par contre, l'espèce *Atriplex nummularia* introduite d'Australie figure 6 (C) les graines ne germent qu'à partir du quatrième jour du semis en absence de sel.

Selon nos résultats présentés dans la figure (6) on remarque que

Avec l'augmentation des concentrations de NaCl, la précocité variée en jours selon les espèces.

L'espèce *d'Atriplex nummularia* ne germe pas dans les traitements 20 et 25 g/l de NaCl

Selon BOUDA et HADDIOUI (2011) les graines des espèces *d'Atriplex* germent mieux en absence du sel ou dans un milieu enrichi de NaCl à faible concentration (5g/l). Lorsque la concentration en sel augmente, les taux de graines germées diminuent. Nos résultats montrent d'après la figure(7) que les graines des 3 espèces étudiées représentent une bonne germination en absence de sel ou dans les traitements faible de NaCl (5g/l), alors que le taux de germination diminue avec l'augmentation des concentrations de NaCl(10 ;15g/l) .Les concentration 20 et 25 g/l provoque une forte diminution de taux de germination des graines *d'Atriplex halimus* et *d' Atriplex canescens* figure7 (A et B), alors que pour *l'Atriplex nummularia* ,elle est complètement inhibée.

Bien que des différences dans le délai de germination des graines (intervalle de temps entre les premières graines germées et les dernières graines germées) s'expriment entre les 3 espèces étudiées (les tableaux 4,5 et 6), les taux les plus élevés sont enregistrés pour les graines *d'Atriplex halimus*, alors que l'espèce *d'Atriplex canescens* est considérée comme une espèce intermédiaire. Cependant, *Atriplex nummularia* a le taux de germination le plus faible (Annexe IV).

Selon les résultats de notre travail qui représenté dans la figure(9) nous avons remarque que

L'espèce endémique *d'Atriplex halimus* présente le taux final de germination le plus élevé 100% chez le témoin et 90% pour la concentration 5g/l de NaCl.

En autre, l'espèce introduite d'Australie, *Atriplex nummularia* représente le taux final de germination le plus faible, cette dernière est complètement inhibée avec les traitements élevés de NaCl (20 et 25g/l). Alors que l'espèce introduite des USA, *Atriplex canescens* est considérée comme une espèce intermédiaire.

D'après ZID et BOUKHRIS in MOULAY BELKHODJA et BIDAI (2004) qui montrent que l'inhibition de la germination des graines est soumise à l'absorption d'eau et en inhibant la synthèse d'enzymes spécifiques de la germination .Ces remaniements ioniques et hormonaux présument que les embryons expriment une incapacité à déclencher les fonctions métaboliques en présence de hautes concentrations en NaCl pour utiliser les produits de dégradation venant des réserves de l'albumen. Ces métabolites, en priorité des composés glucidiques et azotés, fonctionneraient comme des régulateurs osmotiques potentiels lors d'un stress salin.

En outre, la vitesse de germination d'*Atriplex nummularia* est complètement inhibée à 20 g/l et 25g/ de NaCl.

Le pourcentage de la vitesse de germination diminue significativement avec l'augmentation de la concentration en NaCl.

Pour les traitements (témoin, 5g/l ,10g/l de NaCl), *Atriplex halimus* montre la plus grande vitesse (36.36% pour le témoin) par contre les deux espèces *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* présentent des vitesses basses.

À 15g/l ,20g/l et25g/l, les deux espèces *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus* présentent presque la même vitesse de germination.

D'après les résultats de BOUDA et HADDIOUI (2011) qui montrent que les espèces d'*Atriplex* peuvent germer en présence de concentration relativement élevée en sel .ceci est en accord avec nos résultats. Dans notre expérimentation, l'espèce *Atriplex halimus* représente une haute tolérance au stress salin par rapport aux autres espèces étudiées. Alors que l'*Atriplex nummularia* est considérée comme sensible au stress salin et la germination de ses graines est inhibée complètement dans les concentrations 20 et 25 g/l de NaCl. *Atriplex canescens* est considéré comme une espèce intermédiaire.

Conclusion Générale

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes surtout dans les régions arides et semi-arides qui souffrent des problèmes de la salinisation des sols.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce travail, il nous a été possible de tirer les points suivants :

1. La réponse au stress salin chez les trois espèces *d'Atriplex* : *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* testées révèle l'existence d'une grande variabilité pour la plupart des paramètres mesurés tels que la précocité, taux quotidien, vitesse de germination, durée de germination et taux cumulé de germination.
2. L'augmentation de la concentration en sel ne retarde toujours pas la germination bien qu'elle diminue le taux de germination et réduit le pourcentage final de germination.
3. L'*Atriplex halimus* présente l'espèce la plus tolérante au stress salin suivi par *l'Atriplex canescens* et enfin *l'Atriplex nummularia* qui a montré moins de tolérance à la salinité et la germination de ses graines est inhibée complètement dans les traitements 20g/l et 25g/l de NaCl.
4. L'adaptation par tolérance au stress est considérée comme critère important dans le choix des espèces à retenir dans un programme de mise en valeur des zones arides. D'où le choix de *l'Atriplex halimus*.

Références bibliographiques

ABOURA R., 2005 : Comparaison phyto-écologique des *Atriplexaies* situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse de Magistère en biologie, (option : écologie végétale) U.A.B.B.Tlemcen, pages114-142.

ANONYME., 1974 : La steppe Algérienne .Rev. Statistique Agricole,volume 14, Ministère de l'Agriculture et de Agraire. Algérie.

ANONYME., 1980 : Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord .Rapport technique, I.R.T.

ANONYME., 1971 : Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord Projet P.N.U.D/FAO/Tunisie,I.R.T

ARBAOUI M., 1997 : Action de la salinité et de stress hydrique sur le comportement métabolique et anatomique de trois variété de tomate industrielle « *Lycopersicum esculentum Mill* »Au stade juvenile Thèse de Magistère, Institu National Agronomique, page10.

BELKHODJA M ., BIDAI Y., 2004 : Réponse des graines d'*Atriplex halimus L.* à la salinité au stade de la germination. Sécheresse n°4.Volume 15. Pages 331-335.

BEN NACEUR M., BEN SALEM M., ROUISSI M., EL BERJI Z., RAHMOUNE., 2002 : Influence du manque d'eau sur le comportement écophysologique de quatre variétés de blé dur. Annales de l'INRGEF. Volume5.pages 133-152.

BOULGHALAGH J., BERRICHI A., EL HALOUANI H. ET BOUKROUTEA., 2006 : Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsia chinensis* [link] schneider), Recueil des résumés, Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole, Settat, Maroc, page 24.

BENREBIHA F., 2003 : Etude de différents milieu de culture, de substance de croissance et de salinité sur la morphogénèse de *l'Atriplex halimus* Thèse de docteur d'Etat En Science Agronomiques, Institu National Agronomique El Harrach, pages 6-10.

BIDAI Y., Le métabolisme de la proline chez *l'Atriplex halimus L.* stressée à la salinité. Thèse de Magistère, Université d' Oran Es-senia, page5.

BOUAOUINA S., ZID E., HAJJI M., 2000 : Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*) ,CIHEAM - Options Méditerranéennes, pages 239-2.

BOUCHOUKH I., 2010 : Comportement écophysiological de deux *Chénopodiacées* des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. Thèse de magistère, Université Mentouri – Constantine, pages 28-33.

BOUDA S., HADDIOUI A., 2011 : Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Nature et Technologie n° 05 .pages72-79.

BOUZID S., 2010 : Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysiological de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris L.* Thèse de Magistère, université Constantine, page 4.

CALU G., 2006 : Effet du stress salin sur les plantes Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Master 1 Recherche biotechnologie : du gène à la molécule SpectroSciences, article 23, 1

DJOUDI I., 2008 : Salinité et gestion de l'irrigation localisé pour la culture de tomate (*Lycopersicum exulentum*) sous serre, pages 4-8.

EZZAHIRI A ., EL MAGHRAOUI A ., EL ABASSI M.,Avril 1986 : comportement des *Atriplex* en zone aride ,pages 1-5.

FAO., 1988 : Qualité de l'eau d'irrigation .FAO irrigation et de drainage, N°29, Rev., Rome, Italy.

FAO., 1989 : Technique de développement pastorale. Volume 03 .Plantation d'arbustes fourragers .Projet F.A.O, RAB ,84-86p

FARHI K., AMRANI A., 2007 : Mécanisme(s) de tolérance au sel(NaCl) chez quelque variété d'orge (*Hordeum vulgare L.*Thèse d' Ingénieur, Université Biskra, pages16-18.

FRANCLET ., Le HOUEROU H.N., 1971 : *Les Atriplex* en Tunisie et en Afrique du nord, institut de reboisement, FAO (Rome), Rapport technique, pages 7-249.

FROMENT., 1972 : Etablissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie centrale, Bulletin de recherche agronomique, Pages 590-600.

HADJADJ S., DJERROUDI O., BISSATI ., 2011 : Etude comparative des mécanismes biochimiques de tolérance au stress salin de deux espèces d'*Atriplex*: *Atriplex halimus L.* et *Atriplex canescens* (PURCH) NUTT. Volume 1. n° 2, page 3.

HAFOUA L ., 2005 : Caractérisation et quantification de la salinité du sol et de la nappe dans la vallée de L'Oued Rhir Thèse de Magistère ,Institut national agronomique-El Harrach-Alger, page 4.

HAMDY A ., 2002 : Saline irrigation management for a sustainable use. Options Méditerranéennes, Série B N°38/ Mediterranean crop responses to water and soil salinity : Eco-physiological and agronomic analyses, pages 185-230.

HAOUALAF., FERJAN H., BEN EL HADJ S., 2007 : Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent, Biotechnol, Agron, Soc, Environ. Volume 11. n°3, pages 235-244.

JABNOUNE M., 2008 : Adaptation des plantes à l'environnement : Stress salin. Présentation Power Point.

LAMZERI H., 2007 : Réponses écophysologiques de trois espèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. molle*) soumises à un stress salin Thèse de magistère en Ecologie et Environnement .Option : Ecologie végétale, Université Mentouri Constantine, page 141

LE HOUEROU H. N., 1992 .The rôle of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin , a review. Agroforestry systems. Volume 18. Pages 107-148.

LE HOUEROU H.N ., 1980 : Les fourrages ligneux en Afrique.(Etat Actuel des connaissances),centre international pour l'élevage en Afrique, pages 57-16

LE HOUEROU H.N., PONTANIER R., 1987 : Les plantations sylvo-pastorales dans la zone aride de Tunisie. Note technique de MAB .18, Unesco-PARIS, page 80.

MAALEM S., 2002 : Etude écophysologique de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques, Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, page 76.

MAILLARD J., 2001 : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations, Handicap International. Novembre 2001, page 34.

MEZNI M., BIZID E., HARNZA M., 1999 : Effets de la salinité des eaux d'irrigation sur la survie et la croissance de trois cultivars de luzerne pérenne, Tunisie, page 170.

MULAS M., 2004 : Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la desertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004, page 91.

RAHMOUNE C., SEMADI A., AUAD H., TAHAR A ., 1997 :Air quality and lichenic distribution in the northeast Algeria, Proc of Second International Scientific Conference. Science, Development and Environment, Cairo, Egypt, pages 333-344.

RAHMOUNE C., SERIDI R., PAUL R., DREZP., 2000 .:Influence on Zn concentration in solution Applied to leaves and Roots on the absorption and translocation of Cd by leave. Agricultural Sciences. Volume27. n°1, pages 72-77.

SLAMA F., 2004 : La salinité et la production végétale, pages5-111.

SNOUSSI S.A., HALITIM A ., 1998 : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées, Etude et gestion des sols, pages 289- 298.

WALTERL ., 2003 : physiological plant Ecology ,4thedition, Springer, Germany.

Annexe I

ANOVA à deux facteurs contrôlés : Précocité en fonction de Espèce; Traitement

Analyse de variance pour **Précocité**

| Source | DL | SC | CM | F | P |
|-------------|-----|--------|------|------|-------|
| Espèce | 2 | 72,3 | 36,1 | 1,87 | 0,047 |
| Traitement | 5 | 48,2 | 9,6 | 0,50 | 0,028 |
| Interaction | 10 | 92,6 | 9,3 | 0,48 | 0,903 |
| Erreur | 252 | 4882,2 | 19,4 | | |
| Total | 269 | 5095,3 | | | |

IC individuel à 95%

| Espèce | Moyenne | -----+-----+-----+-----+-- |
|--------|---------|----------------------------|
| AC | 0,52 | (-----*-----) |
| AH | 1,42 | (-----*-----) |
| AN | 0,19 | (-----*-----) |
| | | -----+-----+-----+-----+-- |
| | 0,00 | 0,80 |
| | 1,60 | 2,40 |

IC individuel à 95%

| Traitement | Moyenne | -+-----+-----+-----+-----+ |
|------------|---------|----------------------------|
| 10 | 0,74 | (-----*-----) |
| 15 | 0,48 | (-----*-----) |
| 20 | 0,35 | (-----*-----) |
| 25 | 0,20 | (-----*-----) |
| 5 | 1,42 | (-----*-----) |
| T | 1,06 | (-----*-----) |
| | | -+-----+-----+-----+-----+ |
| | -1,00 | 0,00 |
| | 1,00 | 2,00 |
| | 3,00 | |

Annexe II

ANOVA à deux facteurs contrôlés : TQU en fonction de Espèce; Traitement

Analyse de variance pour TQU

| Source | DL | SC | CM | F | P |
|-------------|-----|---------|-------|------|-------|
| Espèce | 2 | 393,6 | 196,8 | 4,57 | 0,011 |
| Traitement | 5 | 805,3 | 161,1 | 3,74 | 0,003 |
| Interaction | 10 | 252,7 | 25,3 | 0,59 | 0,824 |
| Erreur | 252 | 10850,8 | 43,1 | | |
| Total | 269 | 12302,4 | | | |

IC individuel à 95%

| Espèce | Moyenne | -----+-----+-----+-----+----- | | |
|--------|---------|-------------------------------|------|------|
| AC | 3,13 | (-----*-----) | | |
| AH | 3,78 | (-----*-----) | | |
| AN | 0,96 | (-----*-----) | | |
| | | -----+-----+-----+-----+----- | | |
| | 0,00 | 1,50 | 3,00 | 4,50 |

IC individuel à 95%

| Traitement | Moyenne | -----+-----+-----+-----+----- | | |
|------------|---------|-------------------------------|------|------|
| 10 | 3,77 | (-----*-----) | | |
| 15 | 2,42 | (-----*-----) | | |
| 20 | 0,67 | (-----*-----) | | |
| 25 | 0,20 | (-----*-----) | | |
| 5 | 3,62 | (-----*-----) | | |
| T | 5,05 | (-----*-----) | | |
| | | -----+-----+-----+-----+----- | | |
| | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 7,50 |

Annexe III

ANOVA à deux facteurs contrôlés : VG en fonction de Espèce; Traitement

Analyse de variance pour VG

| Source | DL | SC | CM | F | P |
|-------------|-----|---------|--------|--------|-------|
| Espèce | 2 | 4847,0 | 2423,5 | 142,14 | 0,000 |
| Traitement | 5 | 7526,2 | 1505,2 | 88,29 | 0,000 |
| Interaction | 10 | 2466,1 | 246,6 | 14,46 | 0,000 |
| Erreur | 252 | 4296,5 | 17,0 | | |
| Total | 269 | 19135,9 | | | |

IC individuel à 95%

| Espèce | Moyenne | -----+-----+-----+-----+-- | | | |
|--------|---------|----------------------------|---------|---------|-------|
| AC | 13,44 | | (--*--) | | |
| AH | 17,64 | | | (--*--) | |
| AN | 7,32 | (-*--) | | | |
| | | -----+-----+-----+-----+-- | | | |
| | | 9,00 | 12,00 | 15,00 | 18,00 |

IC individuel à 95%

| Traitement | Moyenne | --+-----+-----+-----+----- | | | |
|------------|---------|----------------------------|--------|--------|-------|
| 10 | 13,96 | | (--*-) | | |
| 15 | 11,36 | | (--*-) | | |
| 20 | 8,01 | (-*--) | | | |
| 25 | 5,45 | (--*-) | | | |
| 5 | 16,77 | | (--*-) | | |
| T | 21,24 | | | (-*--) | |
| | | --+-----+-----+-----+----- | | | |
| | | 5,00 | 10,00 | 15,00 | 20,00 |

Annexe V

ANOVA à deux facteurs contrôlés : TQU cumulé en fonction de Espèce; Traitement

Analyse de variance pour TQU cumulé

| Source | DL | SC | CM | F | P |
|-------------------|-----|--------|-------|-------|-------|
| Espèce | 2 | 54552 | 27276 | 87,44 | 0,000 |
| Traitement | 5 | 104877 | 20975 | 67,24 | 0,000 |
| Interaction | 10 | 39977 | 3998 | 12,82 | 0,000 |
| Erreur | 252 | 78607 | 312 | | |
| Total | 269 | 278013 | | | |

IC individuel à 95%

| Espèce | Moyenne | -----+-----+-----+-----+----- | | |
|--------|---------|-------------------------------|------|------|
| AC | 30,4 | (--*---) | | |
| AH | 42,7 | (---*--) | | |
| AN | 8,4 | (--*---) | | |
| | | -----+-----+-----+-----+----- | | |
| | 10,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 |

IC individuel à 95%

| Traitement | Moyenne | ---+-----+-----+-----+----- | | |
|------------|---------|-----------------------------|------|------|
| 10 | 36,9 | (--*--) | | |
| 15 | 21,3 | (--*---) | | |
| 20 | 6,4 | (--*--) | | |
| 25 | 1,0 | (---*--) | | |
| 5 | 39,7 | (--*--) | | |
| T | 57,7 | (--*--) | | |
| | | ---+-----+-----+-----+----- | | |
| | 0,0 | 16,0 | 32,0 | 48,0 |

Annexe IV

ANOVA à deux facteurs contrôlés : DG en fonction de Espèce; Traitement

Analyse de variance pour DG

| Source | DL | SC | CM | F | P |
|-------------|-----|---------|--------|--------|-------|
| Espèce | 2 | 576,39 | 288,19 | 88,02 | 0,000 |
| Traitement | 5 | 2288,12 | 457,62 | 139,77 | 0,000 |
| Interaction | 10 | 1427,17 | 142,72 | 43,59 | 0,000 |
| Erreur | 252 | 825,07 | 3,27 | | |
| Total | 269 | 5116,74 | | | |

IC individuel à 95%

| Espèce | Moyenne | -----+-----+-----+-----+----- | | |
|--------|---------|-------------------------------|------|------|
| AC | 7,00 | (--*--) | | |
| AH | 5,13 | (--*--) | | |
| AN | 3,42 | (---*--) | | |
| | | -----+-----+-----+-----+----- | | |
| | 3,60 | 4,80 | 6,00 | 7,20 |

IC individuel à 95%

| Traitement | Moyenne | -----+-----+-----+-----+----- | | |
|------------|---------|-------------------------------|------|-------|
| 10 | 7,47 | (-*-) | | |
| 15 | 5,91 | (-*-) | | |
| 20 | 3,42 | (-*-) | | |
| 25 | 0,62 | (-*--) | | |
| 5 | 9,64 | (--*--) | | |
| T | 4,04 | (-*-) | | |
| | | -----+-----+-----+-----+----- | | |
| | 2,50 | 5,00 | 7,50 | 10,00 |



Photo1: Les graines sans valve



Photo2 : Les graines désinfectées par l'eau de javel

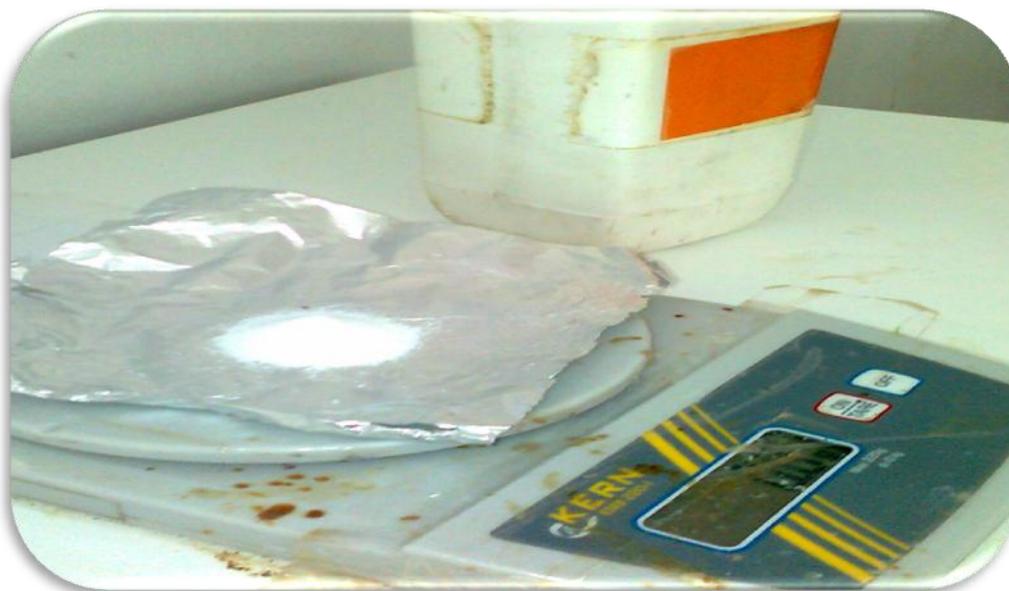


Photo 3: La balance pour la préparation de différente concentration de NaCl



Photo 4: Imbibe les grains semis par les different treatments de NaCl



Photo 5: Etuve réglé à 20c

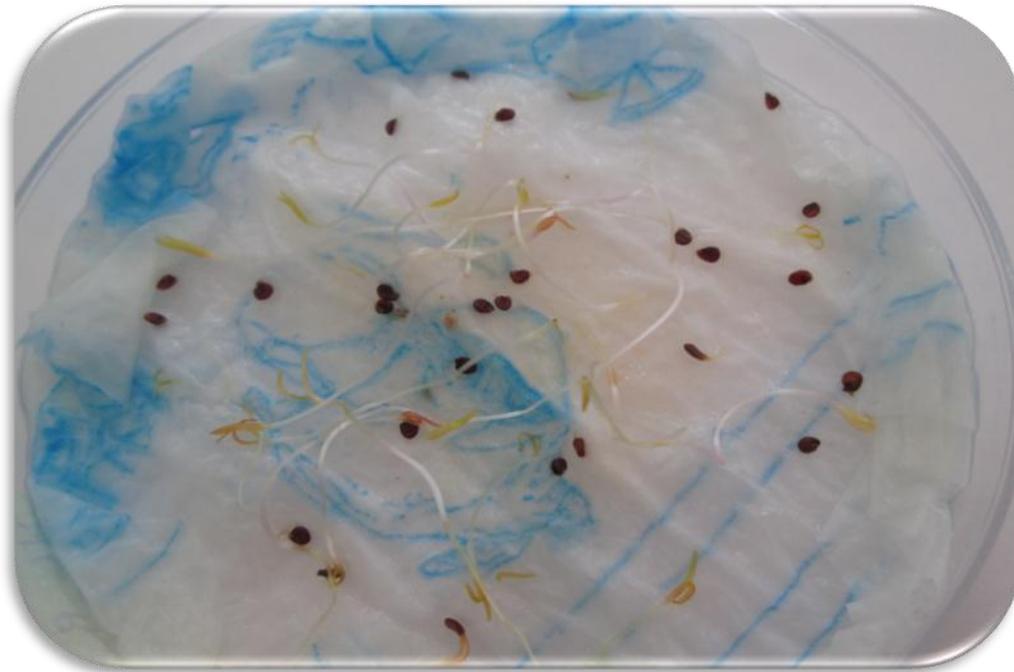


Photo 6: La germination des graines

Résumé

La présente étude est réalisée dans l'objectif de comparer les niveaux de tolérance à la salinité de trois espèces du genre *Atriplex* durant la germination. Les résultats préliminaires montrent que la germination est complètement inhibée à 20 g/l et 25g/l de NaCl pour l'*Atriplex nummularia*. Ainsi, trois doses de NaCl ont été utilisées : 5, 10 et 15 g/l. Pour les autres espèces la germination des graines est variée selon l'espèce et le traitement de NaCl. La germination est évaluée par la précocité, le taux quotidien de germination la vitesse de germination, la durée de germination et le taux cumulé de graines germées durant une période de 14 jours.

La germination est maximale dans l'eau distillée et diminue avec l'augmentation de la concentration en sel du milieu.

L'augmentation de la concentration en sel ne retarde toujours pas la germination bien qu'elle diminue le taux de germination et réduit le pourcentage final de germination. La réponse des graines des *Atriplex* au stress salin varie dans le temps avec la concentration en sel. L'effet de NaCl sur la germination varie aussi avec l'espèce, vu que le pourcentage de germination final diffère significativement entre les espèces étudiées. *Atriplex halimus* d'origine Djelfa s'est révélée le plus tolérante à la salinité.

Mots clés : *Atriplex halimus* ; *Atriplex canescens* ; *Atriplex nummularia* ; stress salin ; germination.

ملخص

هذه الدراسة أجريت بهدف مقارنة درجة تحمل الملوحة لثلاثة أصناف من القطف أثناء مرحلة الانتاش، النتائج الأولية أثبتت إن عملية الانتاش تتوقف تماما عند التراكيز 20 غرام/لتر و 25 غرام/لتر من كلوريد الصوديوم عند الصنف *Atriplex nummularia*. ثلاثة تركيز من كلوريد الصوديوم التي تم استعمالها 5,10,15 غ/ل بالنسبة للأصناف الأخرى عملية انتاش البذور تختلف حسب الصنف وجرعات كلوريد الصوديوم. قيمت عملية الانتاش بالعوامل التالية: النضج المبكر، معدل الانتاش اليومي للبذور، سرعة الانتاش، مدة الانتاش و الكمية الكلية للبذور المنتشة خلال 14 يوم. الانتاش كان في حده الأقصى عند استعمال الماء المقطر ويتناقص مع زيادة تراكيز الملح في الوسط.

زيادة تراكيز الملح لا تؤخر دائما الانتاش إلا أنها تخفض من كمية البذور المنتشة وتتنقص النسبة المئوية النهائية للانتاش. تأثر بذور الـ *Atriplex* بالإجهاد الملحي يتغير مع التراكيز الملحية. تأثير كلوريد الصوديوم على عملية الانتاش يتغير كذلك حسب الصنف نظرا لان النسبة المئوية النهائية للانتاش تختلف باختلاف الأصناف المدروسة. *Atriplex halimus* المحلي (الجلفة) اظهر اكبر تحمل للملوحة.

الكلمات المفتاحية : *Atriplex halimus* ; *Atriplex nummularia* ; *Atriplex canescens* ; الإجهاد الملحي ؛ الانتاش.

Abstract

The present study was conducted with the aim to compare the levels of salinity tolerance of species of the genus *Atriplex* trios during germination. Preliminary results show that germination was completely inhibited at 20 g / l and 25g / l of NaCl for *Atriplex nummularia*. Thus, three doses of NaCl were used: 5, 10 and 15 g / l. Pour other species seed germination is varied depending on the species and the NaCl treatment. Germination was evaluated by precocity, daily germination speed of germination, germination time and the cumulative rate of germinated seeds over a period of 14 days. Germination is greatest in distilled water and decreases with the increase of the salt concentration of the medium.

Increasing the salt concentration does not always delay the germination well as decreasing the rate of germination and reduces the final germination percentage. Response *Atriplex* seeds of salt stress varies with time with the salt concentration. The effect of NaCl on the germination also varies with the species, as the final germination percentage differed significantly between the species studied. *Atriplex halimus* original Djelfa proved the most tolerant to salinity.

Keywords: *Atriplex halimus*; *Atriplex canescens* ; *Atriplex nummularia* ; salt stress; germination.