

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis -Mostaganem-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Amélioration Productions végétales

Présenté Par: Ziane Bouziane Abdelwhabe

Azzi Abdessadek Eldjilali

Thème

Etude expérimentale de l'influence des sels solubles et du stress hydrique(PEG1000) sur la germination de l'*Atriplex halimus* L.

Soutenue publiquement le 04/07 / 2023

DEVANT LE JURY

Mr. Tahri Miloud

M.C.A

U. Mostaganem

Président

Mme HAMZA. Lahouaria

M.A.C.C

U. Mostaganem

Encadreur

Mr. Meliani Hadj Ahmed

M.A.C.C

U. Mostaganem

Examineur

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

Avant tout, je remercie mon Dieu tout puissant qui m'a donné la patience, la volonté, le courage et le savoir pour accomplir ce travail.

Je remercie mes enseignants du département d'agronomie de l'université Abd el Hamid ben Bardis du Mostaganem, en particulier :

J'adresse mes plus vifs remerciements au président de jury Mr. Tahri Miloud qui a accepté d'évaluer ce modeste travail.

Madame HAMZA. mon directeur de mémoire de m'avoir proposé le sujet et pour ses précieux conseils.

Mes sincères remerciements pour monsieur Mr. Meliani Hadj Ahmed qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Je remercie également toute les personnes qui, de près ou de loin qui m'ont aidé à réaliser ce manuscrit.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- *Mes très chers parents, pour tous les sacrifices
qu'ils consentirent pour que je réussisse dans mes études.*
- *Mes très chers sœur et frères,
pour les encouragements qu'ils me portent pour que je réussisse.*
- *Pour tous mes amis.*
- *Tout ce qui a contribué de près ou loin à la réalisation de ce travail.*
- *Enfin à tous ceux et toutes celles qui m'ont apporté un soutien moral et conseils.*

Liste des abréviations

NaCl : chlorure de sodium.

Na₂SO₄ : sulfate de sodium.

KCl : chlorure de potassium.

CaCl₂ : chlorure de calcium.

mM/l : Mili mol/litre.

méq/l : milliéquivalent/litre.

Cm : centimètre.

mm : millimètre.

Km : kilomètre.

ha : hectare.

V : volume.

g : gramme.

µg/l : micro gramme/ litre.

dS/m : décisiemens/ mètre.

mmhos : millimhos.

C° : degré Celsius

Méq/l : milliéquivalent/litre

mmol : milli mol

T_m : temps moyen de germination.

ml : mili litre

% : pourcentage.

CV : coefficient de vélocité

Ψ : le potentiel hydrique (en bar)

Liste des tableaux

Tableau N°01: Classification classique et phylogénétique du genre *Atriplex*.

Tableau N°02 : Les *Atriplex* en Afrique du nord.

Tableau N°03: Répartition des différentes espèces en Algérie.

Tableau N°04 : Classification de l'*Atriplex halimus*.

Tableau N°05 Les différentes concentrations de sel utilisées dans l'expérience.

Tableaux N°06 Les différentes concentrations de solution PEG-1000.

Tableau N° 07 Effets du chlorure de calcium CaCl_2 sur le pourcentage de la germination des graines d'*Atriplex halimus*

Tableau N° 08 Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur Le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Tableau N° 09 Effets de chlorure de potassium KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Tableau N° 10 Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Tableau N° 11 Coefficient de vélocité (Vitesse de germination) des graines d'*Atriplex halimus* sous effet des sels solubles

Tableau N° 12 Coefficient de vélocité (Vitesse de germination) des graines d'*Atriplex halimus* sous effet du (PEG1000)

Tableaux N° 13 : Le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus L* sous l'influence de (PEG1000)

Liste des figures

Figure N°01 : Carte de répartition dans le monde d'*Atriplex halimus*

Figure N°02 : Carte de répartition de l'*Atriplex halimus* en Algérie

Figure N° 03 : Touffes d'*Atriplex halimus* L

Figure N° 04: Tige d'*Atriplex halimus*.

Figure N°05: Les feuilles d'*Atriplex halimus*.L

Figure N°06 : Racines d'*Atriplex halimus*

Figure N°07: Fleurs d'*Atriplex halimus*

Figure N°08 : Les valves fructifères d'*Atriplex. Halimus*

Figure N°09 : Graines d'*Atriplex halimus* .L

Figure N°10 : Carte du site Matarba

Figure N°11 : Site Matarba Mostaganem

Figure N°12 Graines d'*Atriplex halimus*

Figure N° 13 Effets de différences concentration de CaCl_2 sur le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 14 Effets de différences concentration de Na Cl sur le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 15 Effets de différences concentration de KCL sur le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 16 Effets de différences concentration de Na_2SO_4 sur le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 17 Effets de différences concentration de CaCl_2 sur la vitesse de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 18 Effets de différences concentration de NaCl sur la vitesse de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 19 Effets de différences concentration de KCL sur la vitesse de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 20 Effets de différences concentration de Na₂SO₄ sur vitesse de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 21 Effets de différences concentration de (PEG 1000) sur le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Figure N° 22 Effets de différences concentration de (PEG 1000) sur la vitesse de germinations des graines d'*Atriplex halimus*.

Résumé

La présente étude est réalisée dans l'objectif de comparer les niveaux de tolérance à la salinité de l'espèce *Atriplex halimus* durant la germination. Ainsi, quatre doses en sels solubles ont été utilisées : 5, 10 et 15 g/l et 20 g/L. La germination est évaluée par le pourcentage de germination des graines et le coefficient de vélocité durant une période de 20 jours.

Les résultats préliminaires montrent que la germination est complètement inhibée à 20 g/l quels que soit le traitement en sels appliqués (CaCl_2 , NaCl , KCl et Na_2SO_4). La germination est maximale dans l'eau distillée et diminue avec l'augmentation de la concentration en sels du milieu.

L'augmentation de la concentration en sel retarde la germination et elle diminue le taux de germination. La réponse des graines au stress salin varie dans le temps avec la concentration en sels solubles.

Le stress hydrique n'a pas marqué d'une manière significative la germination quel que soit la concentration au PEG 1000 (100,150 et 200 g/L) par contre Il y a une diminution dans la vitesse de germination à une concentration élevée (200 g/L) de PEG 1000.

Mots clés : *Atriplex halimus*, germination, sels solubles, PEG 1000, tolérance.

Summary

The present study is carried out with the objective of comparing the levels of tolerance to salinity of the species *Atriplex halimus* during germination. Thus, four doses of soluble salts were used: 5, 10 and 15 g/l and 20 g/L. Germination is evaluated by the percentage of seed germination and the velocity coefficient during a period of 20 days.

Preliminary results show that germination is completely inhibited at 20 g/l regardless of the salt treatment applied (CaCl₂, NaCl, KCl and Na₂SO₄). Germination is maximum in distilled water and decreases with increasing concentration of salts in the medium.

Increasing salt concentration delays germination and decreases germination rate. The response of seeds to salt stress varies over time with the concentration of soluble salts.

Water stress did not mark germination significantly regardless of the PEG 1000 concentration (100,150 and 200 g/L), however there is a decrease in the germination rate at a high concentration (200 g/L) of PEG 1000.

Key words: *Atriplex halimus*, germination, soluble salts, PEG 1000, tolerance.

Sommaire

Chapitre I recherche bibliographique

1.Généralité	3
1.1. Le genre <i>Atriplex</i>	4
1.1.1. L' <i>Atriplex halimus L</i>	5
1.1.2.Répartition géographique	5
1.1.2.1. Dans le monde	5
1.1.2.2. En Algérie	7
1.2. Biologie de l' <i>Atriplex halimus L</i>	9
1.2.1.Morphologie	9
1.2.2. La Systématique	16
1.3. Le stress	17
1.3.1 Types de stress	17
1.3.1.1.Stress biotique	17
1.3.1.2 Stress abiotique	18
1.3.2 .stress salin	18
1.4. Germination et stress salin	21
1.4.1 Germination de l' <i>Atriplex halimus</i>	22
1.5. Le stress hydrique	23
1.6. Intérêts des <i>Atriplex</i>	26
1.6.1. Lutte contre la sècheresse	26
1.6.2. Désalinisation des sols	26
1.6.3. Intérêts fourragères	27
1.6.4. Utilisation en médecine traditionnel et pharmacologie moderne	27
1.6.5. Assainissement des sols	28
1.6.6. Production d'énergie	28

1.6.7. Intérêts économique	28
1.6.8. Autres application potentielles	29

Chapitre II Matériels et méthodes

Objectif

2.1. Choix du site	30
2.1.1. Site Matarba	30
2.2. Matériel végétal	31
2.3. Les sels utilisés	32
2.4. Protocol experimental	33
2.5. Mise en culture	34
2.6. Germination et stress hydrique	34
2.6.1. Préparation des solutions de PEG-1000	34

Chapitre III Résultats et Discussions

3.1. Effets du chlorure de calcium (CaCl_2) sur le pourcentage de la germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	35
3.2. Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur le pourcentage de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	36
3.3. Effets de chlorure de potassium KCl sur le pourcentage de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	37
3.4. Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur le pourcentage de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	38
3.5. Effets du chlorure de calcium (CaCl_2) sur la vitesse de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i> .	39
3.6. Effets du chlorure de sodium (NaCl) sur la vitesse de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	40
3.7. Effets du chlorure de potassium (KCl) sur la vitesse de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	41
3.8. Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur la vitesse de germination des	42

graines d'*Atriplex halimus*.

3.9. Effet du stress hydrique sur la germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	43
3.9.1. Effets de polyéthylène glycol (PEG1000) sur le pourcentage de germination d' <i>Atriplex halimus</i>	43
3.9.2. Effets de polyéthylène glycol (PEG1000) sur la vitesse de germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	44
	45
Discussion	
Conclusion	51
Annexe	53
Références bibliographiques	58

Introduction

En Afrique, près de 40 Million hectares sont affectés par la salinisation, soit près de 2 % de la surface totale (Benchaâbane A, 1998). Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole (Benkhelifa M et al, 1999).

L'Algérie se situe parmi les pays touchés, presque 3,2 millions d'hectares de la surface sont salins (Hamdy., 1999). Dans ces sols, certaines espèces sont menacées de disparaître (Chamard, 1993), d'autres manifestent des mécanismes d'adaptation (Batanouny, 1993).

Parmi les actions à mener pour promouvoir et développer ces zones, les plantations basées sur des espèces végétales adaptées, tolérantes à la sécheresse et à la salinité sont prioritaires (Benmahioul, B.2009).

L'introduction d'arbustes fourragers et/ou l'utilisation de ceux autochtones résistants à l'aridité, peut être un des moyens à utiliser pour la valorisation des sols dégradés dans ces zones dégradées. Le genre *Atriplex* de la famille des chénopodiacées, appartient aux halophytes de grande importance écologique et économique, en considérant sa tolérance aux sels, son adaptation aux conditions d'aridité et son intérêt pastoral

Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal. D'un côté, la présence de sels solubles. En diminuant le potentiel hydrique du sol, limite l'approvisionnement en eau de la plante. De l'autre côté, l'absorption de sels dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules. Face à ce danger, toutes les plantes ne sont pas égales (Belkheiri ,2008).

Les impacts du sel et la sécheresse sur le développement et le rendement des plantes sont nombreux, communément par une séquence de changements morphologiques et physiologiques (Levigneron A .et al, 1995) .Les fortes concentrations salines peuvent affecter les différents stades de développement de la plante (Patridge Tet Wilson J.B, 1987). Elles entraînent un déséquilibre ionique et une toxicité chez les végétaux, ce qui peut affecter certains processus métaboliques vitaux (Thamir S.A et al, 1992).

La sécheresse est l'un des principaux facteurs environnementaux qui affectent de manière significative la germination des espèces cultivées et réduction de la survie au cours des premiers stades de développement. En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle

est correctement placé dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture et en cas de persistance de sécheresse la situation peut se traduire par une absence de levée (Feliachi et al, 2001).

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes aux sels solubles et poussent aussi bien dans un environnement salin qu'en conditions normales. Elles représentent la limite supérieure des capacités adaptatives des végétaux vasculaires à la salinité (Maâlem S et al, 2011). Les sels agissent sur la germination des graines en réduisant leur faculté et/ou leur énergie germinative (Mauromicale et al. 2002).

L'*Atriplex halimus* (Amaranthacées) est une espèce spontanée, pérenne des régions méditerranéennes arides et semi-arides, qui tolèrent bien les conditions de sécheresse et de salinité. Les espèces d'*Atriplex* répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (Ungar, 1991).

L'*Atriplex halimus* constitue un outil efficace et relativement peu coûteux dans la lutte contre l'érosion et la désertification et dans la réhabilitation des terres salées (Nedjimi B, 2013).

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. Ce stade germination est souvent limitée par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Khan et Rizvi., 1994 ; Katembe et al. 1998). Selon Khan et al. (1994), ce stade devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés.

L'identification d'espèces halophytes utiles et leur introduction dans les sols fortement dégradés constitue une approche prometteuse pour la réhabilitation et la valorisation de ces zones (Bouaziz, 1980).

L'objectif de notre travail est de rechercher des génotypes performants qui résistent bien au stade de germination au stress salin et hydrique donc nous sommes intéressés par l'effet du stress salin et du stress hydrique à différentes concentrations sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* récoltées dans le littoral de Mostaganem

Chapitre I

1. Généralités

Les *Atriplex* sont des plantes arbustes vivaces appartenant à la famille des Amaranthacées (Chénopodiacées). Ces arbustes sont considérés comme des plantes fourragères. Les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont: *Atriplex halimus* L; *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *repanda*; *atacamensis*; *mollis*; *semibaccata*; *canescens* et *vesicaria*. Mais il existe environ cinq espèces seulement présentant un réel rôle pratique dans un avenir immédiat. Il renferme plusieurs espèces distinguables par leur morphologie, leur cycle de développement et par leur adaptation écologique. Elles sont réparties dans la plupart des régions du globe et leur nombre total est estimé à 400 espèces. Dont 48 sont propres aux régions du bassin méditerranéen (Mâalem et al. 2011). Ce sont des plantes capables d'évoluer naturellement dans les écosystèmes salés. Cependant, la germination, elles restent sensibles au stress salin.

L'*Atriplex* est un type fréquents dans beaucoup de régions arides et semi-arides, les zones sèches dans le monde, surtout dans les habitats qui combinent des sols relativement à salinité à la sécheresse et forme donc un matériel utile à tous les déterminations de mécanismes physiologiques impliqués dans la résistance au stress salin (Kachout et al, 2016).

Les Amaranthacées sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions littorales de la mer Méditerranéenne, de la Mer Caspienne et de la mer rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale, aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans en Afrique méridionale, en Australie, et dans les Pampas Argentines (Mulas et Mulas, 2004).

Ces herbacées se trouvent sur les sols riches en sels des zones habitées, surtout en présence d'écoulements d'eau et de terrains accidentés. Par ailleurs, elles ont la propriété de produire une abondante biomasse foliaire et de maintenir active durant les périodes défavorables de l'année (Mulas et Mulas, 2004).

Cette famille comprend environ cent genres qui peuvent être divisées, en deux tribus, suivant la forme de l'embryon :

-Spirolobae, qui présente un embryon enroulé en spirale et l'endosperme est divisé en deux parties par l'embryon.

-Cyclobae, qui présente un embryon en forme de fer à cheval ou en demi-cercle, comprenant l'endosperme en entier ou en partie. Le genre *Atriplex* appartient à cette dernière tribu (Mulas et Mulas, 2004).

Le genre *Atriplex* (les arroches) appartient à la famille des Amarantacées, autrefois classé dans les chénopodiacées (Classification APG II, 2003). Il compte environ plus de 400 espèces, avec 40 et 50 espèces dans le bassin méditerranéen (Ortiz-Dorda, 2005).

1.1. Le genre *Atriplex* :

Les espèces du genre *Atriplex* sont caractérisées par le haut degré de tolérance à l'aridité et à la salinité; et pour procurer des fourrages riches en protéines et en carotène.

1.1.1. L'*Atriplex halimus* L

L'*Atriplex halimus*.L est un arbuste natif d'Afrique du nord où il est très abondant (Kinet, 1998), sa zone de diffusion s'étend des zones semi-arides aux zones humides, facilement identifiable grâce à son habitus droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes (20 cm) et recouvertes de feuilles (Walkers et al ,2014 ; Walker et Lutts ,2014). L'*Atriplex halimus* est un arbuste autochtone, dont l'intérêt fourrager pour les zones arides et semi-arides a été signalé par de nombreux auteurs (Al-owaimier et al, 2011; Najjar et al, 2011).

1.1.2. Répartition géographique

1.1.2.1. Dans le monde :

L'espèce s'étend aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne. C'est une est la plante indigène la plus représentée sur le pourtour méditerranéen, couvrant pas moins de 80 000 ha. En Syrie, Jordanie, Egypte, Arabie saoudite, Libye et Tunisie (Martinez et al, 2003)

Tableau N°02 : Les *Atriplex* en Afrique du nord (FAO, 1971)

Espèces spontanées		Espèces naturalisées		Espèces	
				Introduites	
Annuelles	Vivaces	Annuelles		Bisannuelles	
	<i>A. coloirei</i>			<i>A. nummularia</i>	
<i>A. dimorphostegia</i>	<i>A. coriacca</i>	<i>A. inflata</i> <i>A. semibaccata</i>	<i>A.</i>	<i>A. lentiformis</i>	
<i>A. hastata</i>	<i>A. glauca</i>				
<i>A. littoralis</i>	<i>A. halimus</i>				
<i>A. patula</i>	<i>A. malvana</i>				
<i>A. rosea</i>	<i>A. mollis</i>				
<i>A. tatarica</i>	<i>A. portulacoides</i>				
<i>A. tornabeni</i>					

Les *Atriplex* se localisent dans les zones tempérées, méditerranéennes et subtropicales, entre 20 et 50° d'altitude Nord et Sud (Le Houérou, 1992). L'*Atriplex halimus* pousse naturellement à travers le bassin méditerranéen jusqu'à l'Asie occidentale: y compris le sud du Portugal, la France, le sud et l'est de l'Espagne (et les îles Canaries), l'Italie, la Grèce, Malte, la Turquie, Chypres, la Syrie, le Liban, Jordanie, Tunisie, Maroc, Algérie, Libye, Égypte et Arabie saoudite.

En raison de ses qualités fourragères, il a été introduit à Oman, l'Iran, l'Irak, le Pakistan, l'Afrique du Sud, Chili, Argentine, Nouvelle-Zélande et les États-Unis (Walker et al. 2014).



Figure N°01 : Carte de répartition dans le monde d'*Atriplex halimus* Anonyme (2023)

1.1.2.2. En Algérie :

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes qui constituent un couvert végétal très important se trouve l'*Atriplex*. Cette dernière est spontanée dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones steppiques (Tébessa, Batna, M'sila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saïda), peut rencontrer dans les zones nord du Sahara septentrional et les montagnes du Sahara central (Benrebiha., 1987 ; Chehma, 2006).



Figure N°02 Carte de répartition de l'*Atriplex halimus* en Algérie (Bouchoucha et Ouazeta, 2018)

Tableau N°03: Répartition des différentes espèces on Algérie (Quézel et Santa, 1962)

Espèces	Nom	Localisation
Annuelles (Différent généralement par la forme des feuilles, du port et des valves fructifères)	<i>A. Chenopodioides</i> Batt.	Bouhanifia (Mascara) (très rare)
	<i>A. littoralis</i> L.	Environ d'Alger (rare).
	<i>A. hastata</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare ailleurs.
	<i>A. patula</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare à Aflou.
	<i>A. tatarica</i> L.	Annaba et Sétif (très rare)
	<i>A. rosea</i> L.	Biskra et sur le littoral d'Alger et d'Oran (très rare)
	<i>A. dimorphostegia</i> Kar et Kir	Sahara septentrional (assez commune), Sahara central (rare).
	<i>A. tornabeni</i> Tineo.	Sahel d'Alger, Golfe D'Arzew (très rare).
Vivaces)Différent généralement par la forme des feuilles, la taille de l'arbrisseau, le port des tiges et l'aspect du périanthe(<i>A. portulacoides</i> L.	Assez commune dans le Tel
	<i>A. halimus</i> L.	Commune dans toutes l'Algérie.
	<i>A. mollis</i> Desf	Biskra et Oued-el-Khir (très rare).
	<i>A. coriacea</i> Forsk.	
	<i>A. glauca</i> L.	Commune en Algérie.

Les espèces les plus répandus du genre *Atriplex* :

- *Atriplex chenopodioides*: plante très rameuse avec un 100 cm de longueur, feuilles suborbiculaires réniformes
- *Atriplex littoralis* : tige dressée rameuse, à rameaux plus ou moins effilés dressés feuilles alternes brièvement pétiolées
- *Atriplex hastata* : plante annuelle de 20 cm à 1 mètre, verte et peu farineuse, rameuse inférieurs très étalés, feuilles alternes ou opposées, fleurs verdâtres, valves fructifères soudées.
- *Atriplex patula* : tige dressée ou ascendante de 30 à 90 cm de longueur, ordinairement très rameuses dès la base à rameaux étalée, feuilles brièvement étiolées.
- *Atriplex tatarica* : tige d'environ 1 m de longueur dressé ou ascendante rameuse à rameaux étalés argentés pulvérulents sur les deux faces.

- *Atriplex rosea* : tige dressée 30 à 80 cm de longueur presque cylindriques, très rameux, à rameaux étalés dressés, feuilles brièvement pétiolées ou sessiles.
- *Atriplex dimorphostegia* : tige dressée ascendante ou étalée 10 à 30 cm de longueur simple ou rameux, feuilles alternes un peu charnues, molles plus ou moins brièvement étiolées.
- *Atriplex tornabeni* : tige de 20 à 50 cm de longueur, ordinairement étalée, couchée ou ascendante, très rameuse dès la base à rameaux étales puis ascendants, feuilles alternes, brièvement pétiolées assez épais.
- *Atriplex portulacoides* : herbe sous-frutescente à la base, tige très rameuse environ 1 m de longueur, à rameux dressés, feuilles opposées.
- *Atriplex mollis* : Plante frutescente, très rameuse, à rameaux dressés, tige et rameaux arrondis, feuilles alternes épaisses, charnues et sessiles.
- *Atriplex coriacca forsk L.* : très rameuse de 30 a 80 cm, tige rondes blanchâtre, feuilles alternes coriaces, concolores blanches.
- *Atriplex glauca L.* : plante vivace assez bien caractérisée par ses nombreuses tiges ascendantes portant de nombreuses petites feuilles assez étroitement imbriquées. Espèce des zones salées et nitrophiles. Plante surtout littorale (Hamza,2002).

1.2. Biologie de l'*Atriplex halimus L*

1.2.1. Morphologie :

L'*Atriplex halimus* est une espèce vivace ligneuse des steppes et des zones côtières atteignant 2 m de haut, mais souvent sous la forme d'un buisson de 40 à 100 cm de haut et de 10 à 30 cm de circonférence et parfois jusqu'à 70 cm. Les systèmes souterrains sont constitués d'un ensemble de racines qui pénètrent dans le sol jusqu'à 1,5-2 m et présentent de nombreuses ramifications et racines.

L'*Atriplex halimus* est une espèce dont les valves fructifères ont des ailes pleines et un feuillage dense. Les branches sont blanches et étalées vers le haut ou arquées suspendues vers l'extrémité. C'est aussi un arbuste ovale-rhombique très ramifié, alterne, sempervirent, à fleurs jaunes, à épis allongés formant des grappes terminales nues ou quelque peu feuillues à la base des valves de fruits blancs (Ben Ahmed et al, 1996).

L'*Atriplex halimus* est une espèce halophyte ou monophanérophyte fleurissant et fructifiant à partir du mois d'avril jusqu'en novembre. Elle est extrêmement hétérogène et polymorphe

(Ben Ahmed et *al*, 1996). L'arbuste de 1 à 3m de haut, très rameux, formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3m de diamètre (Al turkis et *al*, 2000).

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

Les populations naturelles d'*Atriplex halimus* dans les régions steppiques algériennes appartiennent presque toutes à la sous-espèce *schweinfurthii* (Walker et al, 2005).

➤ Touffes :

Cette espèce se développe en touffes très denses de plusieurs mètres de circonférence et de 2 – 3 m de hauteur à un aspect général blanc argenté. Les rameaux dressés portent des feuilles alternes à pétioles courtes et très variables de forme et dimension. La plante adulte est très ramifiée ayant un aspect blanc argenté, à tige dressé d'un couleur blanche-grisâtre, à racine blanchâtres orientant horizontalement pivoté en surface atteindre 3 à 5 fois la longueur de tige (Benrebiha .1987). L'*Atriplex halimus* L. *subsp.halimuss* est un arbuste généralement plus feuillu, au port érigé, très ramifié, pouvant atteindre trois mètres de haut (Ben Ahmed et *al*, 1996).



Figure N° 03 Touffes d'*Atriplex halimus* L (Ziane Bouziane et Azzi Abdessadek 2023)

Tiges

Il est très polymorphe, son port peut être dressé, érigé ou intriqué, les rameaux portent des grappes allongées portant des grains (Gougue, 2005). Tige érigé dressée ligneuse et très rameuse, les rameaux dressés, puis étalés, arrondis ou anguleux, blanchâtre, sont souvent plus ou moins effilés (Maire, 1962).



Figure N° 04: Tige d'*Atriplex halimus*. (Ziane Bouziane et Azzi Abdessadek 2023)

➤ Feuilles

Les feuilles d'*Atriplex halimus* sont alternes, pétiolées, plus au moins charnues, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, assez grandes et font 2 à 5 cm de longueur et 0,5 à 1 cm de largeur (Maâlem., 2002).



Figure N°05: Les feuilles d'*Atriplex halimus*.L Anonyme 2016

➤ Racines

Atriplex halimus possède un système racinaire très développé, qui lui permet d'utiliser les réserves d'eau du sol, il se caractérise par une grosse racine tout d'abord étalée oblique puis s'enfonçant verticalement jusqu'à une profondeur variable avec le sol et l'âge de la plante. Elle peut atteindre 3 à 5 fois la longueur de la tige. Elle est formée de radicelles blanchâtres (Maire, 1962).



Figure N°06 : Racines d'*Atriplex halimus* (Ziane Bouziane et Azzi Abdessadek 2023)

➤ Fleurs

L'inflorescence est monoïque, en panicule d'épis, terminale et nue. Les fleurs monoïques, jaunâtres sont réunies en épis et panicules terminales plus ou moins denses. Les rameaux florifères sont défeuillés au niveau des panicules.

Les valves fructifères sont coriaces, réniformes (Ben Ahmed et al, 1996). Il existerait deux types d'architecture florale de base : l'une est constituée de fleurs mâles pentamères et l'autre, de fleurs femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées (Talamali et al, 2003).

Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis, terminales, avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base. La floraison - fructification se déroule de mai à décembre. Selon Talamali et al. (2003), il existerait deux types d'architecture florale de base, l'une est constituée de fleurs mâles pentamères et l'autre de fleurs femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées.

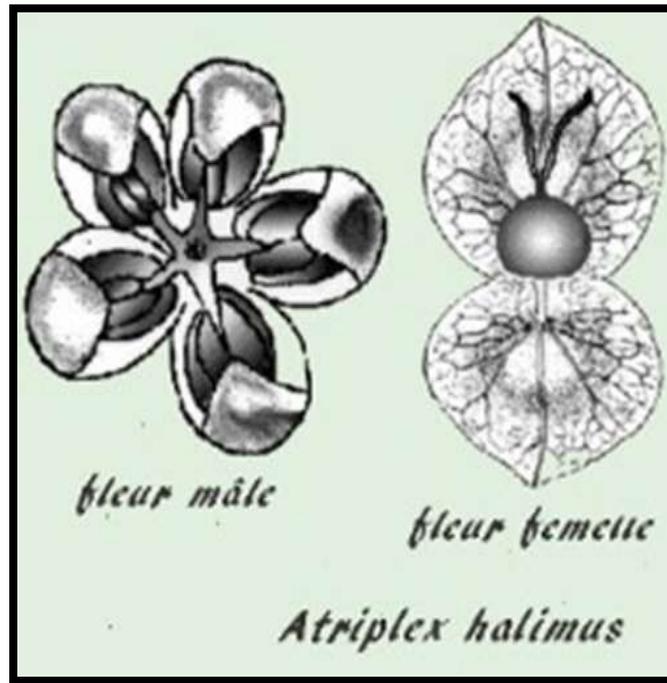


Figure N°07: Fleurs d'*Atriplex halimus* (Talamali et al. 2003)

➤ *Valves fructifères*

Les valves sont fructifères connues à la base, de 0.3 à 0.4 sur 0.4 à 0.5 cm, furfuracées, papyracées, réniformes ou plus ou moins deltoïdes, à marges entières, ondulées-crispées, ou plus ou moins fortement dentées, lisses ou finement granulées-muriquées sur le dos (Ozenda P, 2006).

Atriplex halimus L. halimus : type d'espèce à valves fructifères plus ou moins réniformes à marges des ailes entières.

Atriplex halimus L. schweinfurthii : diffère du type de l'espèce par ses valves fructifères à ailes nettement dentées sur les marges (Nedjimi B, 2010).



Figure N°08 Les valves fructifères d'*Atriplex halimus* L (Ziane bouziane et Azzi abdessadek 2023)

➤ Fruit

Le fruit est membraneux, composé par les deux bractéoles indurées ou entières, lisses ou tuberculeuses, farineuses pubescentes ou velues, droites ou récurées (Ozenda, 2006). Les fruits d'*Atriplex* sont très broutés par les herbivores (Ozenda, 1977).

➤ Graines

Les graines sont rousses, de position verticale, lenticulaire de couleur brune foncée de 2 mm de diamètre environ. Elle est terne et entourée de péricarpe membraneux (Nègre., 1961). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres. Les graines d'*Atriplex halimus* présentent une grande habileté à germer sous les conditions fortement salines, la germination semble être un stade de forte sensibilité au stress salin (Zid et al, 1977).



Figure N°09 : Graines d'*Atriplex halimus* .L (Ziane bouziane et azzu abdessadek, 2023)

1.2.2. La Systématique

La classification de l'espèce halimus L. dans le règne végétal est la suivante (Quézel et Santa, 1963 ; Dupont et Guignard, 2007).

Tableau N°04 : Classification de l'*Atriplex halimus* (Quézel & Santa, 1962; Dupont et Guignard, 2007).

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Préastéridées
Ordre	Caryophyllades
Sous ordre	Amaranthacées
Famille	Chénopodiaceae
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>halimus L</i>

1.3. Le stress :

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

Selon (Dutuit P, 1998), le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence.

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement. D'après (Jones et al 1989), c'est une force ou influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner.

Selon (Levitt, 1980), le terme stress désigne l'effet néfaste d'un facteur de l'environnement sur un organisme vivant.

D'après (Hopkins ,2003), il s'agit de toute force ou condition hostile qui tend à empêcher le fonctionnement normal de la plante (croissance, développement et productivité), la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (Hopkins, 2003).

Ce terme regroupe à la fois les stress biotiques (causés par d'autres organismes vivants) et les stress abiotiques (se présentant à chaque fois qu'il y a un excès ou un déficit dans l'environnement physique ou chimique de la plante).

1.3.1. Types de stress :

La plante et la plupart de ses cellules sont directement exposées aux changements des conditions environnementales qui peuvent être de deux natures distinctes :

1.3.1.1. Stress biotique :

Ce terme représente la totalité des paramètres physico-chimiques ou biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants. Les facteurs biotiques caractérisent donc l'ensemble des influences qu'exercent les êtres vivants entre eux et sur leur milieu (Ramade, 2003)

Imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...), ils sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives jouent le rôle de rempart contre les agents nuisibles (Shilpi et Narendra., 2005).

1.3.1.2. Stress abiotique :

Il est dû principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures extrêmes, excès d'eau et la salinité (Hopkins, 2003).

Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue : les inondations, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d'un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourds, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations U.V, les composés phyto-toxiques comme l'ozone qui est un haut réacteur oxydant, la pollution de l'air, les produits oxydés formés à partir des réactions de pesticides.

La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques. Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante (Shilpi et Narendra., 2005).

1.3.2. Stress salin

Le stress salin est l'une des contraintes abiotiques les plus importantes et les plus limitantes en terme de productivité agricole à l'échelle planétaire, en particulier dans les climats aride et semi-aride (Djerah et Oudjehih, 2016). Il se définit comme une concentration excessive en sel ce terme s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- (Hopkins, 2003).

L'excès d'ions salins dans la solution du sol génère à la fois une pression osmotique élevée et une accumulation d'ions devenant toxiques dans les feuilles notamment celle du Na^+ . Ceci a comme conséquence une réduction de la croissance et de la production des cultures due à une perturbation de plusieurs processus morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires (Kpinkoun et al, 2019).

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son

stade végétatif (Levigneron et al, 1995). Certaines espèces telles que l'orge, le blé, le sorgho, la betterave et le tournesol se montrent plus sensibles au stade juvénile qu'au stade plante adulte (Munns et al, 2006). Mais cela ne s'avère pas être le cas pour toutes les espèces végétales.

➤ Les sels solubles :

La principale source de sels est issue des formations sédimentaires d'origine marine au sein desquelles d'importantes quantités de sels solubles sont mobilisées par les écoulements. Les ions les plus abondants sont conformes à la composition de l'eau de mer, et les eaux présentent alors généralement un faciès chimique à dominante chlorurée sodique (Marlet, S., et J.O. Job, 2006).

Les sels résultent de l'association entre acides et bases, ils sont libres et solubles dans la solution du sol d'où le nom de sels solubles. L'accumulation locale de sels suppose alors l'existence d'un mécanisme de concentration lié à l'aridité du climat. C'est donc dans les bassins endoréiques et sous climat aride que les risques d'accumulation de sels sont les plus élevés. Plus généralement les sels s'accumulent dans les parties basses des bassins versants où le drainage naturel est déficient, comme dans les sebkhas d'Afrique du Nord et du Moyen Orient.

Même lorsque les cours d'eau ont une puissance suffisante pour drainer les eaux et les sels jusqu'à la mer, les parties basses des paysages, terrasses alluviales ou autres, peuvent être localement salées en raison de la présence d'une nappe superficielle.

Sous climat aride, les produits d'altération du substratum peuvent s'accumuler localement et conduire à la genèse de sols salés. Les formations littorales représentent un cas particulier en raison de la proximité de la mer et d'apports de sels d'origine atmosphérique (embruns) ; de périodes de submersion par les marées ou les tempêtes ; de la pénétration souterraine des eaux marines (biseau salé) ; ou de la présence de terres gagnées sur la mer lors de périodes de transgression ou de sédimentation (delta...) (Marlet, S., et J.O. Job, 2006).

➤ Principaux sels solubles :

Nous distinguons trois grands groupes de sels solubles ; les chlorures, les carbonates et les sulfates (Aubert, 1982;Boutelli, 2012 ;)

- Chlorures : le chlorure est un sel principal responsable de la formation des sols salés. Il a une solubilité très élevée et une forte toxicité pour les végétaux.

Parmi ces sels nous avons :

- Chlorure de sodium (NaCl) : c'est le sel le plus répandu, très soluble et hautement toxique.
- Chlorure de potassium (KCl) : c'est un sel voisin du NaCl : mais peu trouvé dans la nature.
- Chlorure de calcium (CaCl₂) : c'est un sel relativement rare dans les sols, Car il réagit avec Na₂SO₄ ou Na₂CO₃ pour former du CaSO₄ ou CaCO₃.



Sulfates : les sels sulfatés se trouvent en quantités variables dans les sols, parmi ces sels nous avons :

- Les sulfates de calcium (Ca SO₄) : le gypse (CaSO₄ 2H₂O) est la forme la plus répandue, de point de vue toxicité il est peu dangereux de fait de sa faible solubilité. Mais il peut freiner le développement du système racinaire dans le cas d'une forte accumulation dans le sol.
 - Le sulfate de magnésium (MgSO₄) : c'est un composant typique des sols salés, on le trouve souvent dans les eaux souterraines, sa solubilité est très élevée ce qui le rend un sel toxique
 - Le sulfate de sodium (Na₂SO₄) ; Composant typique des sols, sa solubilité de l'ordre de 300 g/l, fait de lui un sel hautement toxique.
 - Le sulfate de potassium (K₂SO₄) : il se trouve en faible quantité.
 - Carbonates : D'après (Boutelli, 2012) Les sels carbonatés sont très répandus dans les sols, parmi ces sels nous avons :
 - Le carbonate de magnésium : (MgCO₃) sa solubilité est plus élevée, il donne du Mg (HCO₃) en présence de H₂CO₃
 - Le carbonate de sodium : (NaCO₃) : C'est un sel très toxique par sa solubilité et son pouvoir alcalinisant.
 - Le carbonate de potassium : (K₂CO₃) : Il est extrêmement rare de la trouve en grande quantité, car il est pratiquement comparable à celui de NaCO₃.
- La mesure de la teneur des sels solubles :

Il existe plusieurs grandeurs permettant de caractériser la teneur en sels solubles dans une eau d'irrigation ou la solution du sol. La plus complète repose sur la mesure de la quantité des ions majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} et carbonates). Les espèces azotés, ammonium (NH_4^+) et nitrate (NO_3^-), peuvent aussi être considérées localement en fonction de leur abondance.

Les résultats sont alors exprimés en nombre de charges (C_i , en eq/l ou molc/l) ou en masse (TDS, Total Dissolved Solid, en g/l) que ce soit pour chacun des sels ou leur quantité globale (Marlet, S et J.O. Job, 2006).

1.4. Germination et stress salin :

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et, en particulier, par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel (Ndour et Danthu, 2000). 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 leur phase de germination et de Levée (Maillard, 2001). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée, l'effet dépressif des sels peut être de nature osmotique ou toxique selon les espèces (Debez et al, 2001). Les halophytes sont exposées à des variations de température et de salinité et leur succès est tributaire du maintien de leur viabilité et de leur capacité à germer facilement lorsque la température et le stress de la salinité sont réduits (Khan et Gul, 2005).

Batanouny (1996), souligne que les espèces halophytes germent dans leurs habitats salins natifs, où cette germination est sensiblement affectée par les relations d'eau, car le NaCl inhibe la germination en limitant l'absorption de l'eau.

La salinité induite par le stress oxydatif pourrait être une raison de l'inhibition de la germination (Ben Amor et al, 2005). Cependant, une fois placées dans l'eau distillée, les graines qui n'ont pas germé à des concentrations élevées atteignent des taux de germination équivalents à ceux des témoins sans sel. Ceci montre que la germination sous l'effet osmotique est réversible (Debez et al, 1997).

La réduction de pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination. La salinité

perturbe également les systèmes enzymatiques impliqués dans les différentes fonctions physiologiques de la graine en germination, tels que la diminution de l'activité α et β amylase et la phosphatase de polyphénol oxydase et amylase (Khemiri et al, 2004 ; Levent et al, 2008)

1.4.1 Germination de *Atriplex halimus* :

La phase de la germination ou à celle du développement. La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés. Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (Belkhodja et Bidai, 2004).

Selon (Belkhodja et Bidai, 2004) Que les graines de *Atriplex halimus* germe le mieux en l'absence ou la présence de Na Cl dans le milieu additionné de faible concentration (100 meq) et dès que la concentration en sel augmente, un taux de réduction des graines germées Concentration (350 meq de Na Cl), suivie de l'inhibition de Germination des graines exposées à une salinité élevée (600 meq de Na Cl).

L'effet des près traitement avec l'eau douce ainsi que l'eau salin améliore surtout les temps moyens de germination dans les milieux fortement salés (Choukr et al 2005).

➤ Action du stress salin sur la germination de *Atriplex halimus*

Les espèces d'*Atriplex* répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (Ungar, 1991). La germination des graines est le premier stade physiologique affecté par la salinité. La capacité d'une graine à développer un embryon viable dépend des conditions du milieu de germination et en particulier de sa teneur en sels : une salinité excessive réduit la germination (Ungar I A, 1991).

Les graines d'*Atriplex halimus* L. sont sensibles à NaCl, même s'il existe une variabilité dans la réponse au stress salin selon la provenance. Chez *Atriplex halimus*, la vitesse de germination est ralentie à partir de 10 g/l de NaCl et d'avantage inhibée à des concentrations plus élevées (Boulghalagh et al, 2006).

Selon (Debez et al 2001) la vitesse de germination est ralentie chez *Atriplex halimus* L. à partir de 10 g/l de NaCl et d'avantage inhibée à des concentrations plus élevées. Ces résultats corroborent avec nos résultats.

Le retard de la germination des graines avec l'augmentation de la concentration saline est expliqué par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (Bliss et al, 1986).

1.5. Le stress hydrique :

Le stress hydrique peut se définir comme le rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la croissance de la plante et la quantité d'eau disponible dans son environnement, sachant que la réserve d'eau utile pour la plante est la quantité d'eau du sol accessible par son système racinaire (Laberche, 2004). La demande en eau de la plante est quant à elle déterminée par le niveau de transpiration ou évapotranspiration, ce qui inclut les pertes d'eau tant au niveau des feuilles qu'au niveau du sol (Laberche, 2004).

➤ Effet du stress hydrique :

Le stress hydrique a été défini comme une baisse de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation suboptimale des tissus (Lamaze et al, 1994).

Les risques du manque d'eau sont et deviendront de plus en plus fréquents et persistants, à l'avenir, par suite des changements climatiques causés par l'effet de serre (Witcombe et al, 2009). En effet, selon Trinchant et al, (2004), Chaque année, les surfaces perdues à cause des stress hydrique et salin varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. En Algérie, la rareté et le caractère irrégulier des précipitations (200 à 600 mm/an) peuvent être les facteurs d'une perte partielle ou totale de production, en particulier dans le cas des céréales (Kara et Bellkhiri, 2011).

Les stress provoqués par un déficit en eau constituent une menace permanente pour la survie des plantes (Hopkins, 2003). L'effet du stress dépend de son degré, sa durée, le stade de développement de la plante, le génotype et son interaction avec l'environnement (Yokota et al, 2006). Tous les processus de la plante sont affectés par un déficit hydrique, que ce soit le métabolisme, l'organogénèse (production d'organe par les méristèmes) et la morphogénèse (phénomène de différenciation, et de croissance aboutissant à des organes matures) (Doré et al, 2006).

Pour (Girardin, 1999) cité par (Pindard, 2000), il y a un stress chez la plante quand l'état hydrique perturbe le métabolisme. Cela sous-entend qu'il y a des répercussions directes plus ou moins rapides sur la croissance des organes et leur développement. La première manifestation du stress hydrique chez une plante est le flétrissement mais des recherches ont montré qu'on ne peut se baser sur le flétrissement du feuillage pour détecter le stress, car les fonctions métaboliques sont affectées chez une plante stressée avant que le stress ne soit visible. Il faut avoir recours à des mesures au niveau de la plante, du sol ou à des estimations (Pindard, 2000).

➤ Les paramètres affectés par le stress hydrique

Les végétaux sont caractérisés par une grande capacité à résister aux variations importantes de la teneur en eau de leurs tissus. Néanmoins lorsque l'alimentation en eau est interrompue, la plante a du mal à répondre à la demande climatique. La teneur en eau du sol dans la zone racinaire décroît et induit une diminution de la transpiration ainsi que du potentiel hydrique foliaire. Les paramètres affectés par le stress hydrique au niveau de la plante sont : la photosynthèse, l'alimentation minérale, la croissance végétative, etc...(Sondlakalia, 2010)

➤ Effet du stress hydrique sur la photosynthèse :

La diminution de la photosynthèse, liée à la diminution de la teneur relative en eau et du potentiel hydrique foliaire, est due essentiellement, à la réduction de la pénétration du CO₂, limitée par une fermeture des stomates (Plaut et Federman, 1991). En effet, l'effet dépressif d'une contrainte hydrique sur la photosynthèse des végétaux résulte non seulement d'une baisse de la conductance stomatique, mais également d'une altération de l'appareil photosynthétique et/ou d'une diminution de la surface foliaire (Kaiser, 1987).

➤ Effet du stress hydrique sur la germination :

La sécheresse est l'un de principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement. Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (Ingram et al, 1996), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. Il a été démontré que le glycéraldéhyde-3-

déshydrogénase cytotogiques est fortement induite par le déficit hydrique ce qui est l'origine d'un changement de l'acuité de la glycolyse (Velasco et al, 1994).

Selon Bray et al. (1989), De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés en amont par les variations de l'hydratation cellulaire. Quoique l'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination, mais indirectement la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique. Ils constituent les principaux osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, assurent une protection des macromolécules essentiellement membranaires.

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture et en cas de persistance de sécheresse la situation peut se traduire par une absence de levée (Feliachi et al, 2001). La sécheresse est l'un des principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement.

➤ Stratégies d'adaptation des plants au déficit hydrique :

La tolérance est la stratégie qui permet à la plante d'assurer ses fonctions physiologiques malgré une dégradation de son état hydrique. Le maintien de la turgescence lors d'un déficit hydrique permet de retarder la fermeture des stomates (Mojayad et Planchon, 1994), de maintenir le volume chloroplastique (Gupta et Berkowitz, 1987) et de réduire le flétrissement foliaire (Jones et Turner, 1980). Cette aptitude confère à la plante une meilleure tolérance au déficit hydrique interne (Ludlow et al. 1983). Cette tolérance au déficit hydrique interne permet un fonctionnement prolongé de la photosynthèse. Les produits carbonés peuvent alors être utilisés autant pour l'ajustement osmotique que la croissance racinaire. Une autre conséquence du maintien du métabolisme carboné sera une diminution de la fréquence des épisodes de photoinhibition (Maury et al.1996).

Afin d'échapper aux périodes de sécheresse, la plante recourt à un allongement du cycle pendant les premiers stades de croissance (Mujica et al. 2001 ; Jacobsen et al.2003) alors qu'elle suit d'autres stratégies pour tolérer le stress, principalement grâce à l'élasticité de ses tissus, à son potentiel osmotique faible et au maintien de sa turgescence. Cette plante se caractérise par un système racinaire très étalé en surface et qui peut être

profond dans le sol. Pour maintenir la turgescence en cas du manque d'eau, le quinoa recourt à la réduction de sa surface foliaire par chute des feuilles, la formation de glandes vésiculaires spéciales et de petites cellules ayant une paroi épaisse.

1.6. Intérêts des *Atriplex*

1.6.1. Lutte contre la sécheresse

L'*Atriplex halimus* sont généralement efficaces dans leur utilisation de l'eau et donc adaptée aux climats secs, elle possède des racines très longues qui lui permettent l'absorption de l'eau des horizons profonds (jusqu'à 5 m) (Le Houérou, 1992).

On a également obtenue des données à partir de recherches pour la lutte contre la désertification effectuées en Afrique australe où l'*Atriplex halimus* fournis les meilleurs résultats par rapport à nombreuses espèces arbustives testées (Van heerden et al . ,2000)

1.6.2. Désalinisation des sols :

Les plantations d'*Atriplex* peuvent permettre la récupération des zones salées surtout avec l'*Atriplex halimus* qui est particulièrement résistant au NaCl. Sa croissance est stimulée en présence de NaCl à 150 Mm (Ben Ahmad et al. 1996). Les *Atriplex* peuvent aussi "désaliniser" les sols. En effet la teneur en NaCl atteint 20% de la matière sèche pour *Atriplex nummularia* (Sarson., 1970). IL est possible d'extraire d'un hectare 1100 Kg de NaCl en une année de culture (Franclet et Le Houérou, 1971). Les *Atriplex* sont donc des plantes qui peuvent être utilisées dans les régions menacées par la salinité.

D'après LE Houérou et Pontanier,(1987) les espèces d'*Atriplex* ont suscité un intérêt particulier sont: *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *Atriplex repanda*; *Atriplex atacamensis*; *Atriplex mollis*; *Atriplex sembiccata*; *Atriplex halimus*; *Atriplex canescens*; *Atriplex vesicari*

1.6.3. Intérêts fourragères

L'*Atriplex* est un arbuste fourragère qui a été introduit tant avec l'objectif de combler le déficit alimentaire du bétail que pour améliorer le contenu protéique du régime, ainsi qu'en raison de leur grande adaptation aux sols salins et de leur grande efficacité dans l'utilisation de l'eau principalement liée au métabolisme de type C4. L'augmentation de la production fourragère dans les zones à forte intensité de charge, représente la principale stratégie pour la

réduction du risque d'érosion lié aux conditions de dégradation dues au sur broutage (Smail Saadoun N, 2005).

L'Atriplex halimus constitue une source importante en matière azotée vu ses richesses en protéines pour le cheptel, essentiellement en période de disette (El-Shatnawi et Turuk, 2002). Sa culture pourrait être envisagée comme source de fourrage dans les zones de grande fragilité écologique.

L'Atriplex halimus est très apprécié. Cette appétibilité croît avec l'entrée en maturation des graines (juillet) et devient forte dès le mi- septembre pour s'annuler à la fin de décembre. Il est donc préférable de ne pas pâturer les espèces d'*Atriplex* durant l'hiver et le printemps (Djellakh F, 2015).

1.6.4. Utilisation en médecine traditionnelle et pharmacologie moderne :

L'Atriplex halimus est classé parmi les plantes les plus utilisées par la population steppique pour soigner l'hyperglycémie. Les arabes praticiens à base de plantes indigènes utilisent les feuilles pour traiter les maladies cardiaques et le diabète (décoction) et le rhumatisme (un extrait préparé avec de l'eau bouillante est ajouté à l'eau de bain) (Saïd et al, 2002).

L'extrait des parties aériennes de *L'Atriplex halimus* obtenu avec du méthanol ou de l'hexane (et contenant des alcaloïdes, des stéroïdes, flavonoïdes et glycosides) ont montré une activité antibactérienne contre diverses bactéries pathogènes Gram-positives et négatives (Abdel Rahman et al, 2011).

1.6.5. Assainissement des sols :

L'Atriplex halimus représente l'une des meilleures options pour la mise en valeur des terres agricoles dégradées dans les zones arides et semi-arides. En raison de son étendue, système racinaire profond, il a été utilisé dans des projets de conservation des sols dans les terres arides en Algérie, l'Égypte, la Libye, la Jordanie, la Nouvelle-Zélande, l'Espagne, la Syrie et la Tunisie, en particulier comme une haie de contour pour contrôler le ruissellement et l'érosion dans l'argile et les sols de marne et de schistes.

Sa plantation favorise le recyclage des nutriments, la réduction de la vitesse du vent au niveau du sol et diminue dans le ruissellement et l'érosion (Le Houérou, 1992).

Chisci et *al.* (2001) a trouvé que la plantation d'*Atriplex halimus* en même temps que *Hedysarum coronarium L.* sur un sol argileux marginal en Italie améliore la porosité du sol et la formation d'agrégats du sol et réduit la perte de sol par ruissellement.

Les conditions physicochimiques des sols salins peuvent être améliorées par la culture de plantes halophiles telles qu'*Atriplex halimus* (Gharaibah et *al.*, 2011). Les mycorhizes ont de nombreuses fonctions positives, surtout en ce qui concerne la nutrition du phosphore, mais mycorhization a été démontré que diminuer dans *Arroche spp.* Exposé à un stress NaCl (Asghari et *al.*, 2005).

1.6.6. Production d'énergie :

Le bois produit par l'*Atriplex halimus* a été utilisé pendant des siècles pour le chauffage et la cuisine, une pratique qui se poursuit aujourd'hui dans les zones rurales (Bouزيد et Benabdeli, 2011).

Les terres agricoles abandonnées sont considérés comme les sites optimaux à donner l'énergie de la biomasse, jusqu'à 5 % de la consommation mondiale d'énergie primaire sans affecter la production alimentaire, car il n'y a pas des utilisations concurrentes (Field et *al.*, 2007).

1.6.7. Intérêts économique

La plantation d'*Atriplex* apparaît comme l'un des meilleurs moyens de réhabiliter les zones désertiques et de les restaurer à la production. Cette plante représente une source potentielle d'utilisation économique; il peut fournir des sources de fourrage avec une bonne valeur nutritive pendant les saisons sèches, et les périodes de pénurie de ressources de pâturage. De plus, il peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétales et animales dans plusieurs zones dépouillées (Le Houérou, 1992).

De nombreuses études ont mis en évidence le fait qu'en associant la culture de l'orge aux arbustes fourragers appartenant au genre *Atriplex*, la production de céréales a augmenté de 25%; de plus, le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orge et les arbustes d'*Atriplex* été et en automne (Ortiz-Dorda et *al.* 2005)

1.6.8. Autres application potentielles :

L'isolement de l'*Atriplex halimus* des gènes contrôlant les traits qui confèrent une tolérance au sel et leur transfert dans économie importantes espèces végétales, d'étendre la gamme des

conditions dans lesquelles ils donnent des rendements viables, est une technologie émergente (Sadder et *al*, 2011).

Sa biomasse séchée peut être utilisée pour l'élimination des éléments en traces de l'eau contaminée, comme démontré pour l'*Atriplex canescens* par Sawalha et *al*. (2008).

De plus, l'accumulation de saponines et glycine bétaïne par l'*Atriplex halimus* pourraient être exploitées: saponines (comme bio surfactants) sont efficaces dans l'élimination des oligo-éléments à partir de sols contaminés (Hong et al, 2002), tandis que glycine bétaïne, ajouté comme complément alimentaire, peut améliorer la nutrition et la croissance des animaux monogastriques (Ratriyanto et *al*, 2009). Clauser et al, (2013) a récemment isolé quatre nouveaux flavonoïdes glycolysés de ses parties aérienne

Chapitre II

2- Matériels et méthodes :

Objectif

La salinité des sols en Algérie est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale en accumulant des sels dans les horizons du sol qui Cela peut entraîner une détérioration des propriétés physiques du sol.

La germination des graines est affectée par des facteurs de stress environnementaux tels que les conditions hydriques et la salinité du sol, ce qui affecte en fin de compte le succès de la végétalisations.

Afin d'évaluer l'effet du stress salin et hydrique sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* nous avons mené des expériences au laboratoire en présence de polyéthylène glycol (PEG) a des concentrations de (100, 150 et 200g/L) et de différentes concentrations (5, 10,15 et 20 g/l) en sel (NaCl, Na₂ So₄, KCl, CaCl₂).

2.1. Choix du site :

2.1.1. Site Matarba :

Le site est situé sur le littoral de la région de Mostaganem, elle bénéficie d'un climat semi-aride et d'une grande richesse floristique avec de nombreuses espèces d'halophytes. Ce site, se caractérise par une dégradation des touffes d'*Atriplex halimus* et une pollution alarmante

Le site	Latitude	Longitude	Altitude
Matarba	35°56'54.07"N	0° 5'14.38"E	20m



Figure N°10 Carte du site Matarba
Carte : Google Earth.2019



Figure N°11 Site Matarba Mostaganem
(Ziane bouziane et Azzi abdessedek,2023)

2.2. Matériel végétal :

Les graines d'*Atriplex halimus* ont été récoltées sur le terrain en janvier 2023 après plusieurs sorties sur terrain.

➤ Préparation des graines :

Les graines sont stérilisées à l'aide d'eau de Javel à 50% pendant 10 minutes, puis rincées à l'eau distillée 05 fois de suite. Ensuite, dans de l'alcool à 50% pendant 2 minutes, puis rincez-03 fois avec de l'eau distillée.

➤ Préparation des boîtes de pétri :

Les boîtes de Pétri utilisées sont des boîtes stériles de 10 cm sur 1 cm de diamètre épais, dans chaque boîte 15 graines sont disposées sur du coton imbibé de solutions salines de différentes concentrations, le nombre de répétitions 03 boîtes pour chaque traitement Les boîtes de Pétri sont placées dans des conditions où les principaux paramètres sont assurés pour un bon environnement de culture.



Figure N°12 Graines d'*Atriplex halimus* (Ziane bouziane et Azzi abdessadek,2023)

2.3. Les sels utilisés :

Le premier sel utilisé est le chlorure de sodium NaCl, le sulfate de sodium Na₂ SO₄, le CaCl₂ et le KCl.

Tableau N°05 Les différentes concentrations de sel utilisées dans l'expérience.

Sels / Concentration	NaCl	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	KCl
	5g/L	5g/L	5g/L	5g/L
	10g/L	10g/L	10g/L	10g/L
	15g/L	15g /L	15g/L	15g/L
	20g/L	20g/L	20g/L	20g/L

➤ **Paramètres étudiés :**

➤ **Taux de germination (TG)**

Le taux de germination ou TG est exprimé par le rapport du nombre de graines germées (n) sur le nombre total de graines testées (N) rapporté à 100% (Côme, 1970).

$$TG = \frac{n}{N} \times 100$$

➤ **Vitesse de germination**

Elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une des graines jusqu'à la stabilité de la germination. Elle peut s'exprimer par :

Le coefficient de vélocité (Cv) proposé par Kotowski (1926) avec un temps moyen de germination(Tm).

$$Cv = (N1 + N2 + N3 + \dots + Nn / N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn) \times 100$$

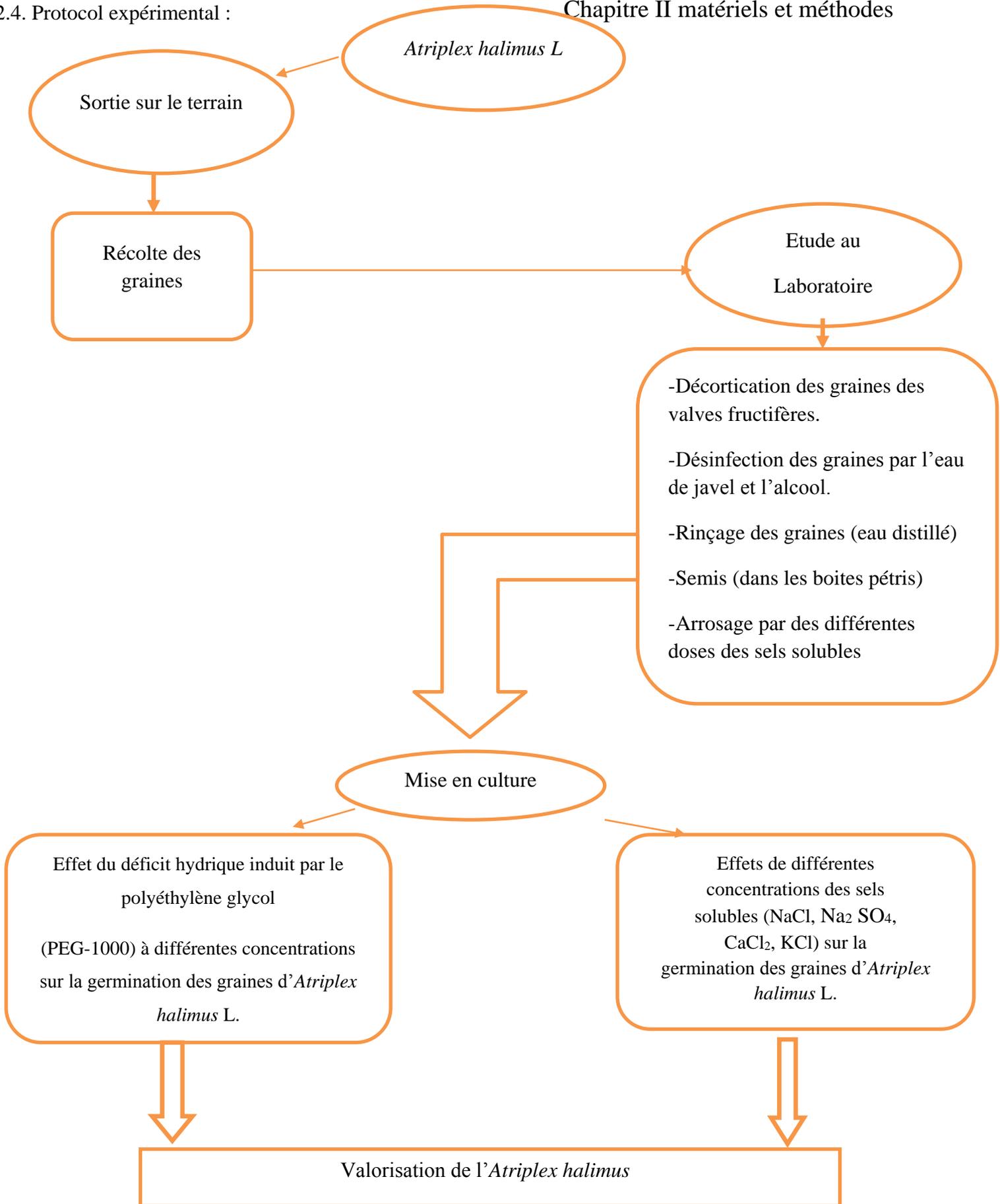
N1 : Nombre de graines germées au temps T1

N2 : Nombre de graines germées au temps T2

N3 : Nombre de graines germées au temps T3

Nn : Nombre de graines germées au temps Tn

Nous avons retenu la formule de Kotowski pour calculer la vitesse de germination



2.5. Mise en culture :

Les boîtes de pétri utilisées sont des boîtes stériles de 10 cm de diamètre et de 1 cm d'épaisseur. Dans chacune des boîtes, nous avons placé 10 graines sur du coton imbibé de l'eau distillée et d'autre part de solutions à base de sels solubles NaCl, Na₂SO₄, KCl et CaCl₂ de différentes concentrations (5, 10, 15 et 20 g/L).

Le nombre de répétitions était de 3 fois (03 boîtes) pour chaque traitement

2.6. Germination et stress hydrique :

L'expérimentation consiste à étudier l'effet du déficit hydrique induit par le polyéthylène glycol (PEG-1000) à différentes concentrations sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* L. Elle est conduite en chambre de culture sous conditions contrôlés.

2.6.1. Préparation des solutions de PEG-1000

Le polyéthylène glycol (PEG-1000) est un polymère non ionique hydrosoluble non perméable pour les cellules. Il est utilisé pour induire un déficit hydrique car il réduit la disponibilité en eau sans causer de dommage physique aux plantes (Meneses et al, 2011).

La solution de PEG-1000, à un potentiel osmotique donné, est préparée en faisant dissoudre la quantité de PEG-1000 dans l'eau distillée aux concentrations 10% (T1 = 100 g/l PEG-1000), 15% (T2=150g/L) et 20% (T3 = 200 g/l PEG-1000).

L'eau distillée est utilisée comme témoin (T0 = 0 g/l PEG-1000).

Tableaux N°06 : Les différentes concentrations de solution PEG-1000

Concentrations de PEG-1000	T0	T1	T2	T3
	Eau distillée 0%	10% (-0.15MPa)	15% (-0.30MPa)	20% (-0.49 MPa).

Chapitre III Résultats et discussion

3.1. Effets du chlorure de calcium (CaCl_2) sur le pourcentage de la germination des graines d'*Atriplex halimus*

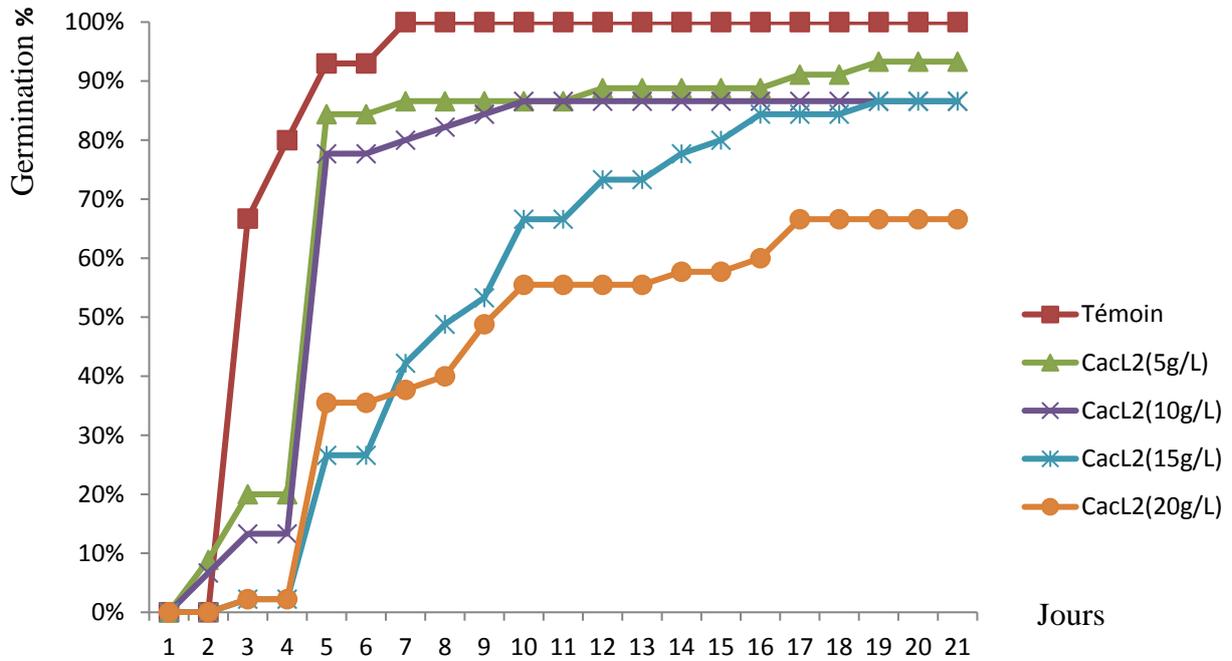


Figure N° 13 Effets de différentes concentrations de CaCl_2 sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 13 Nous notons que la concentration de solution de CaCl_2 à une concentration de (20 g/L) a affecté le pourcentage de germination.

Un retard de trois jours dans la germination a été enregistré pour les concentrations en CaCl_2 de (15 g/L) et (20 g/L) le troisième jour. Le témoin marque 100 % de taux de germination le septième jour.

3.2. Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

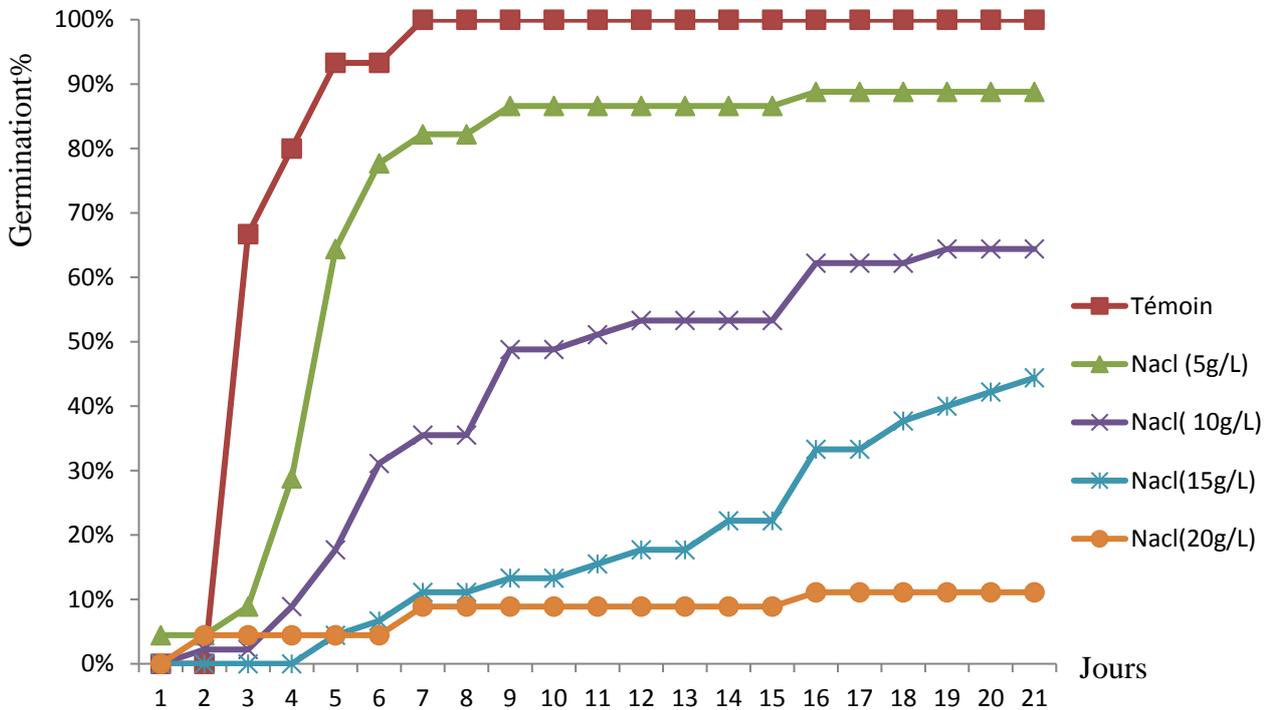


Figure N° 14 : Effets de différentes concentrations de NaCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

La figure N° 14 montre que la germination a été affecté par les concentrations de NaCl à 10 g/L, 15 g/L et 20 g/L alors que la concentration de 5 g/L n'a pas d'influence sur le taux de germination.

Le pourcentage de germination était le plus élevé chez le témoin, puisqu'il atteignait (100%) le septième jour. Le pourcentage de germination le plus bas était de 11 % pour une concentration en NaCl de 20 g/L. Un retard de cinq jours dans la germination sous effet de NaCl à 15g/L.

3.3. Effets de chlorure de potassium KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

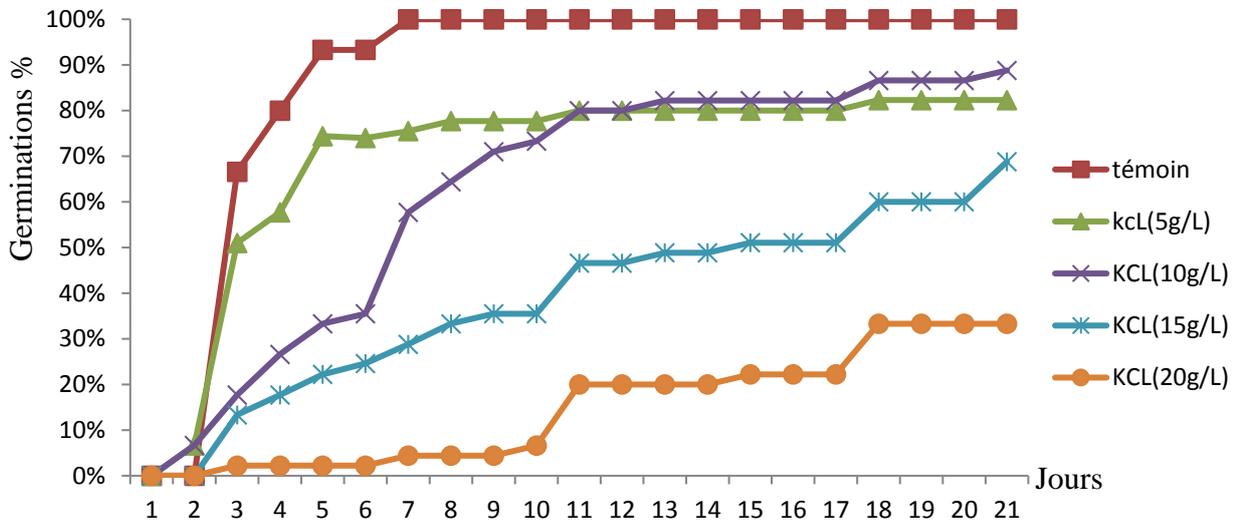


Figure N° 15 Effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 15 On note que la concentration de la solution (KCl) à des concentrations (20 g/l) et (15 g/l) a eu un effet sur la germination ou on a enregistré, une diminution dans le taux de germination à partir de 10 g/L.

A une concentration de 15 et 20 g/L on remarque un taux de germination de 69 et 33%.

Le pourcentage de germination le plus bas (33%) a été enregistré à une concentration de 20 g/L.

3.4. Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

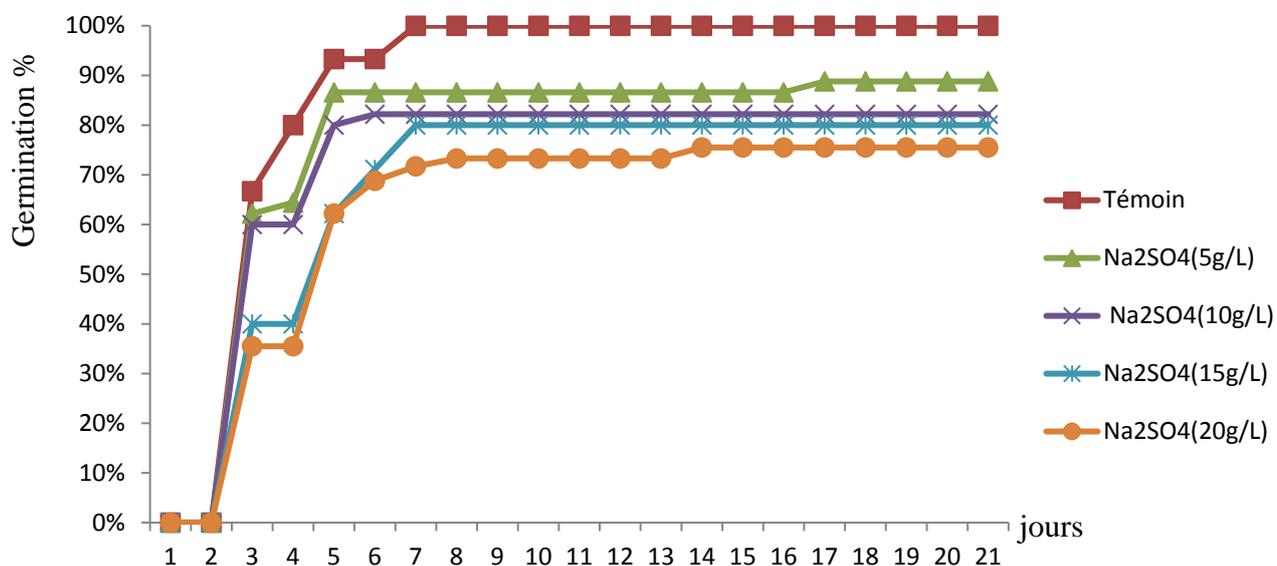


Figure N° 16 Effets de différents concentrations de Na_2SO_4 sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 16 On remarque un retard dans la germination des graines de deux jours pour tous traitements à Na_2SO_4 .

On enregistre aussi que l'effet du Na_2SO_4 et aux concentrations 5, 10,15 et 20 g/L n'a pas affecté le taux de germination puisque on enregistre des taux de 76, 80 et 82 %

3.5. Effets du chlorure de calcium (CaCl_2) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*.

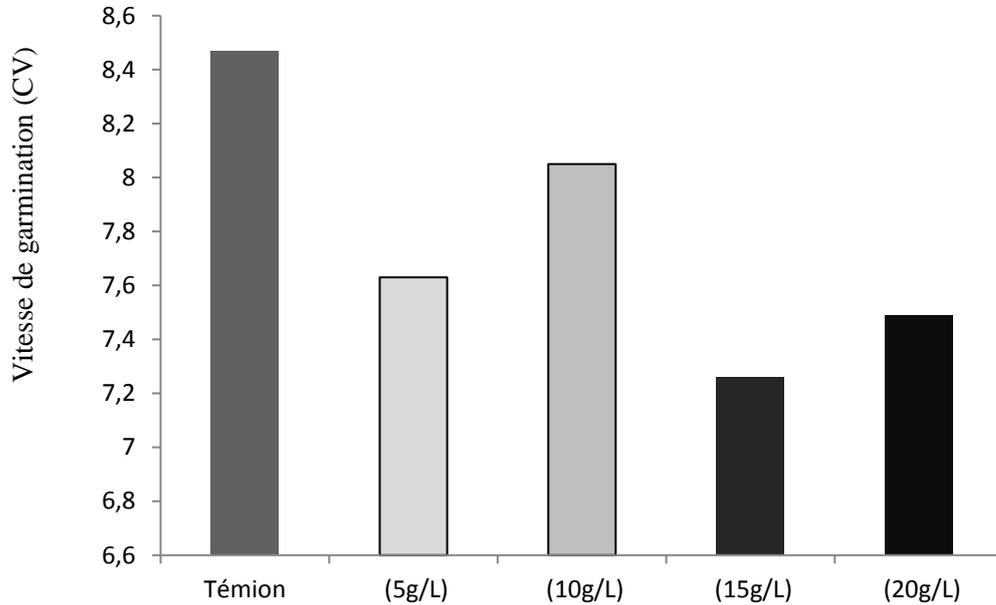


Figure N° 17 Effet de différentes concentrations de CaCl_2 sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Sur la figure N° 17 Nous remarquons qu'à des concentrations élevées de CaCl_2 à 15 et 20 g/L, le coefficient de vélocité était de 7,26 et 7,49 par rapport au témoin qui est de 8.47-

3.6. Effets du chlorure de sodium (NaCl) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

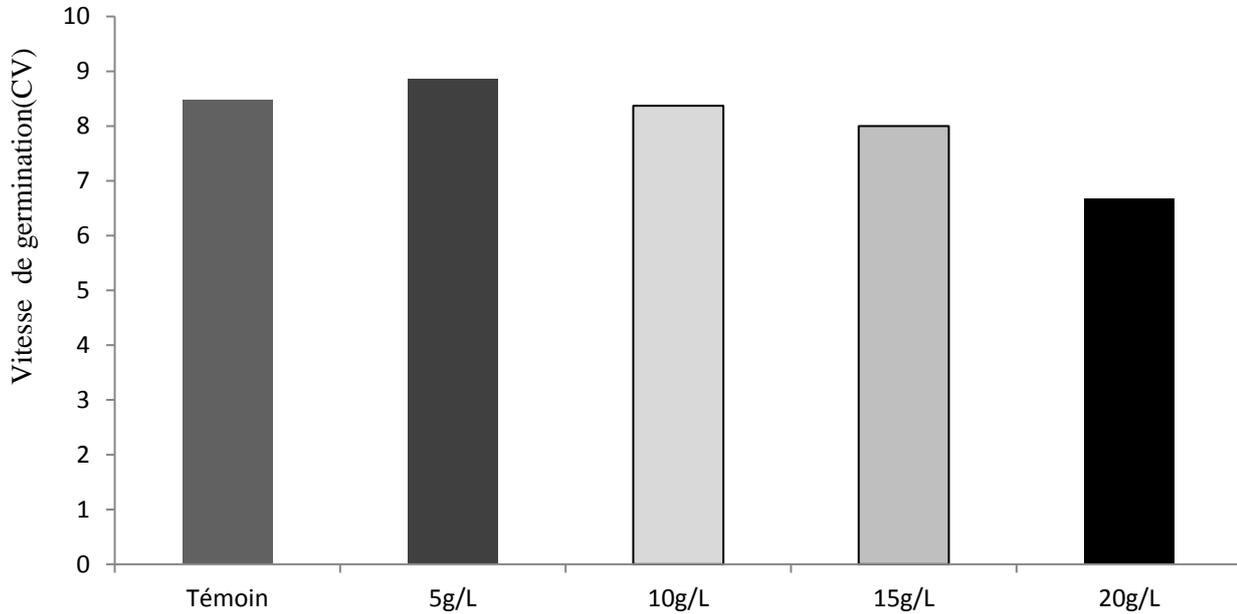


Figure N°18 Effet de différentes concentrations de NaCl sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 18 on remarque une rapidité dans la germination à une concentration de 10 g/L, le coefficient de vélocité est de 8.37. La vitesse de germination du témoin est de 8.47. Un retard dans la germination (CV=6.67) est enregistré à une concentration de 20 g/L.

3.7. Effets du chlorure de potassium (KCl) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

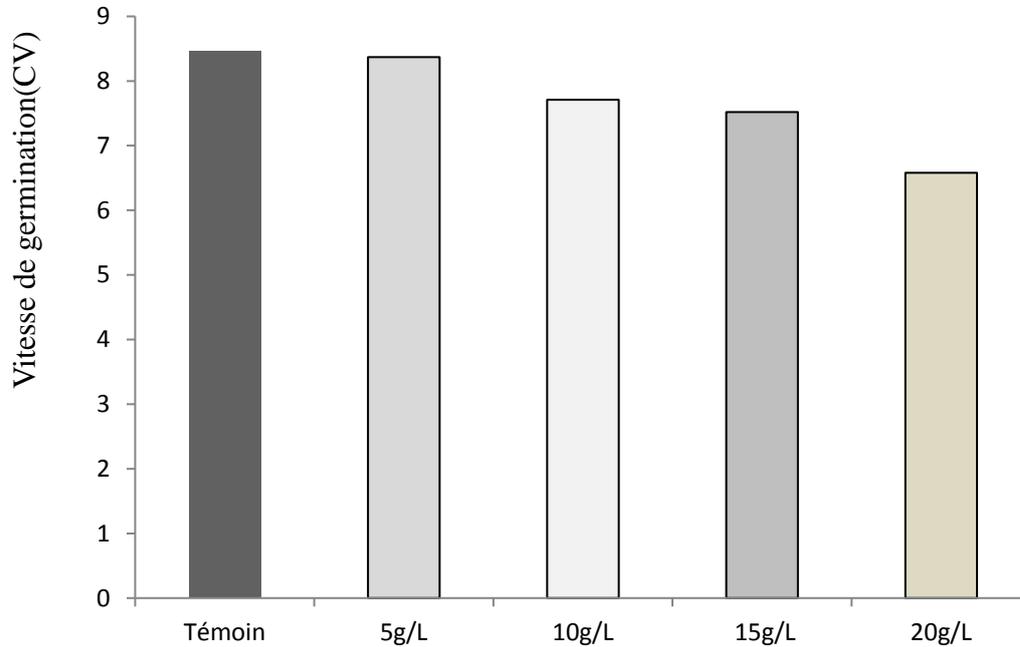


Figure N ° 19 Effet de différentes concentrations de KCl sur la vitesse de germination des graines d' *Atriplex halimus*

La figure N°19 Nous montre que le coefficient de le plus bas 6.58 a été enregistré a des concentrations de 15 et 20 g/L, on peut dire que plus les concentrations en KCl augmente plus on a un retard dans la germination.

3.8. Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*.

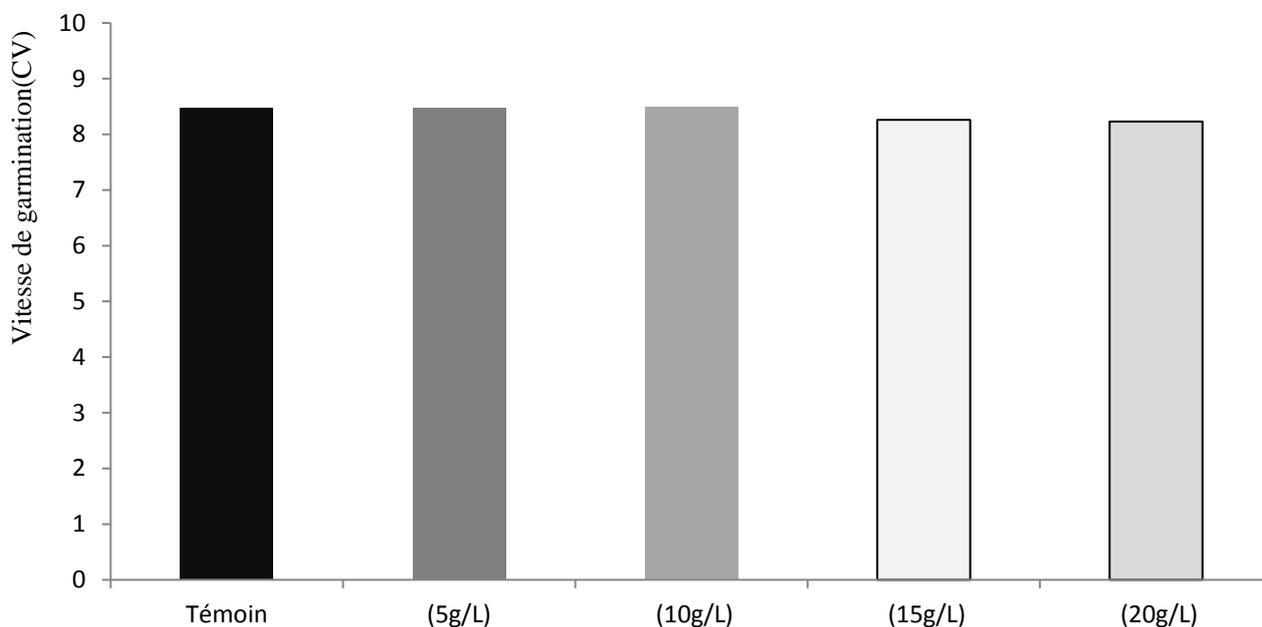


Figure N° 20 Effet de différents concentrations Na_2SO_4 sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 20 nous remarquons que le coefficient de vitesse est de 8.5 à une concentration de 5 g/L de Na_2SO_4 , il est supérieure que celui du témoin donc une rapidité dans la germination.

À 15 et 20 g/L de Na_2SO_4 les coefficients de vitesse sont presque les mêmes 8.23 et 8.26 la vitesse de germination est presque identique.

3.9. Effet du stress hydrique sur la germination des graines d'*Atriplex halimus*

3.9.1. Effets de polyéthylène glycol (PEG1000) sur le pourcentage de germination d'*Atriplex halimus*

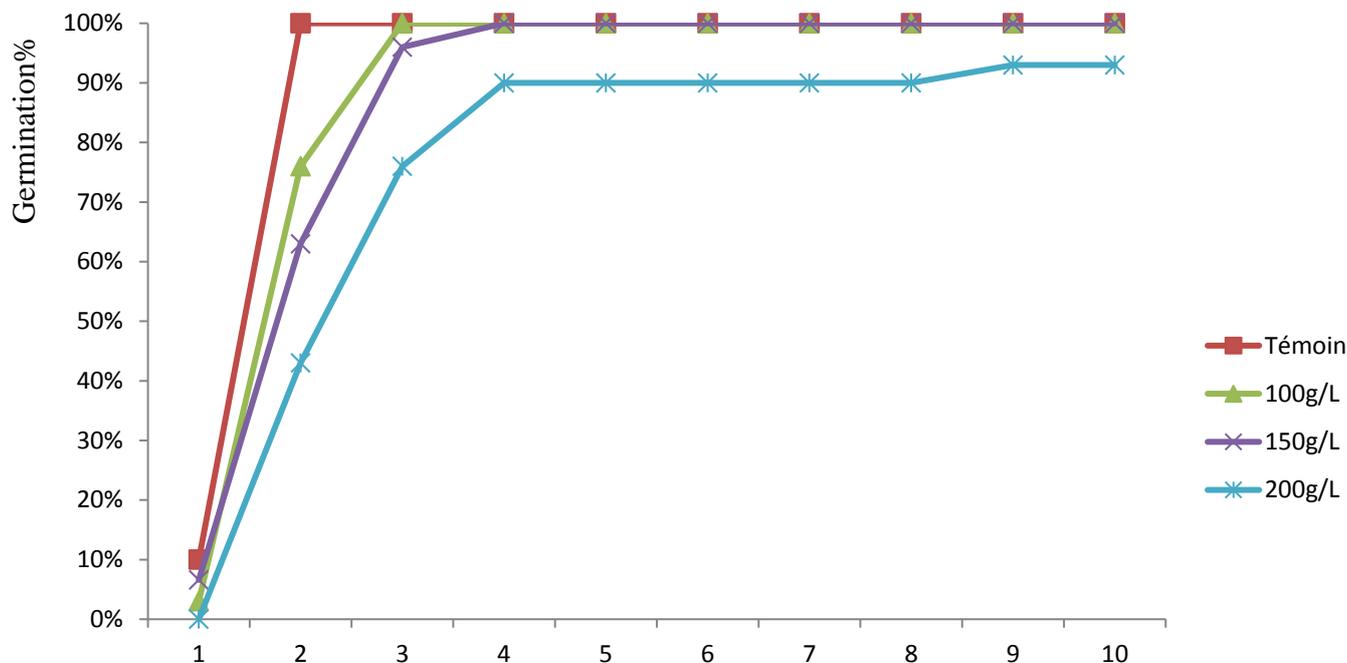


Figure N° 21 Effes de différentes concentrations (PEG1000) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

D'après la figure N° 21 Nous notons que le pourcentage de germination a atteint (100%) pour le témoin le deuxième jour on enregistre que la germination marque un retard d'un jour avec un taux de 43% pour le traitement à 200g/L. Le stress hydrique n'a pas marqué d'une manière significatives la germination quel que soit la concentration au PEG1000.

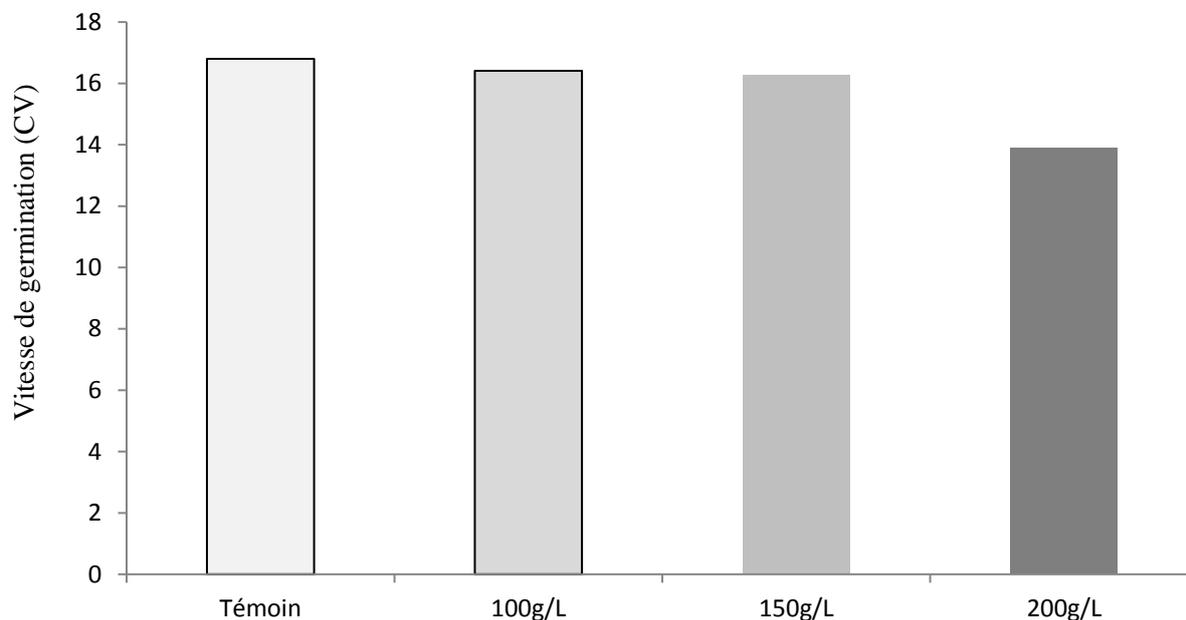
3.9.2. Effets de polyéthylène glycol (PEG1000) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Figure N° 22 Effets de (PEG1000) sur la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus*.

Le figure N° 22 nous indique qu'il y a accélération de la germination à une concentration moins élevé de PEG1000 de 100 g/l et 150 g/L, plus la concentration de PEG1000 est élevé plus il y a un ralentissement dans la vitesse de germination .A une concentration de 200 g/L de PEG le coefficient de vélocité est de 13.9. En outre, plus la concentration de la solution de polyéthylène glycol est élevée, plus la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus* est faible.

Discussion

Atriplex halimus L (Amarantacée) est un arbuste Xérohalophyte, très abondant dans les steppes salines d'Algérie. Elle résiste bien aux conditions environnementales extrêmes des régions arides et semi-arides comme la salinité et la sécheresse (Le Houérou, 2000). Accumule les principaux ions de la salinité dans ses tissus en les stockant dans les vacuoles (Walker et al, 2014). Elle est particulièrement bien adaptée aux régions arides affectées par la salinité (Bajji et al, 1998)

Les stress salin et hydrique peuvent réduire la germination en limitant l'absorption de l'eau par les graines (Boulghalagh et al, 2006), soit en affectant la mobilisation des réserves stockées ou en affectant l'organisation et la synthèse structurale des protéines dans des embryons de germination (Hermann et al, 2007).

Selon Rejili et al. (2006), les semences répondent au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal.

L'*Atriplex halimus* est une espèce endémique des régions méditerranéennes arides et semi-arides fortement résistante aux différents stress tels que ; la salinité (Wong et Jager, 1978 ; Bajji et al, 1998), la sécheresse (Martinez et al, 2004). Les métaux lourdes (Lutts et al, 2004 ; Manousaki et Kalogerakis, 2009)

Le genre *Atriplex* renferme les plantes xéro-halophytes, caractérisées par une grande tolérance au manque d'eau et à la salinité des sols (Mulas, M., Mulas G. 2004). En conditions stressantes, ces plantes développent des stratégies d'adaptations leurs permettant de faire face aux contraintes environnementales (Mulas, M., Mulas G, (2004) ; Hu, Y., Schmidhalter, U, 2004).

L'espèce *Atriplex halimus* L. appelée aussi pourpier de mer, est l'une des plus répandue dans le monde (Le Houérou H.N, 2000). De nombreux travaux ont contribué à l'étude des mécanismes mis en jeu par *Atriplex halimus* L. dans la tolérance aux contraintes environnementales, et ce à plusieurs stades de développement de la plante (Walker, D. J. ; Lutts, S, 2014).

La germination des graines est un phénomène naturel qui intervient lorsque des semences sont imbibées d'eau dans des conditions favorables de température, d'oxygénation et d'obscurité

(Bensaadi, 2011). Selon Labbe, (2004), la germination se traduit par une activation des activités enzymatiques dans toutes les parties de la graine (embryon et tissus de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la constitution d'un germe.

La germination est l'ensemble des événements qui commencent par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine (Mihoub et al, 2005) et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon.

Le stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades. Les semences répondent au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal (Bensaadi N, 2011).

Le retard de germination engendré par les concentrations croissantes du milieu en NaCl résulterait d'une difficulté d'hydratation des graines par suite d'un potentiel osmotique élevé et peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (Smaoui et al. 1986).

Ungar, (1991) affirme que la germination des graines des halophytes en milieu salin est variable et spécifique à l'espèce. Billard et Binet, (1975) ont conclu que les graines d'*Atriplex arenaria* germent jusqu'à 40 % dans l'eau de mer lorsqu'elles sont placées sous un régime thermique quotidien 12 heures à 5 °C et 12 heures à 25 °C. Benrebaha, (1987) a montré que la germination des *Atriplex halimus* et *nummularia* est inhibée dès que la concentration en NaCl dépasse 4 g.L⁻¹ à 20 °C.

Zid et Boukhris, (1976) avaient déjà relevé cette inhibition pour les graines d'*Atriplex halimus* soumises à plus de 5 % de NaCl. Khan et Rizvi, (1994) montrent que des graines d'*Atriplex griffithi* traitées à 500 mM de NaCl ne germent pas.

L'étude de effets des sels solubles sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* nous a permis de distinguer que le CaCl₂ influe sur la germination seulement a des concentrations élevé de 20 g/L (Figure N° 13)

Le NaCl a un effet très prononcé sur la germination et à une concentration très élevée de 20 g/L on a seulement un taux de 11 %. Pour le KCl le taux de germination est affecté à partir de 10 g/L de KCl (Figure N° 15)

La germination ne semble pas influencée par le sel de Na₂SO₄ puisque sous effet des concentrations de 5, 10,15 et 20 g/L on a obtenu des taux élevés de germination (Figure N° 16)

Nos résultats concordent avec beaucoup d'auteurs (Nedjimi, 2010 ; Bouda et Haddiou, 2010)

Les principaux résultats obtenus par Nedjimi (2010) pour la germination d'*Atriplex halimus* ont montré un effet peu marqué du stress salin sur le taux et la vitesse de germination pour des niveaux de salinité modérés. Le taux de germination des graines subit une diminution de 25% pour des concentrations salines de 5,25 g /l NaCl, 6,06 g/l Na₂ SO₄ ou 7g /l CaCl₂ (Nedjimi, 2010). Au-delà de ces seuils, le taux de germination accuse une diminution significative.

Au-delà de ces seuils de 10 g/L, le taux de germination accuse une diminution significative pour tous concentrations principalement la concentration 20 g/l qui accuse une diminution nette dans la germination (Tableau en Annexe N° 07, 08, 09 et 10).

L'étude de vitesse de germination sous effets des sels solubles nous a permis de déduire qu'un taux élevé en sels a un effet sur la vitesse de germination ou on remarque un retard dans la germination (Tableau en annexe N° 11). L'effet d'une concentration en sel de 20 g/L affecte sérieusement la vitesse de germination, donc un retard et ralentissement en germination (Figure N° 17, 18,19, et 20).

L'augmentation de la concentration en chlorure de calcium dans le milieu diminue la vitesse de germination par rapport au témoin, mais ne semble pas affecter la capacité germinative des semences, le taux de germination n'est affecté qu'à partir de 10 g/l de CaCl₂ (Nedjimi, 2010).

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, une diminution des taux de graines germées se produit sous la concentration de 10 g/l de NaCl. Alors qu'une forte dose de sel (15g/l NaCl) produit une forte diminution du nombre de graines germées (Said Bouda et Abdelmajid Haddiou, 2010). Cela confirme nos résultats pour l'espèce *Atriplex halimus* est résistante à la salinité mais d'une manière modérément (tableau en annexe N° 08)

Reham M. Nada, Gaber M. Abogadallah, (2014) ont montré que les deux traitements de NaCl et KCl ont eu le même effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus*, où 100, 250 et

400 mM NaCl ou KCl significativement réduit la germination à environ 70, 43 et 26 % du témoin, respectivement. D'après nos résultats le taux de germination est fortement réduit à partir 14g/l (187 mM) de KCl et la germination est inhibée au-delà de 18g/l (241 mM).

Ces résultats peuvent indiquer que la germination des *Atriplex halimus* a été plus affectée négativement par le stress osmotique que par le sel. Les ions pourraient atténuer l'effet du stress osmotique. Qui est la raison pour laquelle des concentrations élevées de NaCl ou KCl n'a pas inhibé complètement la germination mais la diminuent (Reham M. Nada, Gaber M. Abogadallah, 2014).

La germination des *Atriplex halimus* semble être plus résistante à la salinité que celle de *Atriplex canescens* ou *Atriplex nummularia* (Maâlem et Rahmoune, 2009). Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Bouda S et Haddioui, 2011).

L'*Atriplex halimus* développe un double système racinaire : long, racines principales et racines secondaires portées sur eux permettent l'absorption d'eau à partir de profondeurs de jusqu'à 5 m, tandis que les fines racines portées par les pousses peuvent accéder l'humidité et les nutriments après les précipitations (Guerrero-Campo et al, 2006)

Malgré son adaptation aux semi-arides et milieux arides, la sécheresse (dans les études en pot ou hydroponique) produit inhibition de la croissance chez l'*Atriplex halimus*, un déclin des tissus Teneur en eau et diminution générale du nombre de feuilles et la surface (pour minimiser les pertes d'eau), la hauteur et ramification (Martínez et coll., 2003, 2004 ; Essafi et coll., 2006 ; Nedjimi, 2012).

Le stress hydrique a un léger effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* nous remarquons qu'il y a un retard d'un jour pour des concentrations élevées de PEG (200g/L) (Figure N° 21). Un effet sur la vitesse de germination en outre, plus la concentration de la solution de polyéthylène glycol est élevée, plus la vitesse de germination des graines d'*Atriplex halimus* est faible, le coefficient de vitesse CV égale à 13.9 (Tableau en annexe N°12).

Benoît Hassine et Lutts (2010) ont constaté que les (160 mM NaCl) ont montré une plus grande accumulation d'ABA, GB et saccharose lorsque les plantes sont privées d'eau

(15% PEG), aussi une accumulation de glucose, de fructose et d'éthylène ; Ce qui provoque une sénescence prématurée des plantes.

Khedr et al. (2012) ont étudié la déshydratation Transcription DREB (Responsive Element Binding) facteur dans l'*Atriplex halimus*, qui régule l'expression de nombreux gènes inductibles par le stress, et a montré qu'il a été fortement régulé par la hausse de la salinité et le stress hydrique.

Comme le montrent Rawson et Begg (1977), les espèces xérophiiles en C4 comme l'*Atriplex halimus* sont efficaces dans absorption d'eau, puisqu'une ouverture stomatique minimum est nécessaire pour une activité maximale de phosphène pyruvate (PEP) carboxylase.

Les plantes d'*Atriplex halimus* en stress hydrique génèrent des valeurs très basses de Ψ_w et Ψ_s (aussi bas que $-4,20$ et $-6,57$ MPa, respectivement (Bajji et al. 1998).

Les réponses spécifiques au stress à la sécheresse et à la salinité Comparaisons des paramètres physiologiques et réponses biochimiques des plantes de la même population d'*Atriplex halimus* à la salinité et à l'eau la privation ont démontré l'implication de mécanismes à la fois communs et distincts. Les résultats de Ben Hassine et al. (2009) indiquent un rôle pour les polyamines spermine et spermidine dans la réponse à la salinité (pour le sel adapté populations) et pour la putrescine en période de sécheresse tolérance des populations des sites arides. Ces auteurs ont proposé que le rôle de l'ABA diffère entre les deux contraintes : sous contrainte osmotique, il améliore la régulation stomatique et l'utilisation de l'eau alors que sous salinité externe il favorise l'excrétion de Na^+ et Cl^- dans poils vésiculés.

Nemat Alla et al. (2012) ont publié une étude basée sur la métabolomique analyse des changements chez *A. halimus* provoqués par exposition au sel (NaCl) ou privation d'eau (Cheville), ils ont trouvé des réponses communes à ces deux stress (par exemple, régulation à la hausse de l'acide tricarboxylique cycle et synthèse de la β -alanine) et d'autres qui étaient spécifiques à la salinité (par exemple, régulation à la hausse de transport d'ABA et synthèse d'alcaloïdes) ou PEG (par exemple, régulation à la hausse du métabolisme du tryptophane).

Global, la salinité produit plus de perturbations métaboliques que privation d'eau. Il faut garder à l'esprit que dans leur nature l'environnement, les plantes sont souvent exposées simultanément à la sécheresse et à la salinité.

Nedjimi (2012) ont rapporté que, dans un sol chott algérien, une baisse de l'humidité du sol de 20,1 % en automne à 7,7 % l'été suivant s'accompagnait de des augmentations des CE du sol (de 2,0 à 4,5 dS m^{-1}) et Na^+ et K^+ extractibles à l'eau (de 34,5 à 66,6 mM et de 4,1 à 34,7 mM, respectivement) (Nemat Alla et al. 2012).

La comparaison des données physiologiques et réponses biochimiques des plantes de la même population d'*Atriplex halimus* à la salinité et à l'eau ont démontré l'implication de mécanismes communs et distincts les résultats de Ben Hassine et al. (2009)

Conclusion

Les *Atriplex* constituent une réserve fourragère importante et contribuent à la réhabilitation des zones dégradées et des sols salins (intérêt agronomique et écologique) par leur résistance à la sécheresse, à la salinité et à l'ensoleillement.

Les résultats préliminaires obtenus montrent que la germination est terminée Inhibition à 20 g/l quel que soit le traitement avec les sels appliqués (CaCl_2 , NaCl, KCl et Je suis 2 SO_4). La germination est maximale dans l'eau distillée et diminue avec Augmentation de la concentration de sels dans le milieu.

L'augmentation de la concentration en sel retarde la germination et elle diminue le taux de germination. La réponse des graines au stress salin varie dans le temps avec la concentration en sels solubles.

La germination des graines d'*Atriplex halimus*, en l'absence de n présence d'une faible salinité (10 et 5 g/l) indiquant un caractère communaux graines, liées à l'expression de conditions optimales (100%) de germination dans lesquelles confirme la règle générale de germination des halophytes des doses très élevées (20 g / l) provoquent un retard de germination et Affecte négativement le taux de germination.

Le stress hydrique n'a pas marqué d'une manière significative la germination des graines d'*Atriplex halimus* quel que soit la concentration au PEG 1000 (100,150 et 200 g/L) par contre Il y a une diminution dans la vitesse de germination à une concentration élevé (200 g/L) de PEG 1000.

Au vu des résultats obtenus, nous pouvons constater que: *l'Atriplex halimus* est une espèce tolérante aux fortes intensités salines, et au stress hydrique peut être exploitée dans la valorisation des sols fortement salés (sebkhas, chotts).

La réhabilitation des sites dégradés par la forte accumulation de sels, par l'introduction d'*Atriplex halimus* qui, grâce à son aptitude à tolérer les fortes intensités de sel, joue un rôle important dans la mise en valeur de ces sites, ainsi que la possibilité de leur utilisation.

Nos résultats ont confirmé la haute tolérance à la salinité et au manque d'eau d'*Atriplex halimus* L. graines soumises à des concentrations en sels solubles er en PEG 1000 ont montré une meilleure tolérance à la contrainte saline

La riche diversité entre les graines d'*Atriplex halimus* et leur haute tolérance aux contraintes abiotiques suggérerait que les espèces d'*Atriplex halimus* L. pourraient jouer un rôle important dans les programmes de restauration des zones arides et semi-arides.

Toutefois, il serait intéressant d'étudier d'autres mécanismes de tolérance et de stratégies adaptatives des espèces au stade croissance face aux stress hydrique et salin notamment les systèmes antioxydants enzymatiques et non enzymatiques afin d'avoir une connaissance plus approfondie sur les possibilités de création des parcs à bois de cette espèce prometteuse autochtone pour le repeuplement des étendues sur exploitées par le bétail et ainsi réduire l'avancée du désert.

Tableau N° 07 Effets du chlorure de calcium CaCl₂ sur le pourcentage de la germination des graines d'*Atriplex halimus*

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Témoin	0%	0%	67%	80%	93%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CaCl ₂ (5g/L)	0%	9%	20%	20%	84%	84%	87%	87%	87%	87%	87%	89%	89%	89%	89%
CaCl ₂ (10g/L)	0%	7%	13%	13%	78%	78%	80%	82%	84%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
CaCl ₂ (15g/L)	0%	0%	2%	2%	27%	27%	42%	49%	53%	67%	67%	73%	73%	78%	80%
CaCl ₂ (20g/L)	0%	0%	2%	2%	36%	36%	38%	40%	49%	56%	56%	56%	56%	58%	58%

16	17	18	19	20	21
100%	100%	100%	100%	100%	100%
89%	91%	91%	93%	93%	93%
87%	87%	87%	87%	87%	87%
84%	84%	84%	87%	87%	87%
60%	67%	67%	67%	67%	67%

Tableau N° 08 Effet du chlorure de sodium (NaCl) sur Le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Témoin	0%	0%	67%	80%	93%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
NaCl (5g/L)	4%	4%	9%	29%	64%	78%	82%	82%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
NaCl (10g/L)	0%	2%	2%	9%	18%	31%	36%	36%	49%	49%	51%	53%	53%	53%	53%
NaCl (15g/L)	0%	0%	0%	0%	4%	7%	11%	11%	13%	13%	16%	18%	18%	22%	22%
NaCl (20g/L)	0%	4%	4%	4%	4%	4%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	11%

16	17	18	19	20	21
100%	100%	100%	100%	100%	100%
89%	89%	89%	89%	89%	89%
62%	62%	62%	64%	64%	64%
33%	33%	38%	40%	42%	44%
11%	11%	11%	11%	11%	11%

Tableau N° 09 Effets de chlorure de potassium KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Témoin	0%	0%	67%	80%	93%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
KCl (5g/L)	0%	7%	51%	58%	74%	74%	76%	78%	78%	78%	80%	80%	80%	80%	80%
KCl (10g/L)	0%	7%	18%	27%	33%	36%	58%	64%	71%	73%	80%	80%	82%	82%	82%
KCl (15g/L)	0%	0%	13%	18%	22%	25%	29%	33%	36%	36%	47%	47%	49%	49%	51%
KCl (20g/L)	0%	0%	2%	2%	2%	2%	4%	4%	4%	7%	20%	20%	20%	20%	22%

16	17	18	19	20	21
100%	100%	100%	100%	100%	100%
80%	80%	82%	82%	82%	82%
82%	82%	87%	87%	87%	89%
51%	51%	60%	60%	60%	69%
22%	22%	33%	33%	33%	33%

Tableau N° 10 Effets du sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus*

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Témoin	0%	0%	67%	80%	93%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Na ₂ SO ₄ (5g/L)	0%	0%	62%	64%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
Na ₂ SO ₄ (10g/L)	0%	0%	60%	60%	80%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%
Na ₂ SO ₄ (15g/L)	0%	0%	40%	40%	62%	71%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Na ₂ SO ₄ (20g/L)	0%	0%	36%	36%	62%	69%	72%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	76%	76%

16	17	18	19	20	21
100%	100%	100%	100%	100%	100%
87%	89%	89%	89%	89%	89%
82%	82%	82%	82%	82%	82%
80%	80%	80%	80%	80%	80%
76%	76%	76%	76%	76%	76%

Tableau N° 11 Coefficient de vélocité (Vitesse de germination) des graines d'*Atriplex halimus* sous effet des sels solubles

_CaCl ₂		NaCl	
Témoin	8.47	Témoin	8,47
(5g/L)	7.63	5g/L	8,85
(10g/L)	8.05	10g/L	8,37
(15g/L)	7.26	15g/L	8
(20g/L)	7.49	20g/L	6,67
KCl		Na ₂ SO ₄	
Témoin	8.47	Témoin	8.47
5g/L	8.37	(5g/L)	8.48
10g/L	7.71	(10g/L)	8.5
15g/L	7.52	(15g/L)	8.26
20g/L	6.58	(20g/L)	8.23

Tableau N° 12 Coefficient de vélocité (Vitesse de germination) des graines d'*Atriplex halimus* sous effet du (PEG1000)

Témoin	16,8
100g/L	16,41
150g/L	16,26
200g/L	13,9

Tableaux N° 13 : Le pourcentage de germinations des graines d'*Atriplex halimus* L sous l'influence de (PEG1000)

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Témoin	10%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100g/L	3%	76%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
150g/L	7%	63%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
200g/L	0%	43%	76%	90%	90%	90%	90%	90%	93%	93%

- ABBAD A., BENCHAAABANE A. (2004)** : “The phenological study of *Atriplex Halimus* L.”, Afr. j. Ecol., 42, 69-73
- AL-owaimer A.N., EL-waziry A.M., Koochmaraie M., zahran S.M. (2011)** : “The Use of ground date pits and *Atriplex halimus* as alternative feeds for sheep”, Aust. j. Basic Applied Sci., 5(5), 1154-1161.
- AL-Turkis T.A., Omer S., Ghafoor A. (2000)** : “A synopsis of the genus *Atriplex* L. (Chenopodiaceae) in Saudi Arabia”, Feddes Repert, 111, 261-293
- Anonyme (1971)** : Document FAO 1971.Rome
- Anonyme (2016)**.www.google.fr
- Anonyme.2023** *Atriplex halimus*.L Missouri Botanical garden (<https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Atriplex+halimus>)
- Asghari, H.R., Marschner, P., Smith, S.E., Smith, F.A., 2005.** Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. Plant Soil 273, 245e256.
- AUBERT G., 1975.** Les sols sodiques en Afrique du nord. Annal de l’INA ; Algerie. PP 185-195.
- Badache et Benhiba, (2005).**Etude expérimental de l’influence des sels solubles sur le comportement d’*atriplex halimus* L.
- Bliss, R.D. Platt-Alioa, A. and Thomson, W.W. 1986.** The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant Cell. Environ. 9: 727-733
- Bajji M., Kinet Jm And Lutts S., 1998–** Salt stress effects on root sand leaves of *Atriplex halimus* L. And the corresponding callus cultures. Lab de cytogenetique, Univ catho de Louvain, Belgium
- Bajji, M., J.-M. Kinet and S. Lutts. 1998.** Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. Plant Sci. 137:131-142.
- Batanouny KH., 1993.** Eco physiology of halophytes and their traditional use in the Arab world. *Advanced Course on halophyte utilisation in Agriculture*,12 Sept.,Agadir, Marocco.
- Batanouny, K. H.1996.** Ecophysiology of halophytes and their traditional use in the arab world. In: Halophytes and Biosaline Agriculture. Edited by Choukr - Allah, R. Malcolm, C. V. and Hamdy, A. Marcel Dekker, New York, U.S.A. Pp. 73-94.
- Belkheiri Oumelkheir. (2008).** Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d’aridité, Tesi di Dottorato in Agrometeorologia ed Ecofisiologia dei Sistemi Agrari e Forestali, Università di Sassari.
- Belkhodja M. et Bidai Y., 2004-** Réponse des graines d’*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Sécheresse n°4, vol 15, pp 331-334
- Belouad A. (2001)** : Plantes médicinales d’Algérie, éd. office des Publications Universitaires, Alger, 284 p

- Ben Ahmed, H., Zid, E., El Gazzah, M. et Grignon, C. 1996.** Croissance et accumulation ionique chez "*Atriplex halimus*" L. *Cahiers Agricultures*. 5, 5 (sept. 1996), 367–372 (1).
- Ben Amor N., Ben Hamed K., Debez A., Grignon C. et Abdelly C., 2005-** Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Sci*. 168, 889–899.
- Ben Hassine, H., M. E. Ghanem, S. Bouzid and S.Lutts. 2009.** Abscisic acid has contrasting effects on salt excretion and polyamine concentrations of an inland and a coastal population of the Mediterranean xerohalophyte species *Atriplex halimus*. *Ann. Bot.* 104:925-936
- Ben Hassine, H., S. Bouzid and S. Lutts. 2010.** Does habitat of *Atriplex halimus* L. affect plant strategy for osmotic adjustment? *Acta Physiol. Plant.* 32:325-331
- Benchaâbane A.(1998).**les *Atriplex* de l’Afrique du nord systématique et utilisation in étude de la diversités biologique de l’*Atriplex halimus* pour repérage in vitro et in vivo d’individus résistants a des conditions extrême du milieu et constitution de clones 1998.
- Benkhelifa M., Arbaoui M., Belkhodja M.(1999).** Effets combinés de la salinité et de la bentonite sur la densité racinaire d’une culture de tomate cultivée sur un substrat sableux. *Séminaire National sur la Salinisation des terres Agricoles en Algérie, Chlef:* 101- 108.
- Benmahioul, B., Daguin, F., & Kaid-Harche, M. (2009).** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *Comptes Rendus Biologies*, 332(8), 752-758.
-
- Benrebiha F Z., 1987.**Contribution à l’étude de la germination de quelques espèces d’*Atriplex* locales et introduites. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Institut NationalAgronomique, El-Harrach, Alger: 5- 20.
- Benrebiha, F.Z-1987** contribution à l’étude la germination de quelque espèces d’atriplex localesintroduites, .ThèseINGd’état. Univ. Tlemcen:17,18, +carte.
- Bensaadi N. (2011).** Effet du stress salin sur l’activité des α -amylases et la remobilisation des réserves des graines d’haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en germination. Mémoire de magistère. Université d’Oran
- Billard.JP, Binet. P., 1975-**physio- écologie des *Atriplex* des milieux sableux littoraux. Ed Bull Soc Bot France, p 122. *Bol*(72),(59,475). *Bot.-London.* 98:439-447.
- Bouaziz E. (1980).** Tolérance à la salure de la pomme de terre, *physiol. Vég*, 18 (1).
- Bouda S. et Haddioui A., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Revue « Nature Technologie »*. N° 05 : 72 – 79
- Bouda Said, Abdelmajid Haddioui. (2010).**Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*(2010) .*Nature & Technologie*.
- Bouda, Said, and Abdelmajid Haddioui (2011).** "Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*." *Nature & Technology* 5: 72.

-
- Boulghalagh J., Berrichi A., El Halouani H. et Boukroute A., 2006-** Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsia chinensis* [link] schneider). Proceedings du Premier congrès national « Amélioration de la production agricole » Settat, les 16 et 17 mars 2006.
- Boulghalagh, J., et al. (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, 24p
- Bousba, R., Ykhlef, N., & Djekoun, A. (2009).** Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in response to water deficit of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *World Journal of Agricultural Sciences* 5. 5: 609 -616.
- BOUTELLI M. H., 2012.** Salinité des eaux et des sols au niveau de la sebkha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Mémoire Magister., Univ. Ouargla. 87P.
- Bouزيد, A., Benabdeli, K., 2011.** Contribution to the assessment of green biomass of *Atriplex halimus* plantation in arid western Algeria (region of Naaama). *Rev. D Ecol.-La Terre et la Vie* 66, 303e308.
- Bray E. et Ziegler P. 1989.** Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. *Annual Review of Plant Physiol. And plant mol. Bio.* 40: 95-117.*
- Castillejo, J.M., Castelló, R., 2010.** Influence of the application rate of an organic amendment (municipal solid waste [MSW] compost) on gypsum quarry rehabilitation in semiarid environments. *Arid Land Res. Manag.* 24, 344e364.
- Chamard,P.(1993).** Environnement et développement. Références particulières aux états sahariens membres du CCILS. *Rev. Sécheresse*, 4p.
- Chehma A. (2006).**Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algériens. Ed. Labo. Sys. Univ. Ouargla, 141p
- Chisci, G.C., Bazzoffi, P., Pagliai, M., Papini, R., Pellegrini, S., Vignozzi, N., 2001.** Association of *sulla* and *atriplex* shrub for the physical improvement of clay soils and environmental protection in central Italy. *Agric. Ecosys. Environ.* 84, 45e53.
- Clauser, M., Dall'Acqua, S., Loi, M.C., Innocenti, M., 2013.** Phytochemical investigation on *Atriplex halimus* L. from Sardinia. *Nat. Prod. Res.* <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2013.793684>
- Clemente, R., Walker, D.J., Pardo, T., Martínez-Fernández, D., Bernal, M.P., 2012.** The use of a halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements-contaminated soil under semi-arid conditions. *J. Hazard. Mater.* 223- 224, 63e71.
- Côme D. 1970-**les obstacles de germination p-12-13.
- Daoud, Y., & Halitim, A. (1994).** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 5(3), 151-160.

- Debez, A., Chaibi, W. et Bouzid, S. 2001** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Agriculture. Vol. 10, n°2, pp. 8-135.
- Dey L., Attele A., Yuan C. 2002.** Alternative therapies for type 2 diabetes. Alternative medicine review, 7 (1) 45-58.
- Djellakh Faiza, 2015.** ICARDA ; L'Atriplex : arbuste fourrager dans les systèmes de culture « alley cropping »
- Djerah, A., & Oudjehih, B. (2016).** Effet du stress salin sur la germination de seize variétés.
- Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., & Roger-Estrade, J. (2006).** L'agronomie aujourd'hui. Quae, Versailles Cedex. 114-118.
- Dupont F., Guignard J.L. 2007.** Abrèges botanique systématique moléculaire. 14révisée, Masson.
- Dutuit P. Pourrat Y. Dodeman V.L.1991.** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. Paris, pp 6.5-73.
- El-Shatnawi, M.K.J., Turuk, M., 2002.** Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (*Atriplex halimus*) grown in Mediterranean desert shrublands. N. Z. J.Agric. Res. 45, 139e144.
- EMAM S.S. (2011):** "Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant", j. Nat. Prod., 4, 2541
- Essafi, N. E., M. Mounsif, A. Abousalim, M. Bendaou, A. Rachidai and F. Gaboune. 2006.** Impact of water stress on the fodder value of *Atriplex halimus* L. New Zeal. J. Agric. Res. 49:321-329.
- Fahmi, F., Tahrouch, S., Bouzoubâa, Z., & Hatimi, A. (2011).** Effet de l'aridité sur la biochimie et la physiologie d'*argania spinosa*. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, Agadir, pp. 299-308.
- FAO., 1999.** Guide pour une gestion efficace de la nutrition des plantes. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Rome. 20P.
- Feliachi K, Amroune R et Khaldoune. 2001.** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie: céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie
- Field, C.B., Campbell, J.E., Lobell, D.B., 2007.** Biomass energy: the scale of the potential resource. Trends Ecol. Evol. 23, 65e72.
- Francllet A. et Le-Houérou H.N., 1971 -** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Doct. F.A.O. Rome 1971. p 249 et p 189.
- germination and early seedling growth of *Atriplex griffithi* var *stocksii*. Ed Can J
- Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I., Albalasmeh, A.A., 2011.** Reclamation of highly calcareoussaline sodic soil using *Atriplex halimus* and by-product gypsum. Int. J. Phytoremediation13, 873e883.

- Gharti-Chhetri, G. B., & Lales, S. (1990).** Biochemical and physiological responses of nine spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to drought stress at reproductive stage in the tropic. *Belg. Bot.* 123 (2): 27-35.
- Girardin, Philippe 1999:** *Écophysiologie du maïs*, éd. AGPM, Montardon, (ISBN 2-900 189-41-1). *Le maïs et ses industries*, éd. Association générale des producteurs de maïs, Montardon, 1994
- Gougue – a, 2005-** impact de la salinité sur la germination et la croissance des halophytes mémoires de d'ingénieur en agronomie pastorale. Ed université de Djelfa, 75 p.
- Guerrero-Campo, J., S. Palacio, C. Pérez-Rontomé and G. Montserrat-Martí. 2006.** Effect of root system morphology on root-sprouting and shoot-rooting abilities in 123 plant species from eroded lands in north-east Spain. *Ann.*
- Gupta S. A., Berkowitz G. A. 1987.** Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. *Plant Physiology* 87:1040-1047.
- Hamdy A.(1999).** A Saline irrigation assessment for a sustainable use. *Saline irrigation. Halophyte production and utilization; Project N°IC 18 CT 96 0055*, p. 152 26.
- Hegazi, E.M., Wangberg, J.K., Goodin, J.R., Northington, D.K., 1980.** Field observation on arthropods associated with *Atriplex halimus* in Egypt. *J. Arid Environ.* 3, 305e308
- Hermann K., Meinhard J., Dobrev P., Linkies A., Pesek B., Hes B., Machackova - I., Fischer U. et Leubner-Metzger, G., 2007-1-**Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) - A comparative study of fruits and seeds. *J. Exp. Bot.* 58, 3047-3060.
- Hermann, B. P., & Heckert, L. L. (2007).** Transcriptional regulation of the FSH receptor: new perspectives. *Molecular and cellular endocrinology*, 260, 100-108.
- Hong, K.-J., Tokunaga, S., Kajiuchi, T., 2002.** Evaluation of remediation process with plant-derived biosurfactant for recovery of heavy metals from contaminated soils. *Chemosphere* 49, 379e387.
- Hopkins, W. G. (2003).** *Physiologie végétale*. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 61-476.
- Hopkins, W. G. (2003).** *Physiologie végétale*. Bruxelles, Belgique: Editions De Boeck Supérieur.
- HOPKINS, W.G. (2003).** *Physiologie Végétale*. 2e ed. De boeck. Paris, France. 514.
- Hu, Y., Schmidhalter, U. (2004).** Limitation of salt stress to plant growth, in: *Plant Toxicology*. Marcel Dekker, New York, Hock, B., Elstner, E.F. (eds.), pp. 191–224
- Ingram J., Bartels D. 1996.** The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Ann. Rev. Plant Physio. Plant Mol. Biol.* 47 : 377-403.
- JACOBSEN S.E, MUJICA A. and JENSEN C.R.2003.**the resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews international* 19.Pp99-109.

- Johnson j.w. Et al, 1991**-breeding for improved rooting potential under stress condition i.n: physiological environnement Montpellier, France 6juil. 1989, colloque Inra n°55: pp 307-317.
- Jones H G., Flowers T J., Jones M B., 1989:** Plants under stress, Cambridge University Press.
- Jones M. M., Turner N.C. 1980.** Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in response to water deficits. Aust. J. Plant Physiol. 7: 181–192.
- Kaiser, W. M. (1987).** Effect of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiol. Plant*, 71, 142-149
- Kara, Y., & Bellkhiri, C. (2011).** Etude des caractères d'adaptation au déficit hydrique de quelques variétés de blé dur et d'espèces sauvages apparentées: intérêt potentiel de ces variétés pour l'amélioration de la production. *Courrier du Savoir*, N°11, 119-126
- Khan M.A. et Gul B., 2005-** Halophyte seed germination. In: Khan, M.A., Weber, D.J. (Eds.), *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*. Springer, Netherlands, pp. 11- 30
- Kachout, S., Sai., Ennajah, R A., Mechergui, A., Ben Mansoura, Z., Ouerghi, and N., Karray Bouraoui., 2016).** Effect of Seed Weight and Salinity on the Germination of Garden Orache (*Atriplex hortensis L.*). *Universitaire, Tunis 1060, Tunisia P:404410.*
- Khan.M A, Rizvi.Y., 1994-** Effect of salinity temperature and growth regulators on the
- Khedr, A. H. A., M. S. Serag, M. M. Nemat-Alla, A. Z. Abo El-Naga, R. M. Nada, W. P. Quick and G. M. Abogadallah. 2012.** A DREB gene from the xero-halophyte *Atriplex halimus* is induced by osmotic but not ionic stress and shows distinct differences from glycophytic homologues. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 106:191-206
- KHEMIRI H., BELGUITH H., JRIDI T., BEN EL ARBI M. ET BEN HAMIDA J., (2004).**caractérisation biochimique d'une amylase active au cours de processus germinatif des graines de colza(*Brassica napus L.*).*Enzymologie et métabolisme. Congrès International de Biochimie.*146-149.
- Kinet J.M, Benrebiha F, Bouzid S, Lailhacear S et Dutuit P.(1998)-** Le réseau Atriplex Allier biotechnologies pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semiarides. *Cahiers agricultures Vol 7 Numéro 6.*pages 505-9. Novembre-Décembre 1998.
- Kotowski .1926.** F. temperature relations to germination of vegetable seed. *PP.* 176-184.
- Kpinkoun, J. K., Zanklan, S. A., Komlan, F. A., Mensah, A. C., Montcho, D., Kinsou, E., & Gandonou, C. B. (2019).** Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum spp.*) du Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 133(1), 13561-13573.
- Labbe M. (2004).** Ces étonnantes graines germées. Auvers sur Oise : Labbé. *Revue*
- Laberche J-C, 2004.** La nutrition de la plante In *Biologie Végétale*. Dunod. 2e (éd). Paris: 154 -163 p.
- Lamaze, T., Tousch, D., Sarda, X., Grignon, C., Depigny-This, D., Monneveux, P., & Belhassen, E. (1994).** Résistance de plantes a la sécheresse : mécanismes physiologiques. *Le sélectionneur Français*, 45: 75-85.

- Le Houérou H.N. (2000).** Utilisation of fodder trees and shrubs (trubs) in the arid and semi arid zones of western Asia and northern Africa (WANA) : History and perspective. A review *Arid Soil Res. Rehab*, 14: 1- 37
- LE Houérou H.N. (2000):** “Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of west Asia and N
- Le Houérou H.N. et Pontanier., 1988** - Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de Tunisie. *Rev : Pastoralisme et développement*, Montpellier, pp : 16- 23
- Le Houérou H.N., 1992-** The role of saltbushes (*Atriplex* sp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems* 18: 107-148.
- Le houerou, h. n., 1992.** The role of saltbushes (*atriplex* spp) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: areview. *Agro for. Syst.* 18 107–148. Doi:10.1007/bf00115408.
- LEVENT T.A., KAY C., DIKILITAS M. ET HIGGS D., (2008).** The combined effects of gibberilic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plants growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany*.62.P.1-9.
- Levigneron A, Lopez F, Vansuyt G, Berthomieu P, Fourcroy, P. (1995).** Les plantes face au stress salin. *Cah. Agri.*, 4 pp. 263-273.
- Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995).** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*, 4(4), 263-273.
- Levitt, J. (1980).** Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press.
- Lotmani, B., Fatarna, L., Berkani, A., Rabier, J., Prudent, P., Laffont-Schwob, I., 2011.** Algerian populations of the Mediterranean saltbush, *Atriplex halimus*, tolerant to high concentrations of lead, zinc, and copper for phytostabilization of heavy metal-contaminated soils. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol.* 5, 20e26
- Ludlow M. M., Chu A. C. P., Clements R.J., Kerslake R.G. 1983.** Adaptation of species of *Centrosema* to water stress. *Aust. J. Plant Physiol* 10:119-130.
- Lutts, S., I. Lefèvre, S. Delpérée, S. Kivits, C. Dechamps, A. Robledo and E. Correal. 2004.** Heavy metal accumulation by the halophyte species Mediterranean saltbush. *J. Environ.*
- Maâlem S. ; Khoufi S. ; Rahmoune C. et Bennacer M. (2011).** Analyse moléculaire de la diversité génétique des plantes Xéro/ Halophytes du genre *Atriplex*. *Algerian Journal of Environment*. Vol1, no 1. 50- 59.
- Maalem, s. (2002)** étudeéco physiologique de trois espaces halophytes du genre *Atriplex* (*a.canescens*. *A. Halimus* et *a.mummularia*) soumises a l'engraisement phosphate. Thèse de magister en physiologie végétale et application biotechnologique .université bassi mokhtar, annaba. Algérien, 76p.
- Maalem, S. et Rahmoune, C. (2009)** Toxicity of the salt and pericarp inhibition on the germination of some *Atriplex* species. *American-Eurasian Journal of Toxicologic Sciences*. Vol. 1, n°2, pp. 43-49
- Mâalem, S., (2011).** Étude de l'impact des interactions entre le phosphore et le chlorure de sodium sur trois espèces végétal halophytes du genre *Atriplex* (*A. Halimus* *A. Nummularia* *A. canescence*). Thèse Doctorat. Université Baji Mokhtar, Annaba .P:100.

- **Mâalem, S., Djaâlab, G., et Rahmoune, C., (2010).** Improvement of the Seeds germination of some Atriplex Species Submitted to the Salt Stress. Université Sheik Lâarbi Tbéssi. Articul. Vo l u m e 6 - N u m b e r 9.P:63-69.
- Maillard, J. (2001)** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- Maire. R., 1962** -carte phyto géologique de l'algérien et de la Tunisie. Baconnier. Alger.78p
- Manousaki, E. and N. Kalogerakis. 2009.** Phytoextraction of Pb and Cd by the &
- Marlet, S., et J.O. Job, 2006.** Processus et gestion de la salinité des sols. In : Tiercelin, J.R.Traité d'irrigation, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. ISBN-13: 978- 2743009106.
- Martínez, J. P., J. F. Ledent, M. Bajji, J. M. Kinet and S. Lutts. 2003.** Effect of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of Atriplex halimus L. Plant Growth Regul. 41:63-73.
- Martínez, J. P., S. Lutts, A. Schank, M. Bajji and J. M. Kinet. 2004.** Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub Atriplex halimus L? J. Plant Physiol. 161:1041-1051.
- Mattia, C., Bischetti, G.B., Gentile, F., 2005.** Biotechnical characteristics of root systems of typical Mediterranean species. Plant Soil 278, 23e32
- Mauromicale G., Licandro P. (2002).** Salinity and temperature effects on germination, émergence and seedling growth of globe artichoke. Agronomie 22 : 443-50.
- Maury P., Mojayad F., Berger M., Planchon C. 1996.** Photosynthesis response to drought acclimation in two sunflower genotypes. Physiologia Plantarum 98:57-66.
- Mediterranean saltbush (*Atriplex halimus* L.): metal uptake in relation to salinity. Environ.
- Mendez, M.O., Maier, R., 2008.** Phytostabilization of mine tailings in arid and semiarid environments e an emerging remediation technology. Environ. Health Perspect. 116, 278e283.
- Mihoub A Chaoui A et El Farjani E. (2005).** Changements biochimiques induits par le cadmium et le cuivre au cours de la germination des graines de petit pois (*Pisum sativum* L.). www.sciencedirect.com/sciences.
- Mojayad F., Planchon C. 1994.** Stomatal and photosynthetic adjustment to water deficit as the expression of heterosis in sunflower. Crop Sci. 34:103–107.
- MUJICA A., IZQUIERDO J., MARATHEE J.P. 2001.** Origen y descripción de la quinua. In : Mujica A., Jacobsen S. E., Izquierdo J., Marathee J. P. y FAO, editors. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos, version 1.0. Santiago, Chile
- Mulas M., Mulas G. 2004-** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. Revue bibliographique .Short and Medium - Term Priority Environmental Action Programme (SMAP)

- Mulas M., Mulas G. 2004** potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. université des études de SASSARI. Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004.
- Mulas, M., Mulas G. (2004)**. Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification". Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) (p.91). multiplication, composition minérale. Oecol. Plant.12 : 351.
- Munns, R., James, R. A., & Läuchli, A. (2006)**. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, 57(5), 1025-1043.
- Naha F. (2018)**. Physiologie de la germination des grains *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Cas Mostaganem et Oran. 6p.
- Najar T., Hélali S., Nasr H. (2011)** : "Valorisation des plantes tolérantes à la salinité Par les petits ruminants", *Options Médit.*, 97, 73-77. national agronomique (I.N.A) EL- Harrach Algérie, p 119.
- **Nedjimi B. et al.(2013)**. *Atriplex halimus* subsp. *Schweinfurthii* (Chenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques
- Nedjimi B. 2010**. Etude de la résistance d'*Atriplex halimus* subsp *schweinfurthii* aux sels solubles. *Acta Botanica Gallica*, Vol 157 n°4, 787-791.
- Nedjimi B., Beladel B., Guit B. (2012)** : "Biodiversity of halophytic vegetation in Chott zehrez lake of Djelfa (Algeria)", *American j. Plant Sci.*, 3, 1513-1660.
- Nedjimi, B. 2012**. Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of *Atriplex halimus* spp. *schweinfurthii* grown in Chott Zehrez wetland, Algeria. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 11:43-49
- Nedjimi, Bouzid 2010** Étude de la résistance d'*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* aux sels solubles. *Acta Bot. Gallica*, 157 (4), 787-791, 2010.
- Negre r., 1961**: petite flore des regions arides du Maroc occidental. Tome 1. centre national de la recherche scientifique, paris : 179- 180.
- Nègre, (1961)** – Petite flore des regions arides du Maroc occidentale, Tome 1, Edition CNRS Paris. P : 179.
- Nouri, L. (2011)**. Identification de marqueurs physiologiques de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol. Thèse de Doctorat es Science, spécialité, Biologie et Physiologie végétales, option, Génétique et Amélioration des plantes, Université Constantine. 131 p.
- Ortiz-Dorda J., Martinez-Mora C., Correal E., Simón B., Cenis J.L., 2005**- Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the Mediterranean basin. *Ann. Bot.* 95, 827- 834.
- Otal, J., Orengo, J., Quiles, A., Hevia, M.L., Fuentes, F., 2010**. Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus* L. and its effect on feed and water intakes, and on blood mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Rumin. Res.* 91, 208e214

- **Ozenda P., 2006** Les végétaux : organisation et diversité biologique. 2ème Ed p 383.

-**Ozenda P. 1977** Flore du Sahara. Paris : Centrenational de la recherche scientifique (CNRS), ; 622 p.6

-**Patridge T, Wilson J.B(1987)**, Germination in relation to salinity in some plants of salt marshes in Otago New Zeland. *J. Bot.*, 25 pp. 255-261

-**Pindard, A. (2000)** - La relation stress hydrique – rendement du maïs - Utilisation d'un simulateur de culture (STICS). Mémoire d'Ingénieur d'Agronomie. Pp. 7-42

-**Pindard, A. (2000)**. La relation stress hydrique–rendement du maïs en Bresse: quelle perspective de spatialisation. *Utilisation d'un simulateur de culture (STICS). Mémoire d'Ingénieur d'Agronomie, ENSA, Dijon*, 86.

Plant Sci. 137:131-142.

-**Plaut, Z., & Federman, E. (1991)**. Acclimation of CO₂ assimilation in cotton leaves to water stress and salinity. *Plant Physiol.*, 97 : 515-522.

-**Poormohammad Kiani, S. (2007)**. Analyse génétique des réponses physiologiques du tournesol (*Helianthus annuus* L.) soumis à la sécheresse. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. 214p.

Qual. 33:1271-1279.

-**Quezel p. Et santa s., 1963**. Nouvelle flore de l'algérien et des regions désertiques meridionales .Cnrs, ed, paris

-**Quézel, P., & Santa, S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

-**Radhouane, L. (2009)**. La photosynthèse du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) en présence de contrainte hydrique et saline. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 103 (3): 185-200.

-**Ratriyanto, A., Mosenthin, R., Bauer, E., Eklund, M., 2009**. Metabolic, osmoregulatory and nutritional functions of betaine in monogastric animals. *Asian-Australas. J.Anim. Sci.* 22, 1461e1476.

-**Rawson, H. M. and J. E. Begg. 1977**. The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of leaves of several plant species. *Planta* 134:5-10.

-**Reham M. Nada • Gaber M. Abogadallah. (2014)**.Developmental acquisition of salt tolerance in the halophyte *Atriplex halimus* L. is related to differential regulation of salt inducible genes.

-**Rejili, M ; Neffati, N ; Mouhhamed, V. (2006)**. Comportement germinatif de deux populations de *Lotus creticus*. L en présence du NaCl. *Revue des région Arides* n° 17. 65.

-**Rosas, M. R. (1989)**. The genus *Atriplex* (Chenopodiaceae) in Chile. *Gayana Botanica (Chile)*.

- Sadder, M.T., Al-Doss, A.A., Anwar, F., 2011.** Salt tolerant transcriptome from *Atriplex halimus*. In: Abstract: Plant & Animal Genomes XIX Conference 2011, San Diego, CA, U.S.A.
- Said, O., Khalil, K., Fulder, S., Azaizeh, H., 2007.** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *J. Ethnopharmacol.* 83, 251e265.
- SARSON M., 1970:** Résultats d'un essai sur l'alimentation du mouton de disette fourragère au centre d'ousseltianote technique. N° 6 PEDAEF-FAO6 Tun. 17 p.
- Sawalha, M.F., Peralta-Video, J.R., Duarte-Gardea, M., Gardea-Torresdey, J.L., 2008.** Removal of copper, lead, and zinc from contaminated water by salt bush biomass: analysis of the optimum binding, stripping, and binding mechanism. *Bioresour. Technol.* 99, 4438e4444
- Sci. Pollut. Res.* 16:844-854
- Shilpi M, et Narendra. 2005** - Cold, Salinity and Drought Stresses An Overview," *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 444, No. 2, pp. 139-158.
- Smail Saadoun N. 2005.** Anatomical adaptation of Algerian Sahara *Chenopodiaceae* to severe drought conditions. *Science et changements planétaires/ Sécheresse*. Vol 16, Number 2:121-4
- Smaoui A. & Chérif A., 1986.** Effet de la salinité sur la germination des graines de cotonnier. In : *Colloque sur les végétaux en milieux arides, 8-10 septembre 1986, Djerba, Tunisie.*
- SON DIAKALIA, 2010.** effet du stress hydrique sur la croissance et la production du sésame (*Sesamum indicum* L.). Pp07-10.
- species. Plant Sci. Lett.* 12:63-68.
- succinctes de livres et d'essais (critiques).
- Tahri, E., Belabed, A., & Sadki, K. (1997).** Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Bulletin de l'Institut Scientifique*. Rebat, 21:8189.
- Talamali A., Bajji M., LE Thomas A., Kinet j.M., Dutuit P. (2003)** : " Flower architecture and sex determination: how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes?", *New Phytol.*, 157, 105-113.
- Thamir S.A, Campbell, W.F Rumbaugh M.D.(1992).** Response of Alfalfa cultivar to salinity during germination and post germination *Growth Crop Sci.*, 32 pp. 976-980
- Trinchant, J. C., Boscari, A., Spennato, G., Van de Sype, G., & Le Rudulier, D. (2004).** Proline Betaine Accumulation and Metabolism in Alfalfa Plants under NaCl Stress. *Exploring Its Compartmentalization in Nodules. Plant Physiology*, 135: 1583-1594.
- Ungar IA. 1996.** Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (*Chenopodiaceae*). *Am. J. Bot.* 83 604-7.
- Ungar IA., 1991-**Ecophysiology of vascular halophytes. *CRC Press*, Boca Raton

-Ungar, 1991. Variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. Ciheam - Options Méditerranéennes, pp. 167.

-Ungar, I. A. (1991). *Ecophysiology of vascular halophytes*. CRC press

-Van Heerden, J. M., Heydenrych, A. J., & Botha, J. C. (2000, October). The production of indigenous and exotic shrubs in the marginal areas of the western cape. In *Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones* (Vol. 27, pp. 360-363).

-Velasco R., Salaminif. et Bartlets D. 1994. Dehydration and ABA increase mRNA levels and enzyme activity of cytosolic GAPDH in the resurrection plant. *Plant mol. Biol.* 26: 541 - 546.

-Vromann, D., Flores-Bavestrello, A., _Slejkovec, Z., Lapaille, S., Teixeira-- Cardoso, C., Briceño, M., Kumar, M., Martínez, J.-P., Lutts, S., 2011. Arsenic accumulation and distribution in relation to young seedling growth in *Atriplex atacamensis* Phil.Sci. Total Environ. 412-413, 286e295

-Walker, D. J.; Lutts, S. (2014). The tolerance of *Atriplex halimus* L. to environmental stresses. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 26: 1081-1090. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i12.19116>.

-walkers D.j., Moñino I., González E., Frayssinet N., Correal E. (2005) :“Determination of ploidy and nuclear DNA content in populations of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae)”, *Bot. j. Linn. Soc.*, 147, 441-448.

-Witcombe, J. R., Hollington, P. A., Howarth, C. J., Reader, S., & Steele, K. A. (2008). Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture, *Phil. Trans. R. Soc.* 363 (B): 703-716.

-Wong, C. H. and H.-J. Jäger. 1978. Salt-induced vesiculation in mesophyll cells of *atriplex*
-Yokota, A., Takahara, K., & Akashi, K. (2006). *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer, 15–39.

-Zid boukhris m, 1977 – quelques aspects de la tolérance de l’*Atriplex halimus* au chlorure de sodium: multiplication, croissance et composition minérale. *Ecole. Plant.* 12: pp 355- 362.

-Zid E., 1977- Quelque aspect de tolérance de l’*Atriplex halimus* L. en chlorure de sodium,