

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



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN AGRONOMIE
Spécialité : Amélioration des productions végétales

Par :

HAMZA Laaredj

Etude expérimentale de l'influence des sels
solubles et analyse chimique de l'Atriplex halimus
sub sp halimus et sub sp schweifurthii cas de
Mostaganem et Oran

Soutenu publiquement, le 04/ 07 / 2017, devant le jury composé de :

| | | | |
|-----------------------|---------|---------------|-----------|
| Mr. TADJA Abdelkader | M.C.A | U. Mostaganem | Président |
| Mr. GHELAMILLAH Amine | M.A.C.C | U. Mostaganem | Examineur |
| Mme HAMZA.Lahouaria | M.A.C.C | U. Mostaganem | Encadreur |

Année universitaire

2017/2018

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.TADJA Abdelkader qui a accepté d'évaluer ce modeste travail.

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

Mes sincères remerciements pour monsieur GHELAMALLAH.Amine qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Je remercie également toute les personnes qui, de près ou de loin 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.

még/l : milliéquivalent/litre.

MM : matière minérale.

MO : matière organique.

MS : matière sèche.

CB : cellulose brute.

NaOH : hydroxyde de sodium.

H₂So₄ : acide sulfurique.

AFNOR : Association Française de NORmalisation.

UF : unité fourragère.

Cm : centimètre.

Mg : milligramme.

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Teneur en matière sèche et composition chimique des feuilles vertes d'Atriplex halimus

Liste des photos

Photo N°1 : Atriplex halimus.

Photo N°2 : Représentation d'Atriplex halimus.

Photo N°3 : Atriplex halimus fruits et feuilles.

Photo N°4 : Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie.

Photo N°5 : Les phases de la germination.

Photo N°6 : Carte du site Kharrouba.

Photo N°7 : Site de Kharrouba.

Photo N°8 : Carte site Es-Senia (Oran).

Photo N°9 : Site Es-Senia(Oran).

Photo N°10 : Protocole de dosage de la cellulose brute (WEENDE) ,1963.

Liste des figures

Figure N°1 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

Figure N°2 : effets de différentes concentrations de NaCl sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp halimus.

Figure N°3 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

Figure N°4 : effets de différentes concentrations de NaCl sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii.

Figure N°5 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄.

Figure N°6 : effets de différentes concentrations de Na₂So₄ sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp halimus.

Figure N°7 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄.

Figure N°8 : effets de différentes concentrations de Na₂So₄ sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii.

Figure N°9 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en KCl.

Figure N°10 : effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp halimus.

Figure N°11 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en KCl.

Figure N°12 : effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii.

Figure N°13 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂.

Figure N°14 : effets de différentes concentrations de CaCl₂ sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp halimus.

Figure N°15 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂.

Figure N°16 : effets de différentes concentrations de CaCl₂ sur le pourcentage de germination des graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii.

Résumé

L'effet des concentrations croissantes de quatre sels solubles (NaCl et Na₂SO₄, KCl et CaCl₂), sur la germination, de l'Atriplex halimus sub sp halimus et sub sp schweifurthii dont les graines sont prélevées de la région de Mostaganem et Oran.

Les résultats montrent que la germination des graines de l'espèce Atriplex halimus sub sp halimus sous effet du NaCl marque un retard d'un jour à des doses de 2, 4 et 6 % une fois la concentration augmente le retard est de deux jours. Les taux finaux de germination est de 46.66% par contre l'Atriplex halimus sub sp schweifurthii la germination est moins de 30% pour les doses élevées en sel 18 et 20 g/l.

La germination des graines de espèce Atriplex halimus sub sp halimus sous effet du Na₂SO₄ présente un taux faible le premier jour entre 3.33 et 13.33 % et une rapidité de la germination à partir du troisième jour qui peut atteindre 76.33 et 100 % par contre la germination de l'Atriplex halimus sub sp schweifurthii s'étale jusqu'au neuvième jour. Le premier jour on a des taux faibles de 0 à 16.66 %.

La germination des graines de l'espèce Atriplex halimus sub sp halimus sous effet du KCl montre que les doses élevées des sels (16, 18 %) marque un taux moins de 50 % le premier jour, la germination des graines s'atténue lorsque la concentration atteint 20 %. la germination de l'Atriplex halimus sub sp schweifurthii est influencé négativement à 18 g/l, le taux est de 0 % et un faible taux de 20 % pour le traitement de 20 g/l.

La germination des graines de l'espèce Atriplex halimus sub sp halimus sous effet de CaCl₂ montre que la dose de 2 g/l stimule nettement la germination avec un taux de 100 % le deuxième jour, un retard d'un jour et un taux 40 % le sixième jour. La germination de l'Atriplex halimus sub sp schweifurthii un marque un retard d'un jour pour tous les traitements. Le taux de germination est de 20 % pour les traitements de 12 et 16 g/l.

L'analyse chimique de l'espèce Atriplex halimus sub sp.halimus montre des pourcentages très élevés en matière sèche (88.13 %) en matière minérale (82.8 %), (34.81%) de cellulose brute, et un faible pourcentage en matière organique (5.33 %) par contre l'espèce Atriplex halimus sub sp.schweifurthii présente des valeurs moyennement faible en matière sèche (38.73 %) , la cellulose brute (35.17 %) , un faible pourcentages en matière minérale(23.86 %) et un faible pourcentages e en matière organique (14.86 %).

L'analyse chimique nous a permis de conclure que la sous espèce halimus à une valeur alimentaire nettement plus élevée que la sous espèces schweifurthii.

Ces résultats, montrent que l'Atriplex halimus constitue une ressource phylogénétique considérable pour la réhabilitation des sols salés et dégradés et un moyen de combler le manque en pâturage en Algérie.

Mots clés : Atriplex halimus sub sp.halimus et schweifurthii ; germination; Chlorure de sodium, sulfate de sodium, chlorure de calcium, chlorure de potassium; Analyse chimique.

summary

The effect of increasing concentrations of four soluble salts (NaCl and Na₂SO₄, KCl and CaCl₂), on germination, *Atriplex halimus halimus* sub sp and sp sub *schweifurthii* whose seeds are harvested from the region of Mostaganem and Oran.

The results show that a germination of seeds of the species *A. halimus* sub sp *halimus* under effect of NaCl represents a delay of one day at doses of 2, 4 and 6% when the concentration increases the delay is two days. The Final germination rate is 46.66% per *Atriplex* against *halimus* sub sp *schweifurthii* germination is less than 30% for higher doses salt 18 and 20 g / l.

Sprouting seeds species *A. halimus* sub sp *halimus* under effect of Na₂SO₄ has a low rate on the first day between 3.33 and 13.33% and speed of germination from the third day can reach 100% by 76.33 and against the germination *Atriplex halimus schweifurthii* sub sp lasts until the ninth day. The first day was low levels of 0 to 16.66%.

Seed germination of the species *A. halimus* sp sub *halimus* under effect of KCl indicates that high doses of the salts (16, 18%) mark a rate less than 50% the first day, Seed germination diminishes when the concentration reaches 20%. germination *Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii* is influenced negatively to 18 g / l, the rate is 0% and a low rate of 20% for the treatment of 20 g / l.

Seed germination of the species *A. halimus* sub sp *halimus* in effect shows that CaCl₂ dose of 2 g / l significantly stimulates germination with a rate of 100% on the second day, a delay of one and a 40% rate on the sixth day. Germination *Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii* marks a delay of a day for all treatments. The germination rate is 20% for treatments of 12 and 16 g / l.

The chemical analysis of the species *A. halimus* sub sp *halimus* shows very high percentages of dry matter (88.13%) mineral matter (82.8%) (34.81%) crude fiber and a low percentage of organic matter (5.33%) by against the species *Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii* present moderately low values of dry matter (38.73%), crude fiber (35.17%), a low percentage of inorganic material (23.86%) and low percentages e organic matter (14.86%).

Chemical analysis, we concluded that the subspecies *halimus* a much higher nutritional value than the subspecies *schweifurthii*.

These results show that *A. halimus* is a significant resource for phylogenetic rehabilitating degraded soils and salty and a way to fill the gap grazing in Algeria.

Keywords : *A. halimus* sub sp *halimus* and *schweifurthii*; germination; sodium chloride, sodium sulfate, calcium chloride, potassium chloride; Chemical analysis.

Sommaire

Chapitre I recherche bibliographique

| | |
|--|----|
| <i>1-Les Atriplex</i> | 3 |
| <i>1-2.L'Atriplex halimus</i> | 4 |
| 1-2-1.Origine | 4 |
| 1-2-2.Description | 4 |
| 1-2-3.Physiologie de l'Atriplex halimus | 6 |
| 1-2-4.Ecologie | 6 |
| 1-2-5.Systématique de l'Atriplex halimus | 7 |
| 1-2-6.Plantation | 7 |
| <i>2-La salinité</i> | 8 |
| 2-1.Définition | 8 |
| 2-2.La salinité dans le monde | 9 |
| 2-3.La salinité en Algérie | 9 |
| 2-4.Les sels solubles | 10 |
| 2-4-1.Les principaux sels solubles | 11 |
| 2-4-2.La mesure de la teneur des sels solubles | 11 |
| 2-5.Le stress | 12 |
| 2-5-1.Notion de stress | 12 |
| 2-5-2.Le stress salin | 12 |
| <i>3-La germination</i> | 13 |
| 3-1.Définition | 13 |
| 3-2.Caractère généraux de la germination | 13 |
| 3-3.Les phases de la germination | 14 |
| 3-4.Germination et stress salin | 15 |
| 3-5.Germination de l'Atriplex halimus | 16 |

| | |
|---|----|
| 4-Les intérêts des Atriplex | 17 |
| 4-1.Intéret fourragère | 17 |
| 4-2.Utilisation en médecine traditionnel et pharmacologie moderne | 18 |
| 4-3.Assainissement des sols | 19 |
| 4-4.phytoremédiation des sols | 20 |
| 4-5.Production de l'énergie | 20 |
| 4-6.Autres application potentielles | 21 |
| Chapitre II Matériels et Méthodes | |
| Objectif de l'étude | 22 |
| 2-1.Choix de site | 22 |
| 2-1-1.Site Kharrouba(Mostaganem) | 22 |
| 2-1-2.Site Es-senia(Oran) | 22 |
| 2-2.Matériel végétal | 24 |
| 2-3.Les sels utilisés | 24 |
| 2-4.protocole expérimentale | 25 |
| 2-5.Mise en culture | 26 |
| 2-6.Les analyse chimiques | 26 |
| 2-6-1.Teneur en matière sèche (MS) | 26 |
| 2-6-2.Teneur en matière organique (MO) | 26 |
| 2-6-3.Teneur en matière minérale (MM) | 26 |
| 2-6-4.Teneur en cellulose brute (CB) | 26 |
| Chapitre III Résultats et Discussions | |
| 3-1.Germination et stress salin (NaCl) | |
| 3-1-1.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressés sous concentrations croissantes en NaCl | 28 |
| 3-1-2.Effets de différentes concentrations de NaCl sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp halimus | 29 |

| | |
|---|----|
| 3-1-3.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressés sous concentrations croissantes en NaCl | 30 |
| 3-1-4.Effets de différentes concentrations de NaCl sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii | 31 |
| 3-2.Germination et stress salin (Na₂So₄) | |
| 3-2-1.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressés sous concentrations croissantes en Na ₂ So ₄ | 32 |
| 3-2-2.Effets de différentes concentrations de Na ₂ So ₄ sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp halimus | 33 |
| 3-2-3.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressés sous concentrations croissantes en Na ₂ So ₄ | 34 |
| 3-2-4.Effets de différentes concentrations de Na ₂ So ₄ sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii | 35 |
| 3-3.Germination et stress salin (KCl) | |
| 3-3-1.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressés sous concentrations croissantes en KCl | 36 |
| 3-3-2.Effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp halimus | 37 |
| 3-3-3.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressés sous concentrations croissantes en KCl | 38 |

| | |
|---|----|
| 3-3-4.Effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii | 39 |
| 3-4.Germination et stress salin (CaCl₂) | |
| 3-4-1.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressés sous concentrations croissantes en CaCl ₂ | 40 |
| 3-4-2.Effets de différentes concentrations de CaCl ₂ sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp halimus | 41 |
| 3-4-3.Taux quotidien de graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweinfurthii stressés sous concentrations croissantes en CaCl ₂ | 42 |
| 3-4-4.Effets de différentes concentrations de CaCl ₂ sur le pourcentage de germination de graines d'Atriplex halimus sub sp schweinfurthii | 43 |
| Discussion | 44 |
| 3-5-Analyse chimique de l'espèce Atriplex halimus (sub sp halimus et sub sp schweinfurthii) | |
| 3-5-1.Analyse chimique de l'espèce Atriplex halimus sub sp halimus | 46 |
| 3-5-2.Analyse chimique de l'espèce Atriplex halimus sub sp schweinfurthii | 46 |
| Discussion | 47 |
| Conclusion | 48 |
| <i>Perspectives</i> | |
| <i>Références bibliographiques</i> | |
| <i>Annexe</i> | |

Introduction :

L'Algérie est l'un des pays le plus marqué par la sécheresse due à de faibles et irrégulières précipitations et par une pédogénèse halomorphe. Cette halomorphie est toute indicatrice des sols des zones arides et semi- arides (**Daoud Y., 1993**). 3,2 millions d'hectares sont affectés (**Belkhodja et Bidai., 2004**). Ces deux contraintes naturelles, sécheresse et salinité, ont modifié la stabilité des écosystèmes (**Lieth H, Moshenko M, Menzel U. 1997**) et sont en grande partie les causes de la désertification des sols (**Hamdy A. 1999**).

Nombreux sont les facteurs qui concourent au processus de la salinisation des sols. L'insuffisance des précipitations conjuguées aux fortes pertes en eau par évaporation à partir du sol (**Epstein E, 1980**) en sont quelques-uns. Ce déséquilibre hydrique provoque dans le profil du sol une accumulation des sels au cours du temps sans pouvoir être lessivé par les rares eaux de pluies, ce qui conduit ces sols à devenir incultes (**Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P. et Fourcroy P., 1995**). Les sols chargés de concentrations anormalement élevées de sels solubles, exposent les plantes à un stress permanent (**Gupta R. & Abrol P, 1990**). La salinité qui dans beaucoup de cas, constitue aussi une sécheresse physiologique (**Abdul H., Aysha R., Bilquees G. et Ajmal Khan M, 2014**).

Les plantes répondent aux contraintes de l'environnement par de nombreux changements, révèlent le caractère multifactoriel des mécanismes de tolérance et d'adaptation aux stress abiotiques. La réponse au sel des espèces végétales, dépend de l'espèce même, de sa variété, de la concentration en sel et du stade de développement de la plante (**Bennaceur et al, 2001**).

Les atriplex sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (**Haddioui et al, 2006**).

Les caractéristiques particulières de l'espèce *A. halimus*, espèce typiquement méditerranéenne, valorisant d'une manière écologiquement durable aussi bien le milieu littoral que celui des régions arides, a suscité l'intérêt de beaucoup de chercheurs à travers le monde. Sa réponse aux conditions de salinité et de déficit hydrique en font une espèce particulièrement précieuse pour son utilisation dans la réhabilitation des terrains dégradés à risque de désertification (**Belkheiri Oumelkheir, 2008**).

L'Atriplex, constitue une espèce clé dans les zones de pâturages, doit sa survie à ses aptitudes endogènes grâce auxquelles elle s'établit et se fixe dans ces mêmes zones à fortes contraintes environnementales (**Benaradj A., Mederbal K., Boucherit H., Lotmani. Aibout F. & Baghdadi D, 2014**)

Le genre *Atriplex* représente une ressource fourragère importante dans les régions arides et semi-aride, les espèces d'*Atriplex* constituent un excellent fourrage pour le cheptel, notamment en saison de disette, en raison de leur rusticité (**Maalem et al, 2012**).

La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés (**Khan Ma, Rizvi Y.1994**).Plusieurs études ont montré que les halophytes sont particulièrement sensibles au sel au cours de la germination et la levée des semis; en effet, la salinité affecte négativement la germination, stade le plus sensible par effet osmotique et / ou toxicité ionique (**Khan et al, 2003 ; Bouda et Haddioui, 2011 ; Nedjimi et al, 2013**).

L'espèce *Atriplex halimus* comprend deux sous-espèces distinctes qui diffèrent par leur morphologie (densité de feuillage et longueur des rameaux florifères) et loge écologique. La première, *Atriplex halimus* L. sub sp. *halimus*, La seconde, *Atriplex halimus* L. sub sp. *Schweinfurthii* (**Hamdi et Ziani, 2000 in Maalem, 2002**).

Notre approche consiste premièrement à évaluer le taux de germination de deux sous espèces d'*Atriplex halimus* ,sous l'effet de différents concentrations de quatre sels solubles NaCl,Na₂So₄,KCl,CaCl₂.et deuxièmement à déterminer les compositions chimiques(MS,CB,MM,MO) de ses parties aériennes .

L'objectif est donc de contribuer à une meilleure connaissance de deux sous espèces *Atriplex halimus* sub sp *halimus* (Mostaganem) et *Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii* (Oran), pour leur intégration dans les différents programmes d'amélioration de la production animal et de réhabilitation des terrains fragilisé par un déficit hydrique et une salinité remarquable afin de contribuer au développement durables des zones marginales principalement les zones littorales en Algérie.

Chapitre I

1-Les Atriplex :

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**).

Les Atriplex sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques, permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin. Elles sont dominantes dans plusieurs régions arides et semis arides du monde, en particulier dans les habitats qui combinent la salinité relativement élevée du sol avec l'aridité (**Nedjimi et Daoud, 2006 ; Walkers et al, 2014**).

Les Amarantacées 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 le Karoo en Afrique méridionale, en Australie, et dans les Pampas Argentines (**Mulas et Mulas, 2004**).

Ils se trouvent entre 20 et 50° de latitude Nord et Sud (**Le Houérou, 1992**).

Elles égalemment comme des herbacées 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**).

Ces espèces sont caractérisées par des racines profondes et pénétrantes, destinées à absorber la plus grande quantité d'eau possible et des feuilles alternées, petites et farineuses ou recouvertes de poils, lobées, parfois épineuses, formées de manière à réduire les pertes en eau dues à la transpiration.

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 (**Rosas, 1989 in Mulas et Mulas, 2004**).

Les fleurs sont solitaires ou en glomérules, disposées au niveau de l'aisselle foliaire, mais aussi en épis terminaux. Elles sont enveloppées par deux bractéoles. Pratiquement toutes les espèces appartenant au genre Atriplex sont dioïques, il existe cependant des arbustes monoïque.

Les feuilles sont alternes, pétiolées ou sessile. Les espèces adaptées aux milieux désertiques présentent des feuilles plus épaisses, pratiquement ‘cartilagineuses’, recouvertes d’un duvet épais et de cristaux de sels qui peuvent former un pseudo-tissu qui entoure le limbe foliaire des deux côtés. Les feuilles sont de formes multiples : triangulaires, ovoïdales ou elliptique (**Rosas, 1989 in Mulas et Mulas, 2004**).

1-2-L’*Atriplex halimus* L. :

1-2-1.Origine :

L’*Atriplex halimus*.Lest un arbuste natif d’Afrique du nord ou 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**).Il s’étend également 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**).

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 (**Le Houérou, 1992 et 2000; Abbad et Benchaabane, 2004; Al- owaimer et al, 2011; Najjar et al, 2011**)

1-2-2.Description :

L’*Atriplex. halimus* (noms usuels : guettaf, arroche, pourpier de mer) est un arbuste de 1 à 3m de haut, très rameux, formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3m de diamètre (**Al-turkis et al, 2000**).

Les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinuées, de 0,5 à 1cm de large sur 2 à 4cm de long.

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.

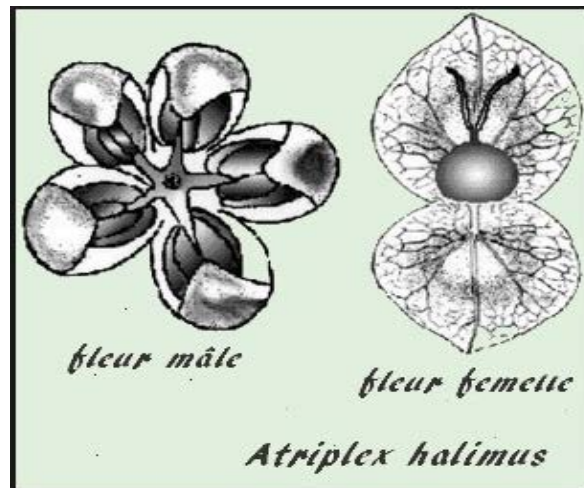


Photo N°1 : *Atriplex halimus*

Source : Talamali et al. (2003)

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).

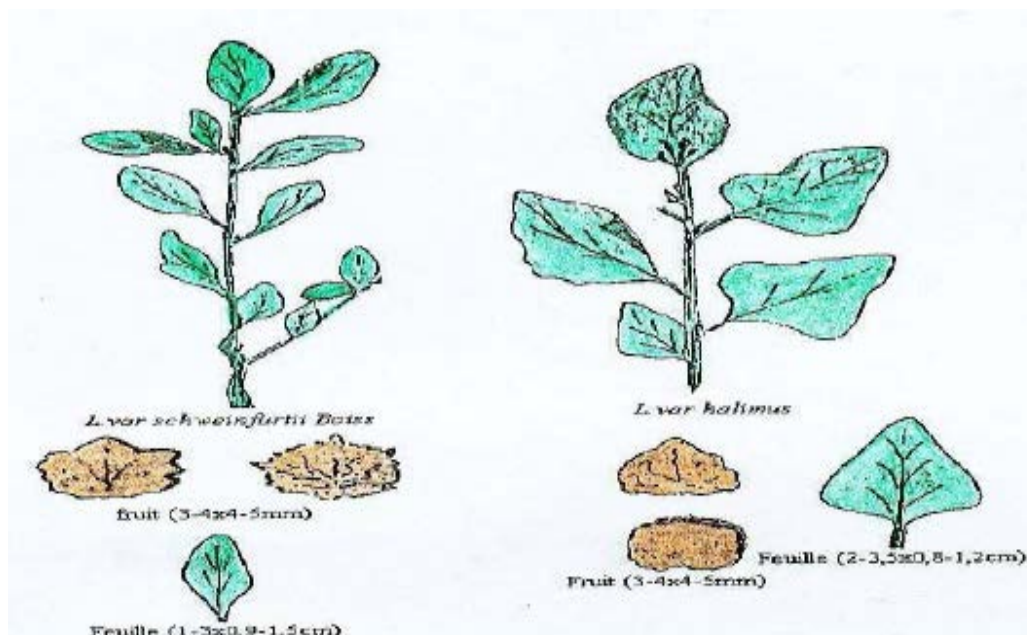


Photo N°2 : Représentation d'*Atriplex halimus* (Maalem, 2002)

Les populations naturelles d'*A.halimus* dans les régions steppiques algériennes appartiennent presque toutes à la sous-espèce *schweinfurthii* (Walker et al, 2005). Il existe de nombreuses populations de cette dernière à l'état pur ou associées avec d'autres espèces halophytes comme *Suaeda sp* et *Salsola sp*. réparties généralement dans les zones salées en Algérie (Chotts Hodna, Skhouna, Melghigh, Zehrez Chergui et Gherbi; Nedjimi, 2012; Nedjimi et al, 2012).

1-2-3. Physiologie de l'*Atriplex halimus* :

L'*Atriplex halimus* est un arbuste halophyte présentant une photosynthèse en C4 (Martinez et al. 2003). Les plantes en C4 possèdent des caractéristiques anatomiques leur permettant un métabolisme à haute efficacité photosynthétique (augmentation du taux de CO₂).

L'anatomie foliaire des plantes en C4 est de type « Kranz », présentant une gaine de cellules de grandes dimensions qui entourent les tissus vasculaires. Les plantes en C4 ont une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau que les plantes en C3 en conditions de sécheresse et de température élevées (Martinez et al, 2003).

1-2-4. Ecologie :

L'*Atriplex halimus* résiste au froid au-delà de -10 C, l'espèce est considérée comme halophyte et croit dans toutes les zones gypseuses salées (jusqu'à une conductivité de l'ordre de 55 mmhos/cm).

Elle croit également sur sols non salés et convient aux sols sableux sur horizons salés. L'espèce est très résistante à la sécheresse en zone où la pluviométrie ne dépasse pas 130 mm (Djelakh. F al, 2015)

D'après l'étude de Walker et al. (2008), Les populations diploïdes (*subsp. halimus*) entraînent plus de tolérants que les tétraploïdes (*subsp. schweinfurthii*).

La majorité des espèces d'*Atriplex* se rencontrant sous une pluviométrie allant de 200 mm à 400 mm/an, il existe quelques espèces qui s'accommodent sur les sols gorgés d'eau presque en permanence (*Atriplex prostrata*) (Hamza, 2001).

1-2-5. Systématique de l'espèce *Atriplex halimus* L :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes (phanérogames)

Sous-embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Apétales

Ordre : Centrospermales

Famille : Amarantacées (Chénopodiacées)

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Atriplex halimus* L

Nom vernaculaire français : Arroche halim ou pourpier de mer.

Nom anglais : Sea-orache

Nom arabe : G'ttaf, Ghassoul el aachebi, echnane

Nom amazigh : Elhirmess.

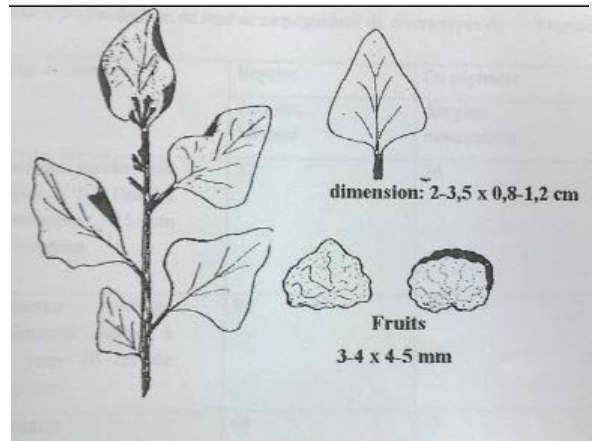


Photo N°3 : *Atriplex halimus* fruits et feuilles

Source : Anonyme 2018

1-2-6. Plantation :

La mise en place d'*Atriplex halimus* peut s'effectuer par bouturage direct ou par transplantation de jeunes plants préalablement élevés en pépinière, dont la taille est d'au moins 30 cm. (Djellakh. Fet al, 2015).

Avec la technique de transplantation de plants obtenus en pépinière, il est conseillé d'utiliser des plants dont la taille atteint déjà au moins 30 cm, de planter en absence de vents froids desséchants.

La transplantation de jeunes plants à racines nues est possible en prenant bien soin de disposer convenablement les racines. Les plants sont à transplanter définitivement en place quand ils atteignent environ 15 cm.

Un bon tassement du sol autour des mottes et des racines est indispensable à la reprise. On aura recours à l'irrigation si le terrain est sec, surtout pour les plants à racines nues.

Quand la transplantation s'effectue à partir de plants plus âgés, il convient alors de les rabattre afin de limiter le feuillage. Il est impérieux d'installer une haie protectrice en cactus épineux (Office de l'Elevage et des Pâturages, Tunisie).

2-La salinité :

2-1.Définition:

Elle est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**Baiz, 2000 et Maatougi, 2001**).

Cette définition tient compte du fait que:

- Les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente.
- Tous les ions en excès sont nuisibles pour la plante (**Slama, 2004**).

La salinité du sol et de l'eau représente l'un des principaux problèmes dans l'utilisation efficace des terres pour l'agriculture et affecte le rendement des cultures dans le monde entier (**Flowers et al, 2010; Qadir et al, 2014**) et en particulier dans les régions arides et semi-arides (**Parvaiz et Satyawati, 2008**).

L'aridité s'impose de façon permanente vue le déficit pluviométrique (**Munns et al, 2006**).

La salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...). Cette concentration de la solution du sol conduit ainsi à la précipitation successive de minéraux qui modifie sa composition et détermine différentes voies d'évolution des sols en fonction de l'abondance relative des différents ions majeurs dans la solution de départ. Ces ions majeurs sont le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^{2-}) et les carbonates (HCO_3^- , CO_3^{2-}) (**Marlet, S., et J.O. Job, 2006**).

La salinité des sols est due soit à une irrigation intensive des cultures avec une eau riche en sel, souvent mal contrôlée avec des eaux saumâtres (**Rengasamy, 2010**) ou à l'utilisation abusive des engrais (**Yamaguchi et Blumwald, 2005**).

La salinisation des sols est non seulement l'effet direct de l'irrigation mais aussi celui de la remontée des nappes souterraines salées qui, par évaporation déposent des sels dans le sol et surtout à sa surface (**Zhu, 2007**). L'absence d'un lessivage naturel des sels et l'augmentation de la charge saline des eaux d'irrigation ne peuvent conduire qu'à la stérilisation complète des sols (**Duarte et al, 2015**).

2-2.La Salinité dans le monde :

En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (**Mermoud, 2006**).

Environ 800 millions d'hectares de terres sont affectés par la salinité, ce qui représente environ 6% de la superficie totale des terres de la planète et 20% de la superficie cultivée dans le monde (**Jia et al, 2011 ; Jyothi-Prakash, 2015**).

Dans les zones arides et semi-arides du monde, des ressources hydrauliques importantes sont disponibles mais elles sont de qualité médiocre (saumâtre). La salinisation des sols dans ces régions est non seulement liée aux conditions climatiques (fort ensoleillement et faible pluviométrie) mais également au recours souvent mal contrôlé à l'irrigation, ce qui entraîne une accumulation des sels dissous en surface (**Ben Naceur et al, 2001**).

En Afrique, 39 millions d'hectares, sont des sols salins et parmi eux 34 millions d'hectares sont des sols sodiques (**FAO, 2008**).

2-3.La salinité en Algérie :

La zone aride en Algérie couvre près de 95% du territoire national (**Halitim, 2011**). Dans ces écosystèmes, marqués par des sécheresses rigoureuses et fréquentes, la salinisation des sols se manifeste comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes (**Bouda, 2010; M'bareket al, 2001 ; Jebaraet al, 2000**).

En Algérie plus de 20% des sols irrigués sont concernés par des problèmes de salinité (**Rouabhia et Djabri, 2010**).

Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà (**Aubert, 1982**).

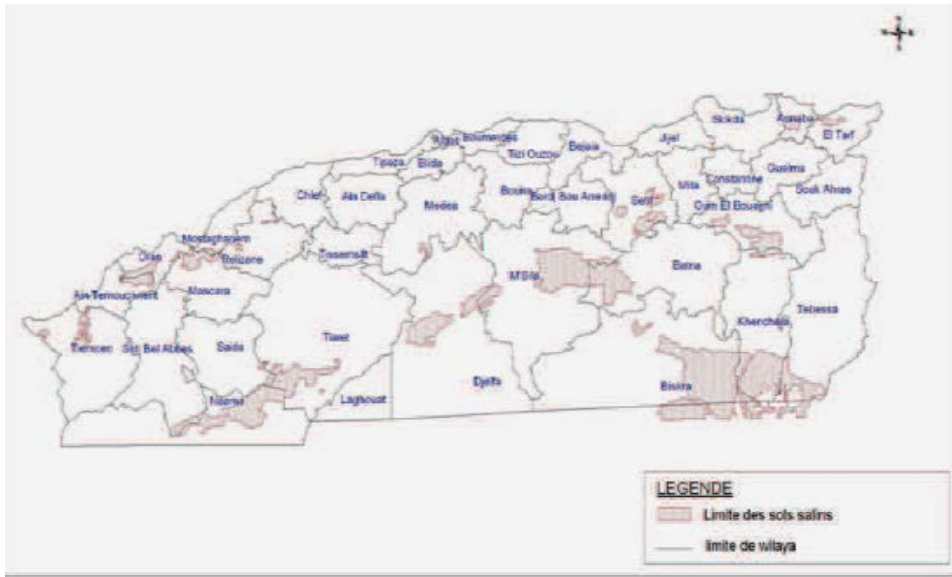


Photo N°4 : Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie (INSID, 2008)

En Algérie les connaissances insuffisantes actuelles dans le domaine de la salinité ne permettent pas de mener des actions de mise en valeur des sols salés. Dans ces conditions, la réhabilitation de ces sols exige la mise en œuvre de stratégies d'étude pluridisciplinaires pour réunir de nouvelles données afin de mieux comprendre les réponses des plantes sous cette contrainte (Belkhodja et al, 2000).

2-4. 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).

2-4-1. Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

-Les carbonates : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (Na HCO_3), carbonate de calcium (CaCO_3) et le carbonate de magnésium (MgCO_3).

-Les sulfates : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium (MgSO_4), sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (Ca SO_4).

-Les chlorures : principalement : le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (Ca Cl_2) et chlorure de magnésium (MgCl_2) ce sont plus soluble et forte toxicité. La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (Aubert, 1982).

Les sels les plus abondants dans les zones arides sont deux types (Reguig et Larroussi, 2007) :

- Sels de série neutre tel que : les chlorures de sodium ou halites (NaCl) les sulfates de magnésium (epsomite $\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) et le gypse ($\text{CaSO}_4, \text{H}_2\text{O}$).

- Sels de série Alcaline : les carbonates et les bicarbonates (Reguig et Larroussi, 2007).

2-4-2. 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 (Ci , 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).

2-5.Le stress :

2-5-1.Notion de stress :

Le terme de stress a été inventé par Hans Selye en 1935. Ce dernier a défini le stress comme une « réponse non spécifique de l'organisme à toute sollicitation »

D'origine anglaise, le mot « stress » était employé en mécanique et en physique et voulait dire « force, poids, tension, charge ou effort.

La transposition au monde biologique proposée par Levitt est assez intéressante (**Gravot, 2008**). Il définit le stress comme étant tout facteur environnemental susceptible de déclencher chez les plantes des modifications chimiques ou physiques dommageables. Ces modifications représentent la contrainte qui peut être plastique ou élastique (**Levitt, 1972 in Gravot, 2007**).

Pour **Hopkins (2003)**, le stress est toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par contre, **Marouf et Reynaud (2007)** rapportent que le stress est l'ensemble des perturbations physiologiques ou pathologiques provoqués dans un organisme par des agents biotiques ou abiotiques.

2-5-2.Le stress salin :

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- (**Hopkins, 2003**).

Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec " (**Trembliun, 2000**).

La salinité de sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels, généralement un taux élevé de Na^+ et Cl^- ; ce qui cause le stress salin (**Zhu, 2001**) ; cette formation de sol salin ou sodique résulte généralement de l'accumulation des sels dans les horizons de surface (**Essington, 2004**).

Dans ce cas-là, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre à ces changements en contrôlant et en ajustant leurs systèmes métaboliques (**Hopkins, 2003**).

3-La germination

3-1.Définition_:

La germination est définie comme la somme des événements qui vont du grain sec à la percée radiculaire : cela commence par la prise d'eau ou imbibition (gonflement de la graine) qui permet l'activation métabolique et se termine par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine (**François et al, 2009**).

Elle représente la phase de réaction du métabolisme après réhydratation de la graine sans changement morphologique apparent (**Meyer et al, 2004**).

D'après **François et al, (2009)**, le processus germinatif commence par l'entrée d'eau dans la graine sèche, ou imbibition, qui s'opère en trois phases.

Tout d'abord, une réhydratation rapide (phase I qui dure quelques heures) qui voit la graine augmenter de volume, suivie d'un quasi plateau (phase II de durée très variable; elle est de quelques jours à quelques mois), puis une nouvelle prise d'eau, qui n'a lieu qu'après la germination (phase III qui dure quelques jours).

Cependant, par concision, la germination de mot est souvent utilisée pour indiquer son achèvement, par exemple, des termes tels que 50% germination indiquent que 50 % d'une population de semences a terminé la germination, et le temps de germination reflète en fait le % des graines qui ont terminé la germination à des points particuliers dans le temps (**JDBewley et al, 2012**).

Sensu Stricto de la germination ne comprend pas la croissance des semis; ceci commence qu'après la germination soit terminée. Le terme parfois utilisé le semis germinatif est évidemment erronée (**JDBewley et al, 2012**).

3-2.Caractères généraux de la germination :

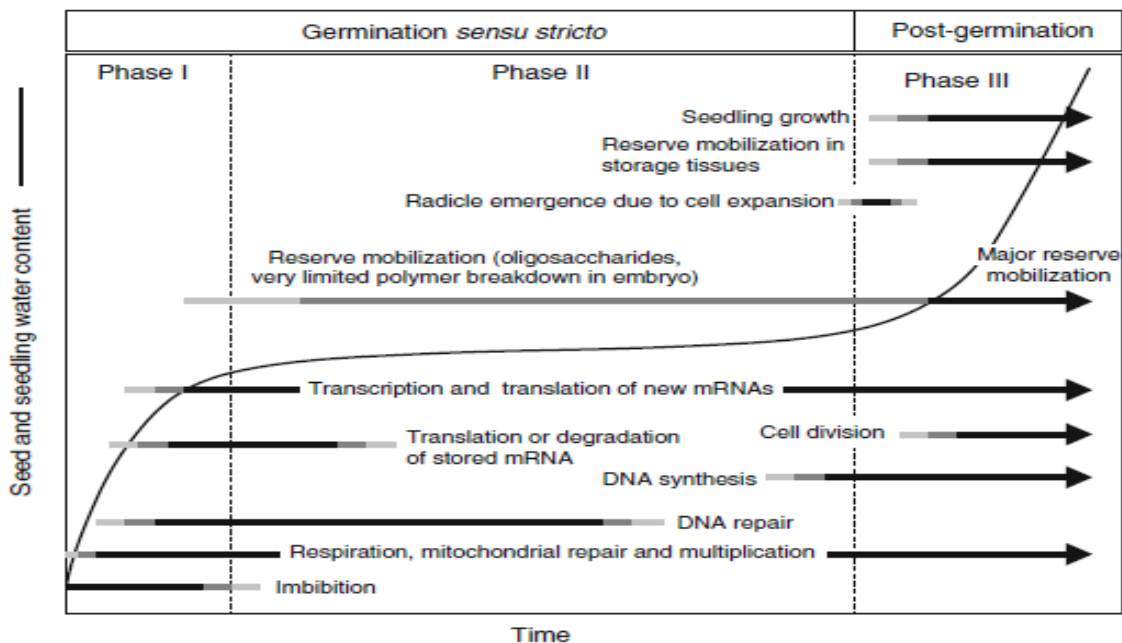
-La germination des graines se réfère au processus physiologique aboutissant à l'apparition de l'embryon de ses enveloppes enfermant, qui peut inclure l'endosperme, périsperme, tégument ou péricarpe.

-L'absorption d'eau par la semence (imbibition) active les processus métaboliques qui entraînent par la suite à l'expansion de l'embryon et de la pénétration de la radicule (ou un autre organe) à travers les tissus environnants.

- Respiration pour fournir l'énergie métabolique de ces processus est activée immédiatement après imbibition.

-L'expansion des tissus embryonnaires est opposé par le dispositif de retenue des tissus entourant les; une augmentation du potentiel de croissance de l'embryon et / ou une diminution de la résistance des tissus couvrant permettre la germination à remplir.

-La division cellulaire commence généralement uniquement après l'achèvement de germination. Partiellement graines hydratantes pour une période de temps suivie d'une déshydratation (amorçage des semences) peuvent accélérer leur germination quand ils sont plantés, une pratique qui est utilisée dans le commerce pour améliorer la rapidité et l'uniformité de la mise en place des cultures. (JD Bewley et al, 2012)



Photos N°5 : Les phases de la germination

Source : Nonogaki et al, 2010

3-3. Les phases de la germination :

Le Cours de temps l'absorption d'eau et des changements importants liés à la germination et la croissance initiale des semis.

Absorption initiale d'eau, imbibition dans la **phase I**, est principalement un processus physique; activités physiologiques peuvent commencer à quelques minutes d'une cellule se hydrater, bien avant que tous les tissus de semences deviennent complètement imbibés.

Au cours de la teneur en eau des graines de **phase II** est assez constante et activités métaboliques augmentent avec la transcription importante de nouveaux gènes.

L'émergence de la radicule à travers les structures environnantes à la fin de cette phase marque la fin de la germination et de la **Phase III** il est en outre l'absorption d'eau que le jeune plant est établi, utilisant les importantes réserves stockées.

La courbe est un cours de temps stylisé pour l'absorption de l'eau. Le temps nécessaire pour que ces événements à remplir varient selon les espèces et les conditions de germination à laquelle la semence est soumise d'après (**Nonogaki et al, 2010**).

3-4.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 (**Sharma, 1973, Gutterman, 1993 ; in 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 leurs phases 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 (**Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in Debez et al, 2001**).

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**).

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**).

Des études ont rapporté un retard de la germination, causé par la salinité chez plusieurs glycophytes et halophytes (**Belkhodja et Bidai, 2004; Boulghalagh et al, 2006 ; Bouda et Haddioui, 2011; Nadjimi et al, 2013**).

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**).

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 (**Zidet Baukhris, 1976; Khan et Ungar, 1984; Debez et al, 1997 in Badache., 2005**).

3-5.Germination de l'Atriplex halimus :

Les halophytes se produisent naturellement dans les dans les milieux fortement salins (**Choukr et al, 2005**).elles possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leur graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade de germination (**Belkhodja et al, 2004**)

Ainsi, une étude comparative d'espèces d'Atriplex vis-à-vis de leur comportement à la salinité du sol est indispensable pour l'étiquetage des espèces tolérantes.

Les espèces d'Atriplex répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (**Bouda et al, 2010**)

Benrebiha (1987) ; Belkhodja et Bidai (2001) rapportent que la germination des graines d'Atriplex halimus est inhibée dès que la concentration en NaCl dépasse 5g/l.

Debez et al,(2001) démontré que la germination des graines d'une population côtière de A.halimus était plus tolérante au sel que celui d'une population à partir d'un site non salin ;une inhibition complète a eu lieu à 700 et 350 mM de NaCl, respectivement, ce qui représente une tolérance très grande dans les deux cas.

La germination des *Atriplex halimus* semble être plus résistant à la salinité que celle de *Atriplex canescens* ou *Atriplex nummularia* (**Maâlem et Rahmoune, 2009**).

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**)

La germination et aussi améliorer parla stratification du froid qui semble un facteur levant la dormance des graines (**Hamza, 2001**)

4-Les intérêts des *Atriplex*:

4-1.Intérêt fourragère:

L'Algérie connaît un déficit fourrager important dû à la dégradation des parcours. Pour remédier à ce déficit, La plantation d'arbustes fourragers constitue une ressource renouvelable qui peut fournir une biomasse sur pied régulière tout au long de l'année, comme elle peut constituer un investissement à moyen et à long terme, vue les prix élevés des fourrages et des aliments concentrés.

En outre, les fourrages ligneux représentés par les arbres et les arbustes, s'ils ne résolvent pas à eux seuls le problème des éleveurs, ils pourront être un complément indispensable pour assurer la soudure à la fin de l'été et de l'hiver et apporter un fourrage vert en pleine saison sèche pour les ruminants qui sont les seuls animaux capables de valoriser les ligneux (**L. Mebirouk-Boudechich et al, 2014**).

L'Atriplex halimus est un arbuste autochtone présente un grand intérêt comme plante fourragère dans les régions arides et semi-arides en raison de sa rusticité, sa bonne valeur fourragère, sa résistance élevée à la sécheresse et sa faculté de tolérer des taux de salinité importants. Comme elle a été signalé par de nombreux auteurs (**Le Houérou, 1992 et 2000; Abbad et Benchaabane, 2004; Al- Owaimer et al, 2011; Najjar et al, 2011**).

Riche en protéines, *l'Atriplex halimus* constitue une source importante en matière azotée pour le cheptel, essentiellement en période de disette (**El-Shatnawi& turuk, 2002**).Sa culture pourrait être envisagée comme source de fourrage dans les zones de grande fragilité écologique.

Tableau N°1 : Teneur en matière sèche et composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplex halimus*

| MS (%) | MAT* (% MS) | CB* (% MS) | Na (% MS) | Ca (% MS) | K (% MS) | P (% MS) | Mg (% MS) |
|---|----------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 34,2 | 15,1 | 15,4 | 4,41 | 1,77 | 2,59 | 0,21 | 0,32 |
| * MS : matière sèche ; MAT : matière azotée totale , CB : cellulose brute | | | | | | | |

Source :(**Boussaid et al, 2001**).

Dans la région de Djelfa (Algérie), **Nedjimi (2012)** a mesuré des productions de 2 à 3t de matière sèche par hectare dans des peuplements naturels d'*Atriplex halimus* soit 1 000 à 1 500 UF/ha, sous une pluviométrie de 250 à 300 mm/an. Il faut signaler que la valeur nutritionnelle de cette espèce varie considérablement au cours des saisons (**Le Houérou, 2004**).

Abou-zanat et al(2004) constate que la production de matière sèche et l'utilisation de pluie efficace de *A.halimus* être inférieur à ceux des *Atriplex nummularia*, celui est moins résistant au froid.

Les tissus d'*Atriplex halimus* peuvent avoir des effets bénéfiques en tant que osmoprotectant des cellules intestinales et les microbes de l'intestin et dans l'amélioration de la digestibilité des fibres (**Ratriyanto et al, 2009**).

Bhattacharya (1989) constaté que la teneur en protéine brutes et la digestibilité et la rétention de l'azote sont plus élevés que pour les autres espèces de plantes fourragères telles que la luzerne, tandis que la digestibilité de la protéine brute, la matière organique et fibre brute étaient similaires ou supérieures à celles des autres espèces.

Otal et al,(2010) démontré que la qualité de *Atriplex halimus* fourrage était liée à la proportion de feuille et de brindilles consommés volontairement par les animaux. Selon **Salem et al. (2012)**, le séchage au soleil et l'ajout d'enzymes alimentaires exogènes peuvent être bénéfiques l'admission de *Atriplex halimus* fourrage par les moutons et sa digestibilité.

Cependant, **Ruiz Mirazo et Robles (2011)** a démontré que le pâturage de printemps a augmenté le tournage teneur en humidité en été. En outre, lorsqu'il est administré seul, le teneur en phosphore peut être insuffisant pour les brebis (**El-Shatnawi et Mohawesh, 2000**) Et la teneur en calcium insuffisant pour les agneaux (**Khatab, 2007**), Tandis que les niveaux d'oxalate (jusqu'à 10% de matière sèche) et certains tannins peuvent réduire l'appétence (**Abu-Zanat et al, 2003**).

Par exemple, les cultures intercalaires de *Atriplex halimus* dans les cultures d'orge fourragère fournit des ovins et caprins en Espagne au sud-est de l'été et début de l'automne, lorsque les sources alternatives sont très rares (**Sotomayor et Correal, 2000**).

4-2.Utilisation en médecine traditionnel 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'effet antidiabétique a été développé plus loin, dans un produit (« Glucoselevel ») combinant de l'extrait de feuilles de l'*Atriplex halimus*, *Juglansregia L.*, *Olea europea*, *Urtica dioica L.* (Saïd et al, 2007).

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).

D'autres applications thérapeutiques sont possibles :

On utilise aussi l'*Atriplex halimus* pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires (Belouad, 2001; Emam, 2011). Draineur cutané et rénal, diurétique et dépuratif, il accompagne tout régime qui nécessite un drainage des tissus et la désincrustation des déchets et toxines (Belouad, 2001).

Grâce à leurs propriétés anti oxydantes, certains flavonoïdes ont un effet protecteur des tissus du foie contre le cancer (Emam, 2011).

4-3. 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'Egypte, la Libye, Israël, 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.

Mattia et al. (2005) calculé que le renforcement du sol par les racines d'*Atriplex halimus* était inférieure à celle de *L. spartum* et *pistacia lentiscus L.*

Pour la réhabilitation des déblais de carrière de gypse en Espagne, Castillejo et Castelló (2010) ont découvert que l'addition de compost de déchets solides municipaux stimule la germination et la croissance d'*Atriplex halimus*.

Ils ont cependant prévenu que tout en accélérant la croissance des plantes initiale, les taux élevés d'amendements riches en nutriments, pourrait conduire à l'exclusion de la flore autochtone par *Atriplex halimus*.

Les conditions physicochimiques des sols salins peuvent être améliorées par la culture de plantes halophiles telles que *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).

4 -4.Phytoremédiation des sols :

Une application possible de l'*Atriplex halimus*, suggérée par sa capacité à stabiliser les sols physiquement et sa tolérance de concentrations élevées d'oligo-éléments dans le milieu de croissance, est dans la remise en état des éléments contaminés traces des sols.

En raison de l'activité minière ou industrielle, ces sols existent dans de nombreuses régions à faible pluviométrie, comme le bassin méditerranéen (Clémente et al, 2012. Laffont-Schwob et al, 2011; Lotmani et al, 2011), Le nord du Chili (Vromann et al, 2011) et les Etats-Unis (Mendez et Maier, 2008).

À ce jour, il n'y a qu'un seul rapport (Clemente et al, 2012) concernant l'utilisation de l'espèce halimus en phytoremédiation sous conditions de champs, mais il a fourni des renseignements importants sur la viabilité de cette application.

Bien que l'ingestion de ses feuilles et les tiges des mammifères herbivores est limitée par leur teneur élevée en sel, L'*Atriplex halimus* est colonisé par des arthropodes (phytophages et leurs prédateurs; Hegazi et al, 1980); ceci, ainsi que la litière de feuilles, est une voie par laquelle les contaminants pourraient se déplacer à travers la chaîne alimentaire.

4-5.Production de l'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).

En outre, la végétation existante rare dans ces régions signifie que peu de carbone fixé est perdue lors de l'installation des plantations de biomasse, alors que leur croissance subséquente devrait augmenter les stocks de carbone du sol et de la végétation. Sur les sites agricoles abandonnés dans les zones arides et semi-arides, l'*Atriplex halimus* aurait un rendement acceptable de feuilles et des tiges de matière sèche (jusqu'à 10 Mg/ ha) en l'absence d'entrées.

Les principales propriétés d'intérêt de « sec » la biomasse comme source d'énergie sont sa teneur en humidité, la valeur calorifique, les proportions de carbone fixé et les matières volatiles, la teneur en cendres / résidu et la teneur en métal alcalin.

La valeur calorifique de l'*Atriplex halimus* en matière sèche (tiges: 17,2 kJ g⁻¹; feuilles: 12,8 kJ g⁻¹) étaient similaires à ceux qui sont rapportés pour d'autres matériaux (paille de riz: 16.1 e 16,4 kJ g⁻¹; la canne à sucre: 17.3; maïs: 15,6 e 18.8; de **Ramos e Paula et al, 2011**).

Cependant, la teneur en cendres (13,7% dans cette étude et 29% pour les feuilles et 6 e 11% pour les jeunes tiges dans les travaux de **Andueza et al, 2005**) Était bien au-dessus du niveau recommandé (1%; de **Ramos e Paula et al, 2011**; **McKendry, 2002**).

4-6. 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 bêtaïne 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 bêtaïne, 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 aériennes.

Chapitre II

2-Matériels et méthodes :

Objectif de l'étude :

Dans les programmes de repeuplement végétal et la valorisation des sols pauvres dans les zones arides et semi-aride, le choix des espèces tolérantes à la salure comme *Atriplex halimus* est une nécessité. Ainsi leurs valeurs nutritionnelles fourragères, permettant de compléter le déficit en aliment de bétails pendant la période de disette.

Nous proposons une étude sur deux peuplement naturels d'*Atriplex* l'une appartenne à la sous espèce *halimus* Mostaganem, et l'autre à la sous espèce *schweinfurthii* Oran.

Dans cette perspective, notre travail consiste à caractériser le comportement physiologique des graines et définir ses limites de tolérance à l'égard des sels solubles (NaCl, Na₂So₄, KCl, CaCl₂), et dans un deuxième temps montrer leurs valeurs alimentaires comme source potentiel dans le pâturage.

Notre travail comprenait deux approches, physiologique et chimique, ce qui nous a permet après de préciser son usage dans la recréation des milieux écologiques et dans l'intérêt agro-économique.

2-1.choix du site :

2-1-1.Site kharrouba :

Situé dans le littoral de la région de Mostaganem, caractérisée par un bioclimat semi-aride et une richesse floristique remarquable avec plusieurs espèces halophytes tel que *Salsola*, *Suaeda*, *Salicornia* et des composées, des petits animaux (tortues, serpent, des rongeurs et aussi les oiseaux. On a remarqué un sol de texture sablonneuse.

Ce site et particulièrement les peuplements d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus* sont menacés par la pollution, par des déchets variés, et le surpâturage.

| Le site | Latitude | Longitude | Altitude |
|-----------|----------|---------------------|----------|
| Kharrouba | 35.96690 | 0°Ouest et 0°26 Est | 0 m |



Photo N°6 : Carte du site Kharrouba

Source : Google Earth.2018



Photos N°7 : Site de Kharrouba

(Hamza, 2018)

2-1-2.Site Es-Senia (Oran) :

Situé à l'intérieur de l'IAP (Institut Algérien de Pétrole), c'est un terrain plat, la texture du sol est limono-argileuse avec une couche blanche de sel s'accumule superficiellement.

Les touffes d'Atriplex sub sp schweifurthii sont denses et liées constitue un fourré dense impénétrable.

Une richesse floristique et présence de plusieurs strates arborescentes constitué de mimosacées et herbacées des graminées, des espèces à bulbes, et des composées.

| Le site | Latitude | Longitude | Altitude |
|----------|-----------|-----------|----------|
| Es-Senia | 35° 38' N | 0° 16' W | 90 m |

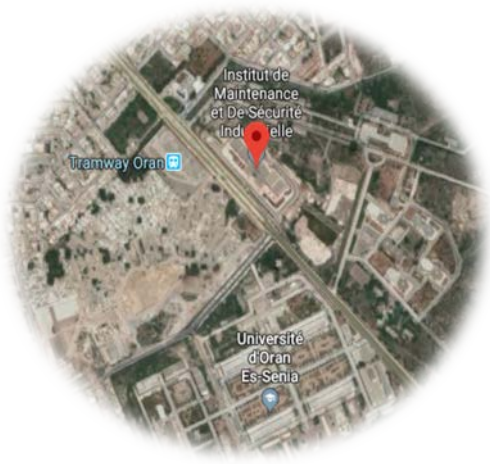


Photo N°8 : Carte site Es-Senia (Oran)

Source : Google Earth, 2018



Photo N°9 : Site Es-Senia(Oran) (Hamza.L, 2018)

2-2. Matériel végétale :

La récolte des graines d'*Atriplex halimus* et *schweifurthii* a été effectuée en Mars 2018, les grains ont été décortiqués manuellement. Ces dernières sont sélectionnées (selon la taille, l'état sanitaire) ensuite désinfectées par un traitement de 15 min d'hypochlorite de sodium dilué 5 fois, puis 5 min dans l'alcool à 70° dilué 3 fois, enfin un rinçage avec l'eau distillée.

Les rameaux et les feuilles ont été aussi prélevés en mars 2018, puis ils ont subi des analyses au labo pour déterminer ses compositions chimiques.

2-3. Les sels utilisés :

Le premier sel utilisé est le chlorure de sodium (**NaCl**). Il est généralement le sel soluble prédominant dans les eaux d'irrigation et dans nos sols affectés par les sels (**Daoud et Halitim, 1994 ; Snoussi et Halitim, 1998**).

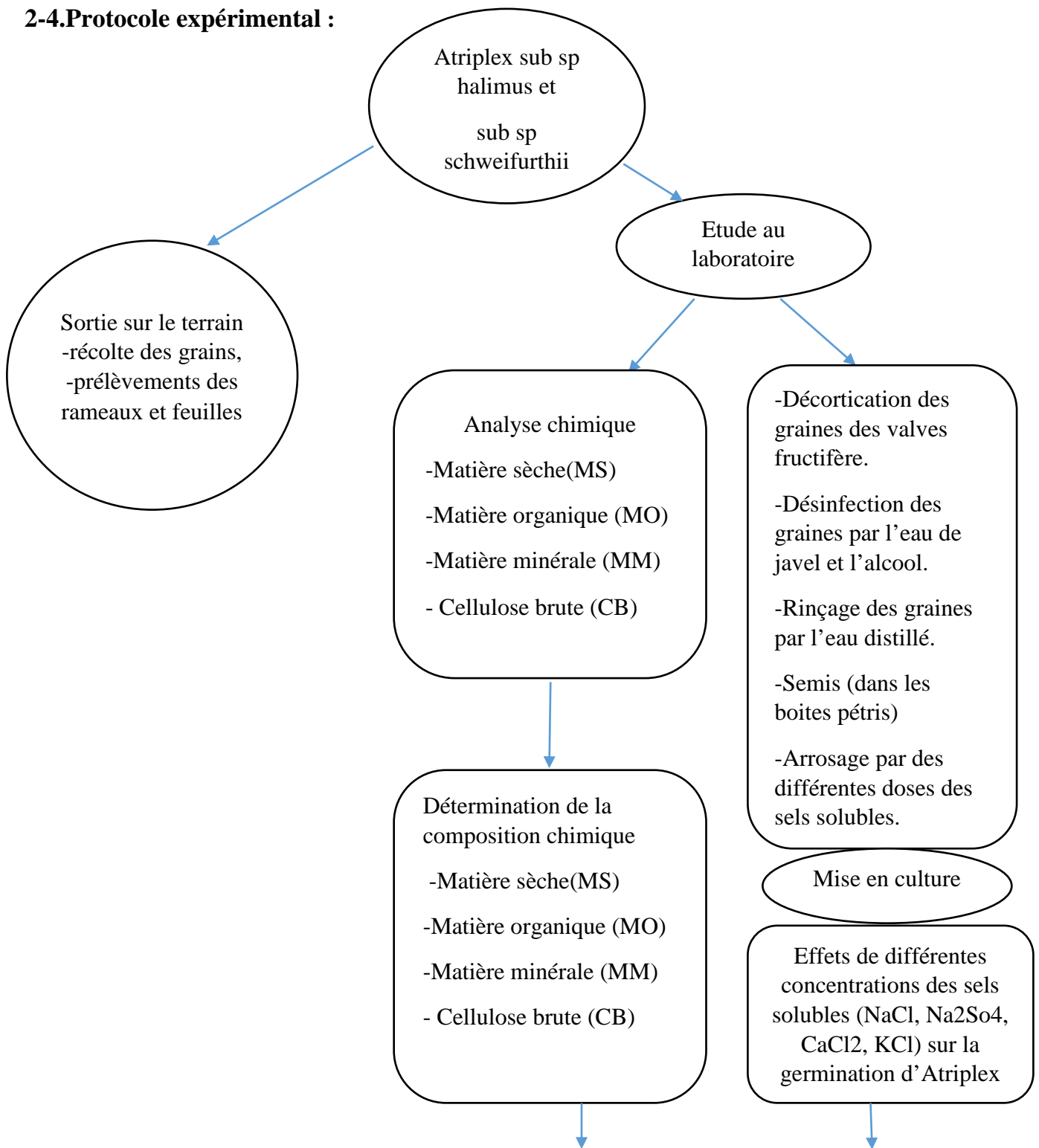
Le second sel soluble est le sulfate de sodium (**Na₂SO₄**). Il est lui aussi se trouve abondants dans les zones arides et sub-arides (**Servant, 1978**).

Le troisième **CaCl₂** : Le calcium est un élément indispensable aux processus de croissance et de survie des plantes en conditions de stress (**Epstien, 1998**). Il joue également un rôle important dans le maintien de l'intégrité et de la sélectivité membranaire (**Xiong et al., 2006**)

Le quatrième **KCl** : K⁺ et Na⁺ sont impliqués dans l'ajustement osmotique des plantes en réponse à la salinité élevée du sol.

Les composés inorganiques comme (Ca⁺, K⁺, Na⁺, Mg⁺) présentent comme indicateurs de stress. Ces sels sont utilisées à des concentrations qui varient entre 2 et 20g/l.

2-4. Protocole expérimental :



Valorisation de l'espèce Atriplex

2-5.Mise en culture :

Les essais de germination en été réalisés avec différentes concentrations de sels solubles dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre. Les graines sont placées sur du coton, à raison de 10 graines par boîte, soit 3 répétitions par traitement NaCl, Na₂SO₄, KCl, et CaCl₂.

Le coton est imbibé d'eau distillée pour le témoin et par les différentes solutions salines allant de 2 à 20 g/l. Les boîtes de pétrie sont placées dans une chambre de culture où les conditions humidité, température et lumière sont favorables à la germination.

Le dénombrement des graines germées est effectué quotidiennement et l'éclatement de l'enveloppe de la graine est adopté comme critère de germination.

-Taux de germination :

Le taux de germination est calculé en comptant le nombre des graines germées chaque jour (Côme, 1970).

2-6.Les analyses chimiques :

2-6-1.Teneur en matière sèche (MS) :

La teneur en MS est déterminée à partir d'une prise d'essai de 10 grammes à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant (AFNOR, 1982). La teneur en matière sèche est donnée par la relation (Annexe)

2-6-2.Teneur en matière organique (MO) :

La teneur matière organique est déterminée à partir d'une prise d'essai de 1 gramme de la matière sèche par calcination dans un four à moufle pendant 7 heures à 550°C (AFNOR, 1982).

2-6-3.Teneur en matière minérale (MM) :

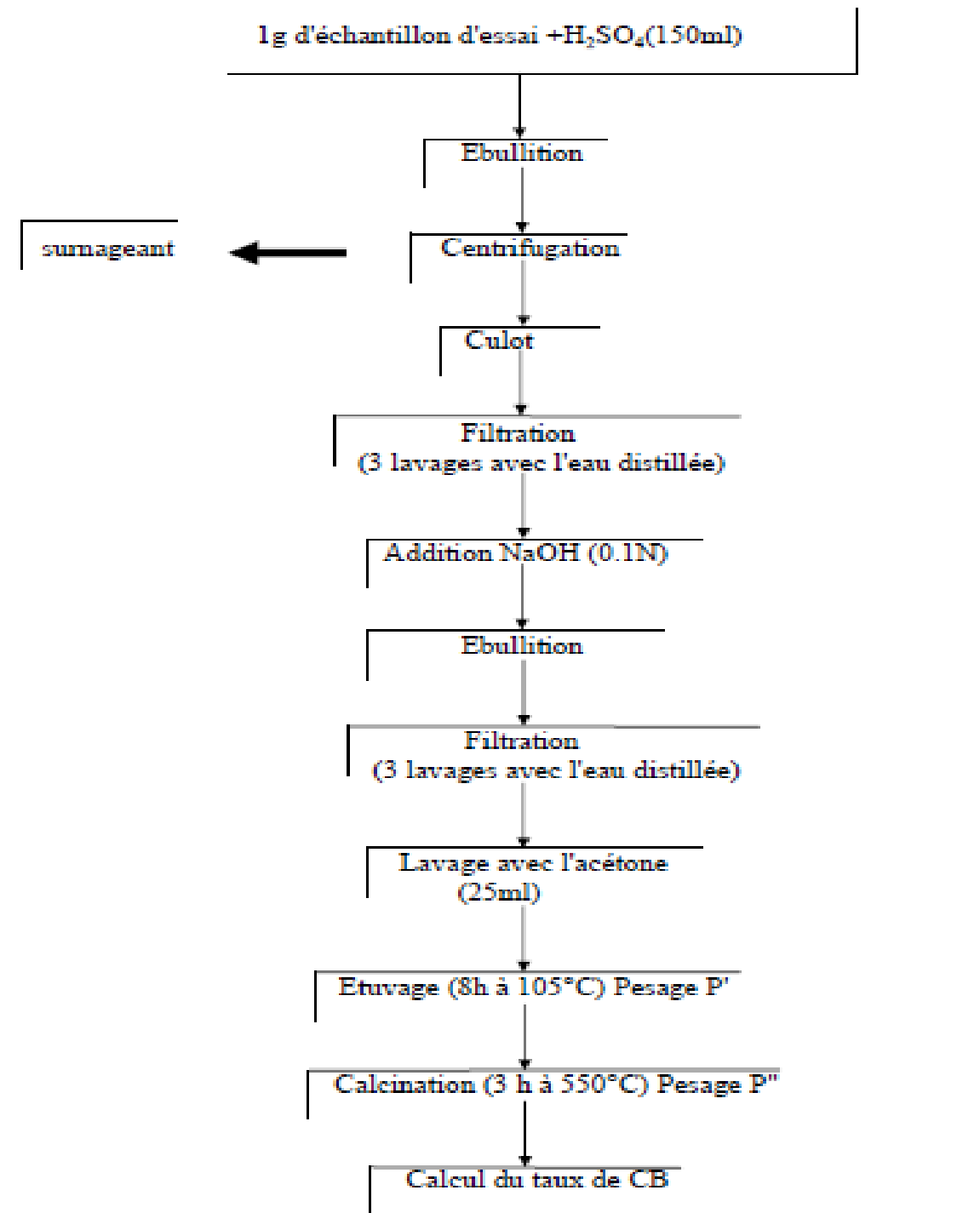
La matière minérale est obtenue après incinération de la matière organique dans le Four à moufle (AFNOR, 1982)

$$MM = MS - MO$$

2-6-4.Teneur en cellulose brute(CB) :

Elle est déterminée par la méthode de WEEND à partir d'une prise d'essai de 1 g de MS. C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse. La première par l'acide Sulfurique (H₂SO₄) et la seconde par la soude (NaOH), suivie d'un lavage à l'acétone, un étuvage de 8h à 105°C et une calcination de 3h à 550°C dans un four à moufle (AFNOR, 1982).

Photo N°10: Protocole de dosage de la cellulose brute (WEENDE) ,1963



Chapitre III

3-Résultats et Discussions

3-1.Germination et stress salin(NaCl)

3-1-1. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

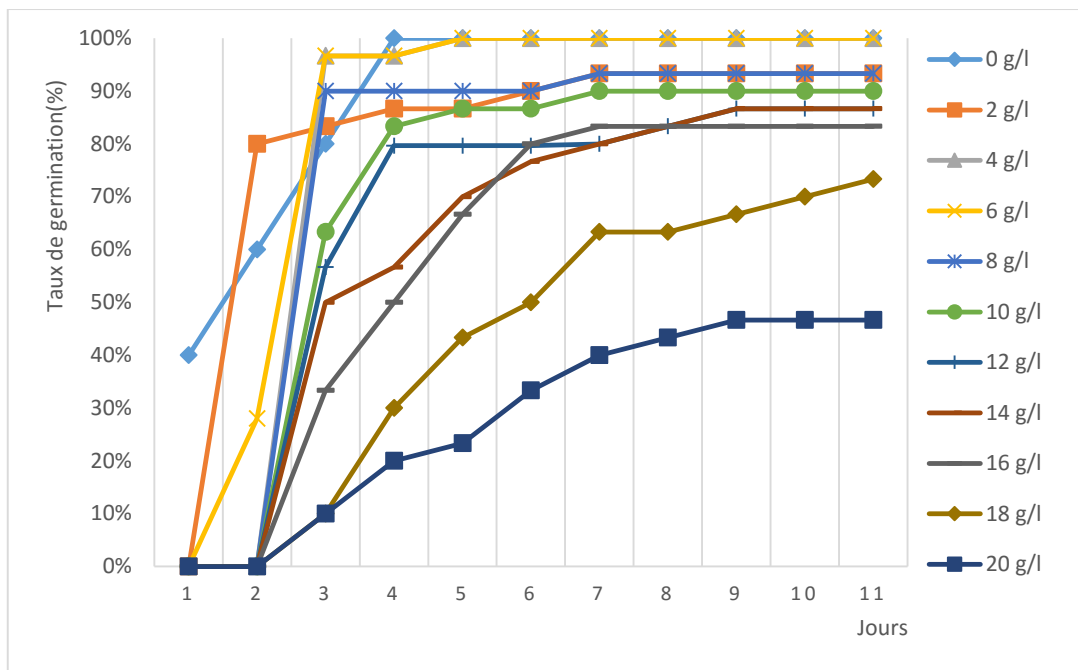


Figure N°1 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

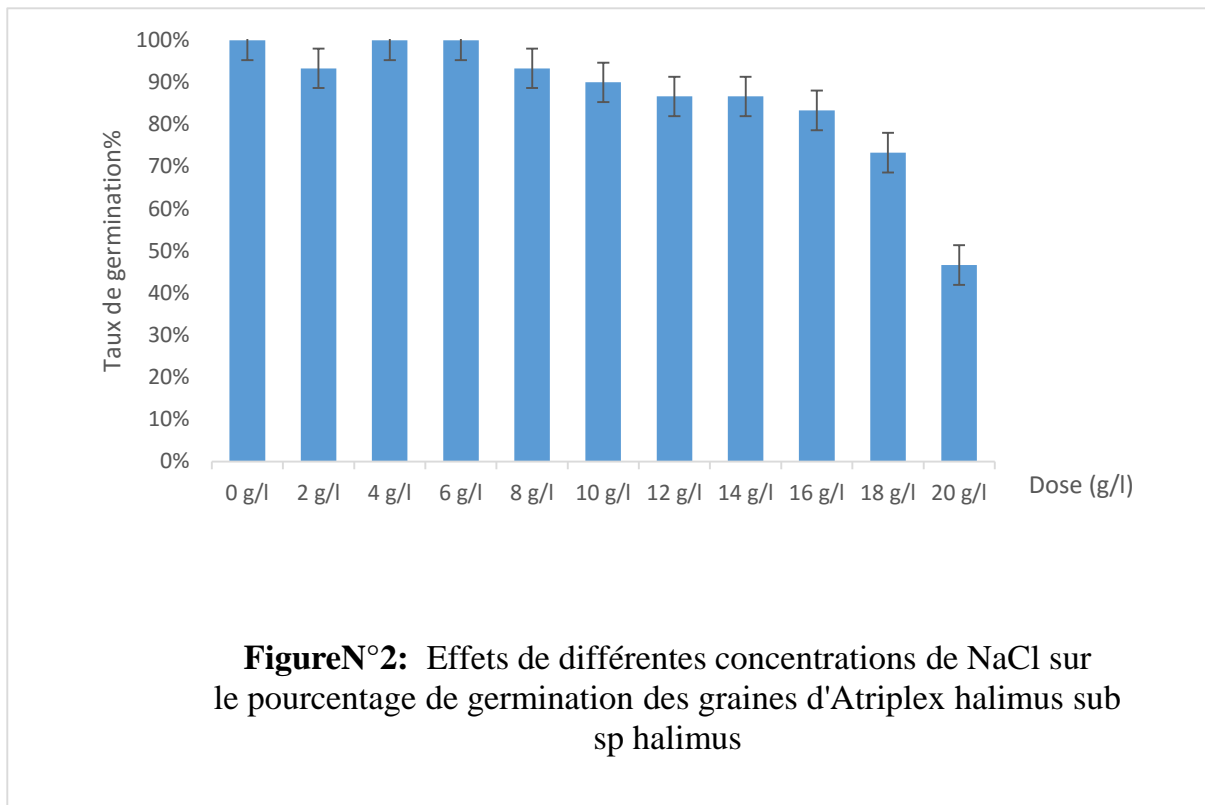
D'après La figure N°1 on remarquer que la germination des graines se poursuit jusqu'au onzième jour alors que celle du témoin s'achève le quatrième jour.

Néanmoins, les taux quotidiens des graines germées enregistrés varient selon le traitement.

Le taux de germination chute avec la concentration de 20g/l avec seulement 46.66%

Les traitements de 16,18et 20g/l provoquent un ralentissement et un retard de trois jours.

3.1.2. Effets de différentes concentrations de NaCl sur le % de germination de graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*



D'après la figure N°2 on remarque que les doses faibles du NaCl 2, 4, 6, et 8 g/l n'ont pas d'effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*, on enregistre des taux de germination plus élevés (Entre 93.93 et 100%) proche et semblable au témoin (0 g/l).

Pour les concentrations allant de 10g/l, on remarque une légère diminution des pourcentages de germination.

La concentration 20 g/l donne le taux le moins élevé où le pourcentage de germination est de 46.66 %, moins de 50 %.

3-1-3. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

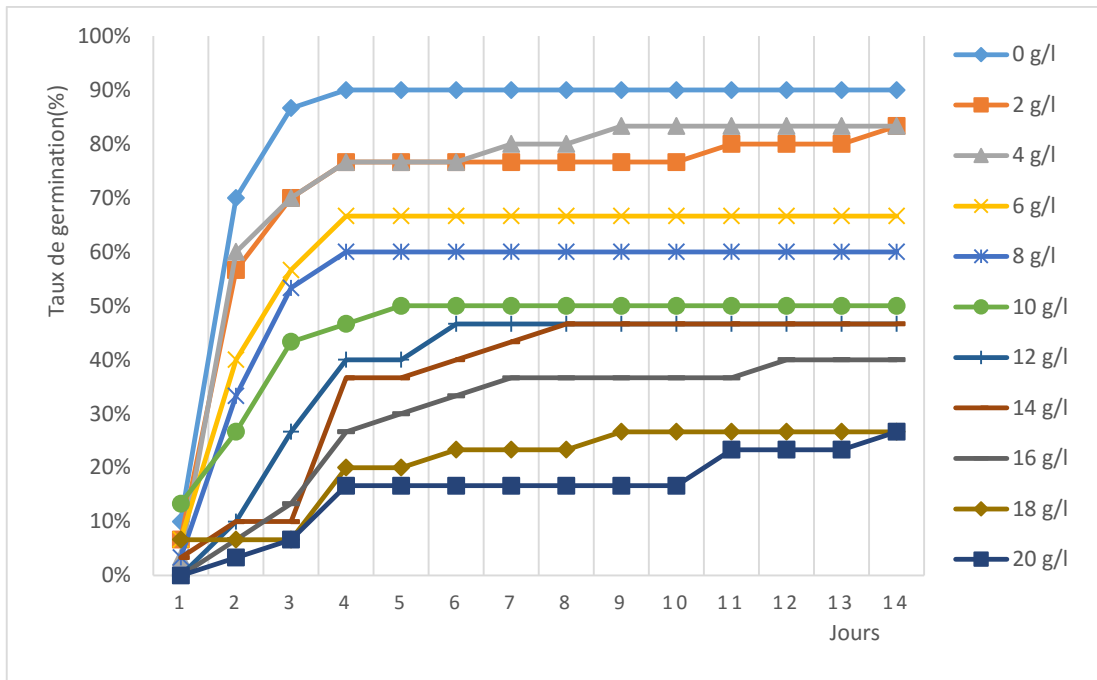
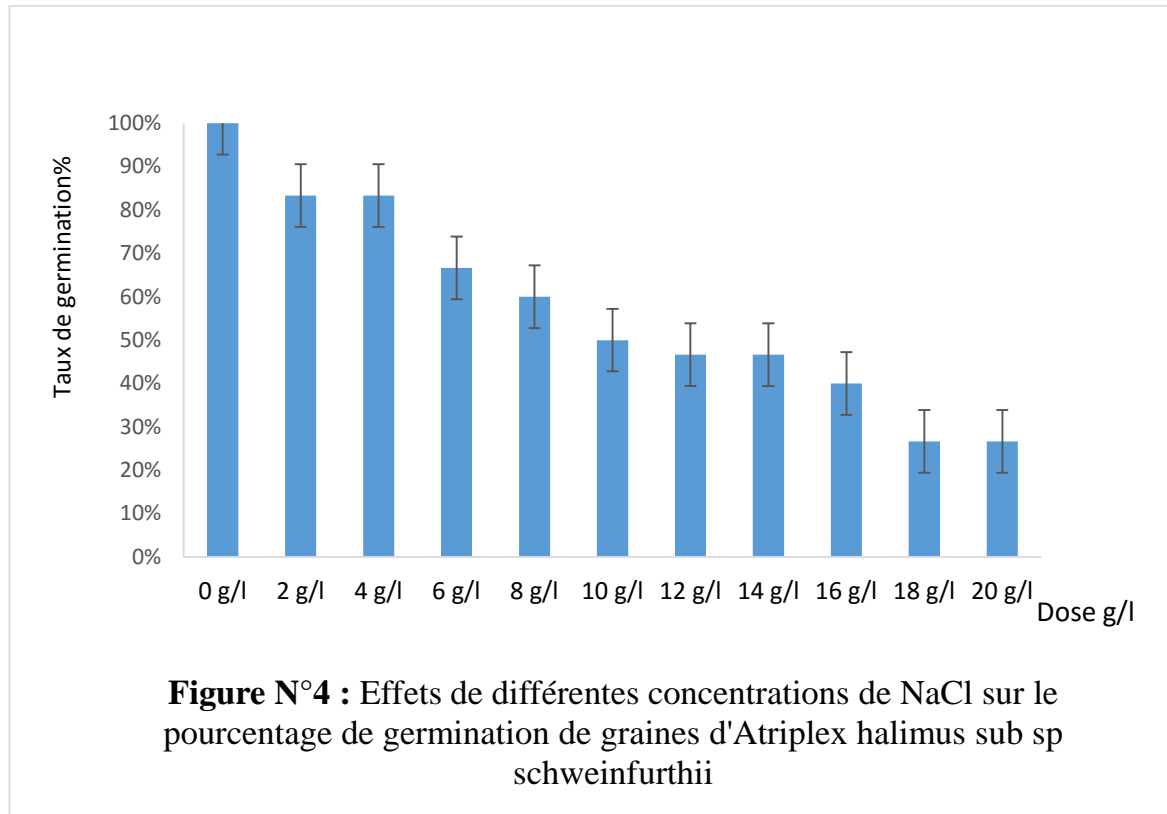


Figure N°3 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en NaCl.

D'après la figure N°3 Le traitement de 12, 16, et 20g/l provoquent un ralentissement de la germination avec un taux de 0% le premier jour. Le taux ne dépasse guère 50% pour les traitements de 12, 14, 16, 18 et 20g/l jusqu'au quatorzième jour.

3.1.4. Effets de différentes concentrations de NaCl sur le % de germination de graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii*



La figure N°4 montre que le pourcentage de germination dépasse 50% pour les concentrations de NaCl allant de 2 g/l jusqu'au 10g/l.

Les concentrations 12, 14, 16,18 et 20g/l semble influencer le taux de germination ou on enregistre des faibles taux de germination allant de 46,66 à 26,66%.

Un taux très faible de 26.66% pour les concentrations élevées de 18 et 20 g/l.

3.2. Germination et stress salin(Na₂SO₄)

3.2.1. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en Na₂SO₄

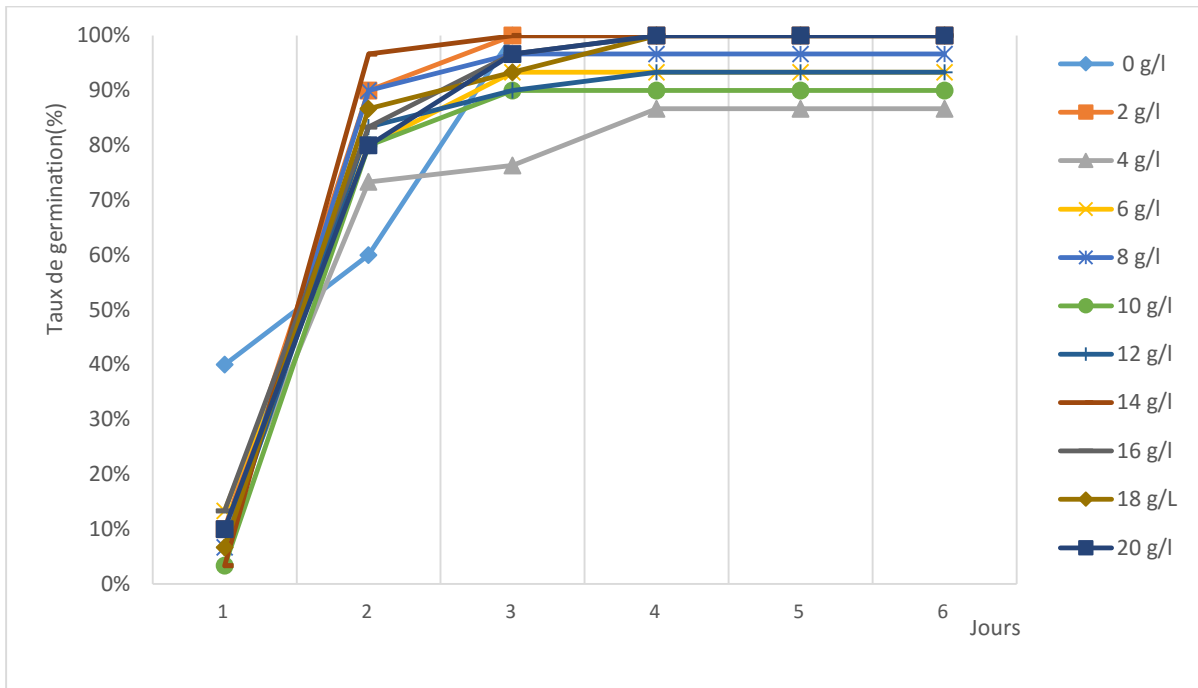


Figure N°5 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en Na₂SO₄

D'après la figure N°5 on enregistre un taux faible de la germination qui varie entre 3.33% et 0% le premier jour. La germination se manifeste le troisième jour avec un taux de 76.33% et 100 % pour tous les traitements.

Une rapidité dans la germination avec un taux de 100% (14, 16, 18 et 20 g/l) et 90%-93.33% pour les traitements 6, 8, 10 et 12 g/l de 6 de le sixième jour.

3.2.2. Effets de différentes concentrations de Na_2SO_4 sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*

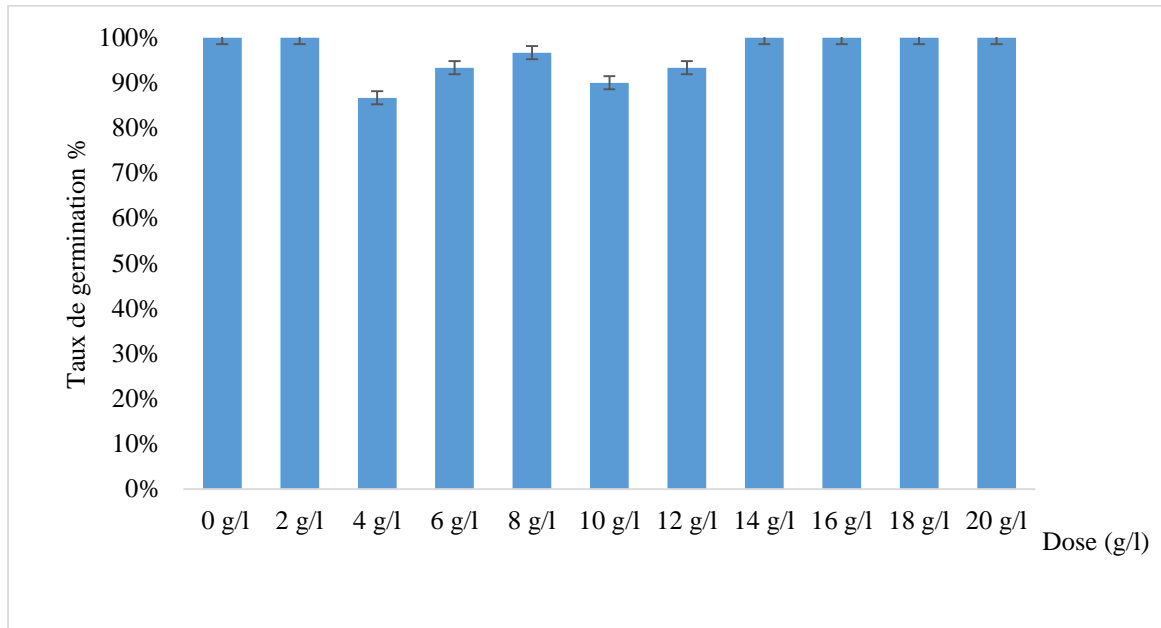


Figure N°6 : effets de différentes concentrations de Na_2SO_4 sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*

D'après les résultats observés dans la figure N°6 un taux de germination de 100% a été remarqué pour le témoin et les doses de 2 g/l, 14 g/l, 16 g/l, 18 g/l et 20 g/l.

On a enregistré des pourcentages plus élevée (85%) pour les autres concentrations.

Il semble que les concentrations du Na_2SO_4 n'ont pas d'effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*.

3.2.2. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄

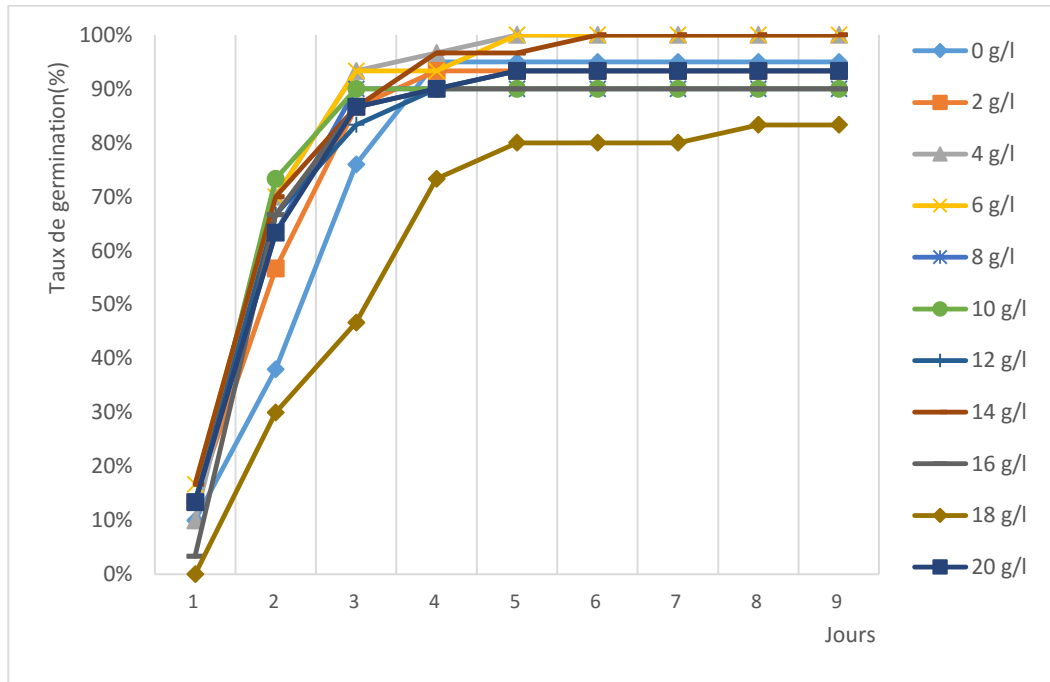


Figure N°7 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄

D'après la figure N°7 Le témoin atteint un taux de 100% le sixième jour. Sous le traitement à 2, 6, 8, 10, 12, 14 et 20 g/l on remarque le premier jour un taux de germination moins élevée entre 13.33 et 16.66, 72 %. Sous les traitements de 16 et 18 g/l on enregistre un taux de 0 et 3.33% le premier jour au du quatrième jour on remarque un taux très élevé pour tous les traitements.

3.2.3. : Effets de différentes concentrations de Na₂SO₄ sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii*

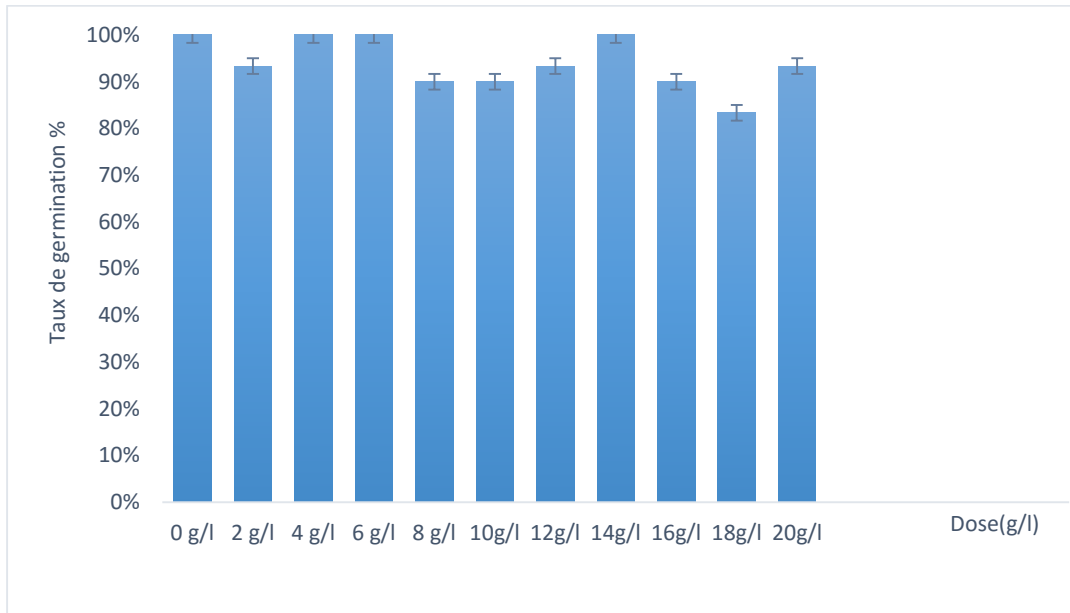


Figure N°8 : effets de différentes concentrations de Na₂SO₄ sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii*

La figure N°8 montre que les pourcentages de germination pour toutes les concentrations, dépassant 80%.

Les traitements de Na₂SO₄ 4,6 et 14g/l, semblent stimuler bien la germination avec un taux de germination de 100%.

3-3. Germination et stress salin (KCl)

3.3.1. Taux quotidien des graines germées d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus* stressées sous concentrations croissantes en KCl

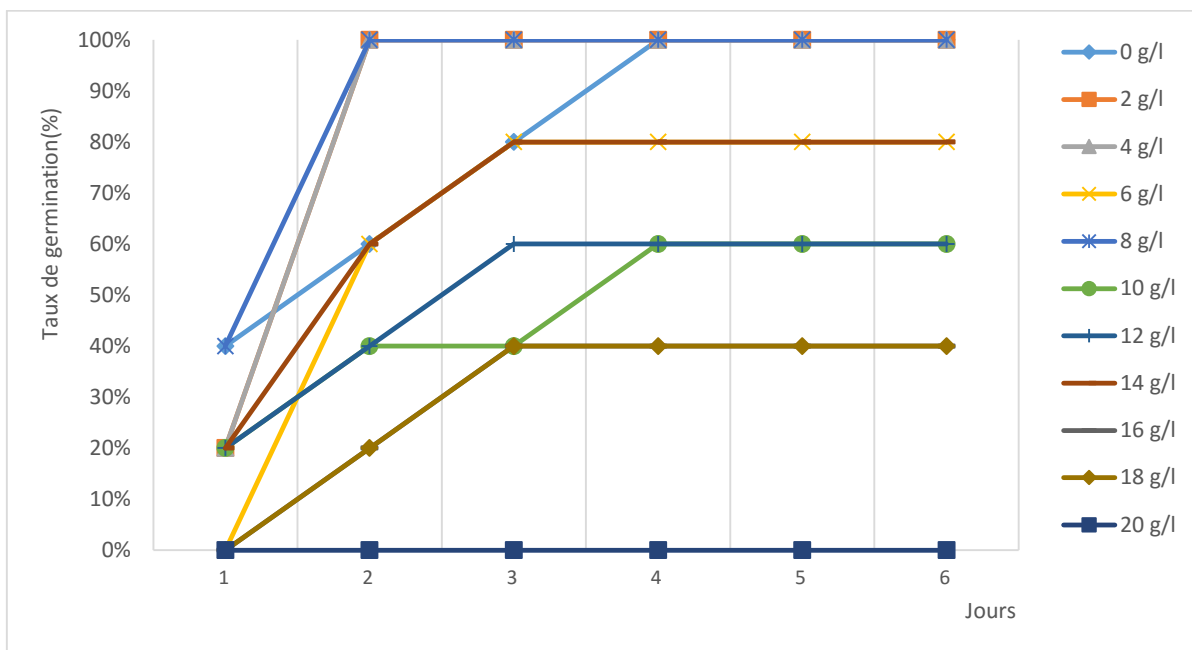
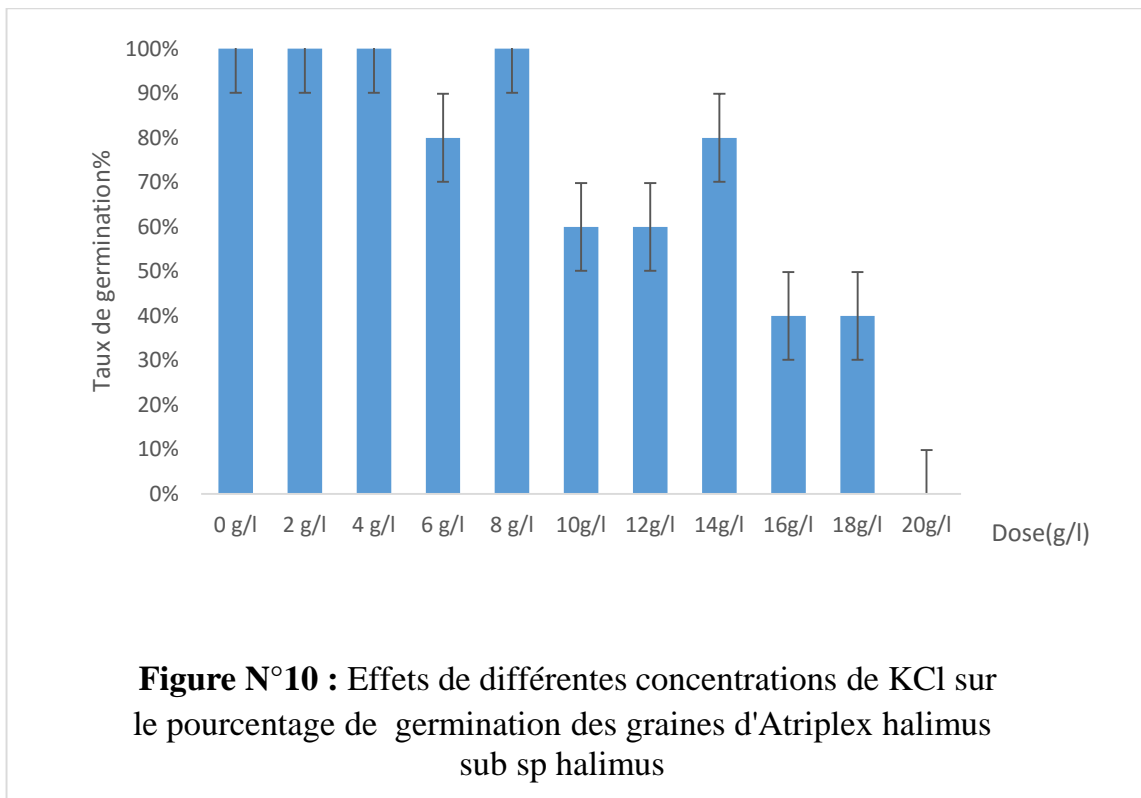


Figure N°9 : Taux quotidien des graines germées d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus* stressées sous concentrations croissantes en KCl

D'après la figure N°9 aucune germination des graines n'a été enregistrée le premier jour pour les traitements de 16 et 18 g/l. Les traitements entre 6 et 20 g/l marquent un taux moins de 50%. Le traitement 20 g/l semble affecté sévèrement la germination, aucune germination ne se manifeste durant toute l'expérimentation.

3.3.2. Effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*



La figure N°10 montre un ralentissement de la germination sous traitements de 10, 12, 16, et 18 g/l où on enregistre le taux de germination le moins élevé de 60 à 40 %.

Pour les traitements de 2, 4, et 8 g/l, on remarque une germination des graines dès le premier jour, les pourcentages de germination varient entre 20 et 40 % pour atteindre 100 % le sixième jour.

La germination est complètement inhibée à 20g/l. il semble que les concentrations élevées de KCl affectent sévèrement la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*.

3.3.3. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en KCl

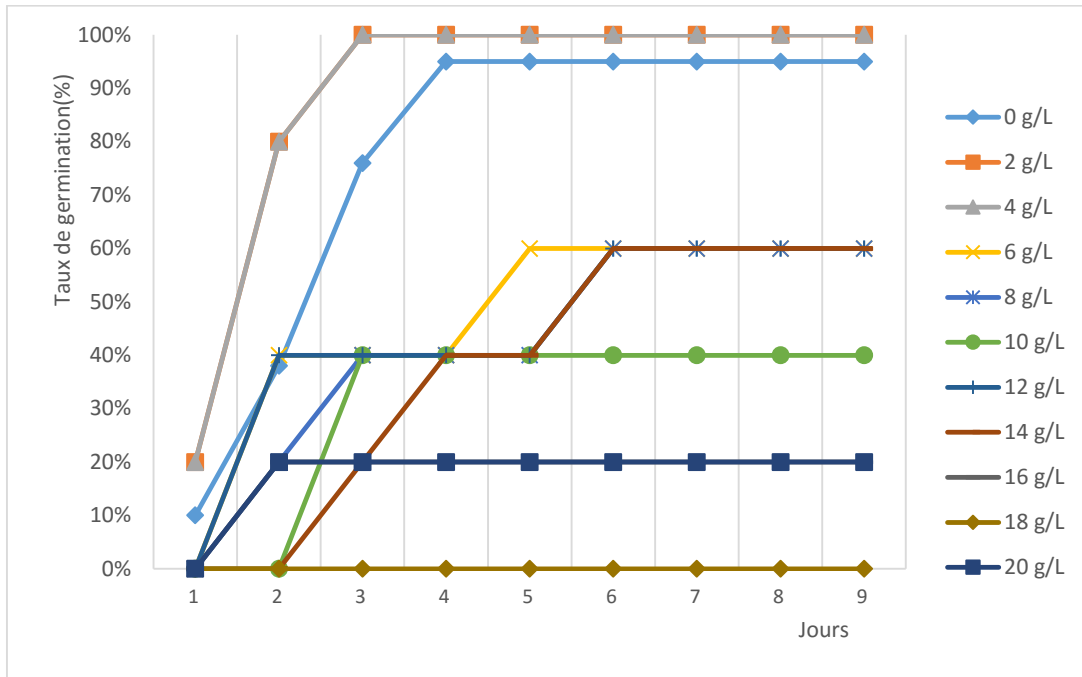


Figure N°11 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en KCl

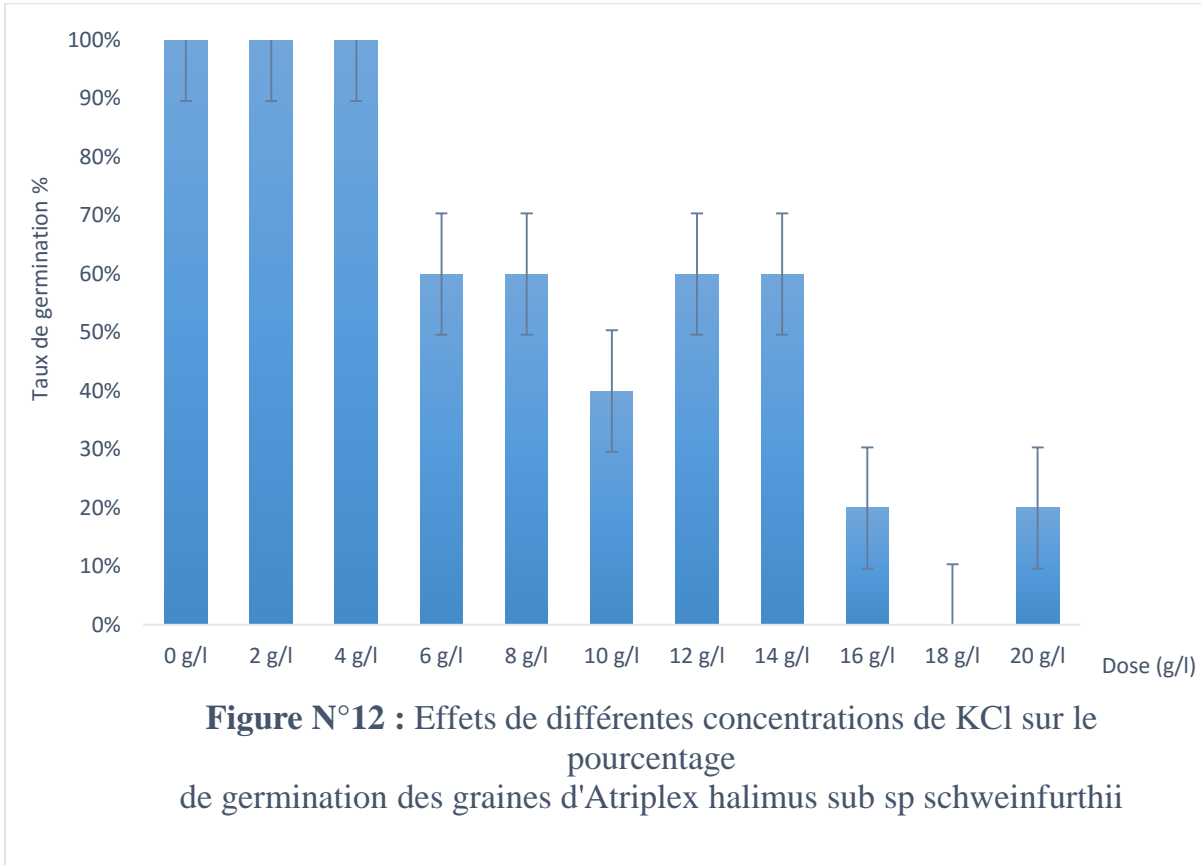
D'après la figure N°11 Les traitements à 0,2et4% de KCl enregistre un taux moins de 50% le premier jour (20-40%).

Les traitements entre 6 et 20g/l provoque un retardes de la germination d'un jour

Le traitement de18% affecte sévèrement la germination avec un taux de 0% aucune germination ne se manifeste durant toute l'expérimentation.

Le traitement de 20 g/l marque un taux faible de20%.

3.3.4. Effets de différentes concentrations de KCl sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii*



La figure N°12 nous montre un ralentissement de germination provoqué par les concentrations 6 ,8g/l ,12et 14 g/l, avec un pourcentage de 60%.

Un taux de germination de 100% a été enregistré sous traitements de 2 et 4 g/l de KCl.

Les pourcentages de germinations les plus faible 40 et 20% sont remarquée pour les concentrations 10,16 ,20g/l,

Une inhibition complète de la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii* sous la concentration de 18g/l.

3.4. Germination et stress salin(CaCl₂)

3.4.1. Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂

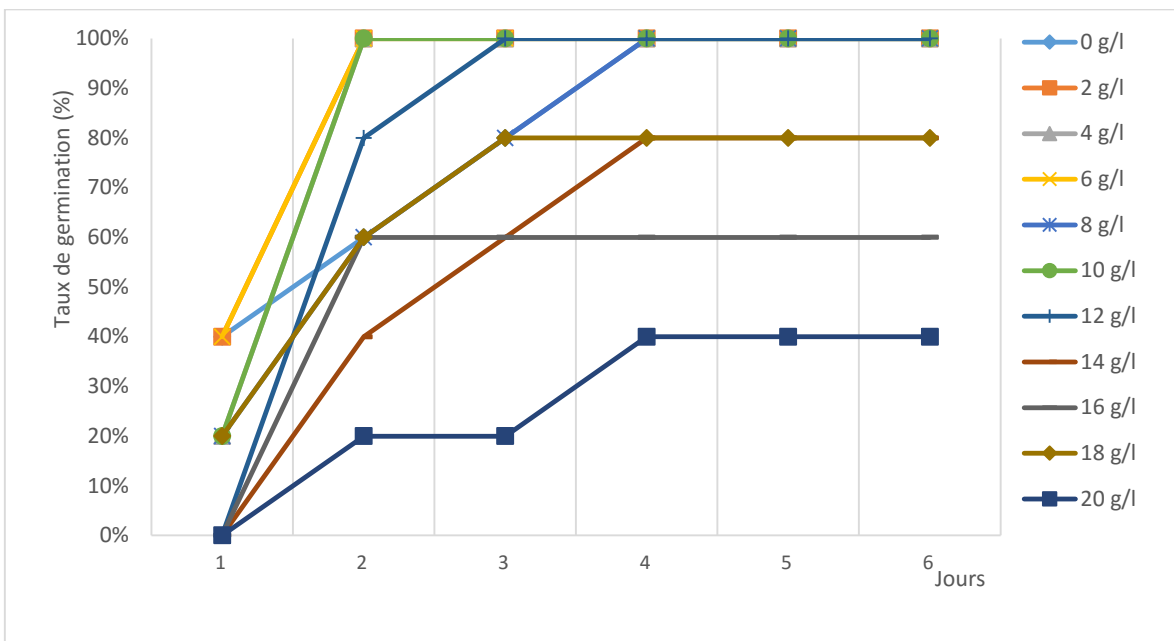
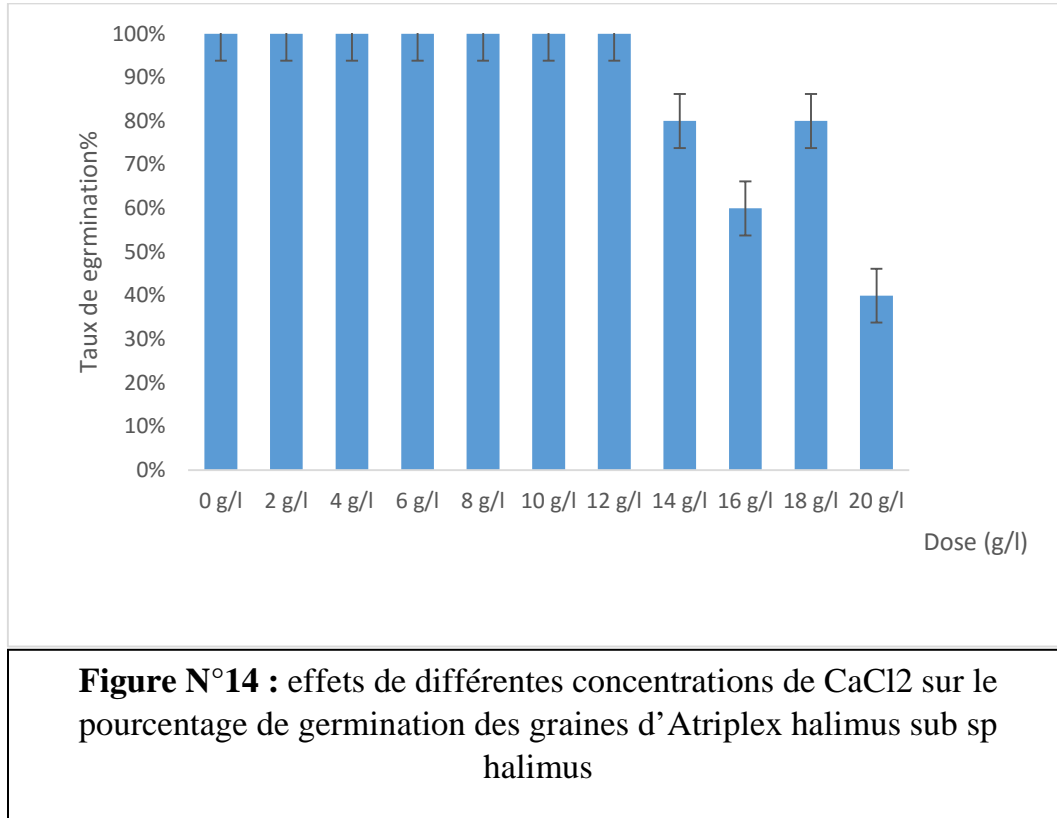


Figure N°13 : Taux quotidien des graines germées d'Atriplex halimus sub sp halimus stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂

D'après la figure N°13 Les traitements à 0, 2, 4, 8, 10, et 12% de CaCl₂ présente un taux de 100% de germination le quatrième jour

Le traitement de 20g/l montre un retard d'un jour et un taux de germination de 40% le sixième jour.

3.4.2. Effets de différentes concentrations de CaCl₂ sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus* :



D'après la figure N°14 on peut dire que les concentrations de 2, 4, 6, jusqu'au 12 g/l de CaCl₂ n'ont aucun effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus*. On enregistre 100% de germination.

Des taux élevés dans la germination des graines pour les autres concentrations par contre la dose de 20 g/l semble bien affecter la germination ou le taux est moins de 50%.

3.4.3. Taux quotidien des graines germées d’Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂

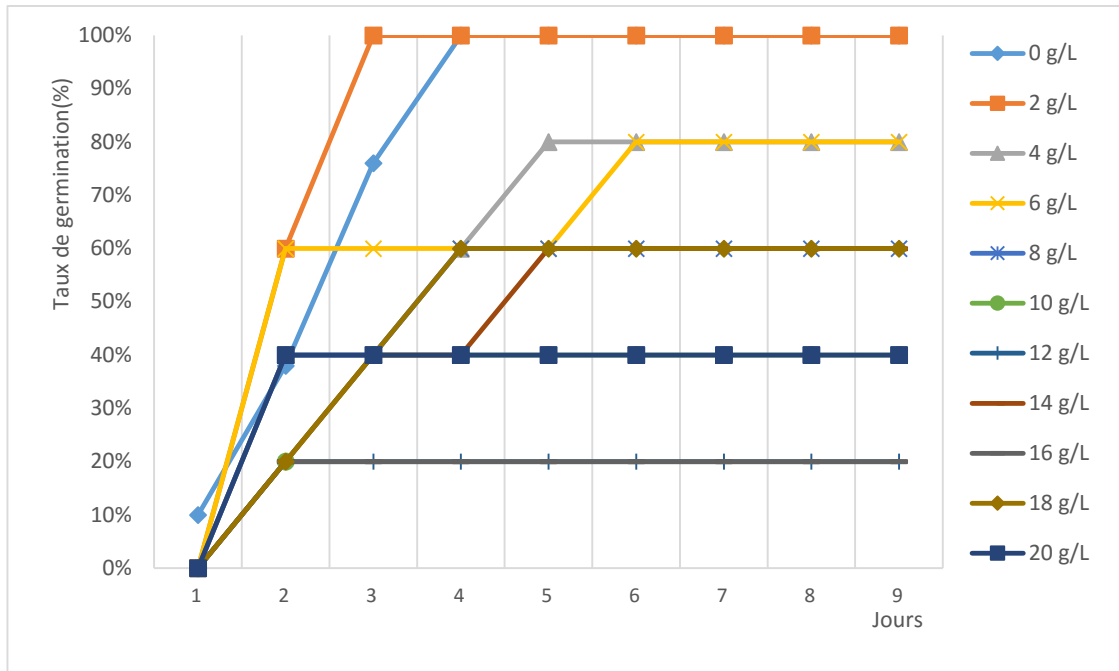


Figure N°15 : Taux quotidien des graines germées d’Atriplex halimus sub sp schweifurthii stressées sous concentrations croissantes en CaCl₂

D’après la figure N°15 Un retard d’un jour pour tous les traitements sauf pour le témoin on remarque un taux de 10%.
 Un taux moins élevée de 20% a été remarqué le sixième jour pour les traitements de 12 et 16 g/l.

3.4.4. Effets de différentes concentrations de CaCl₂ sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii*

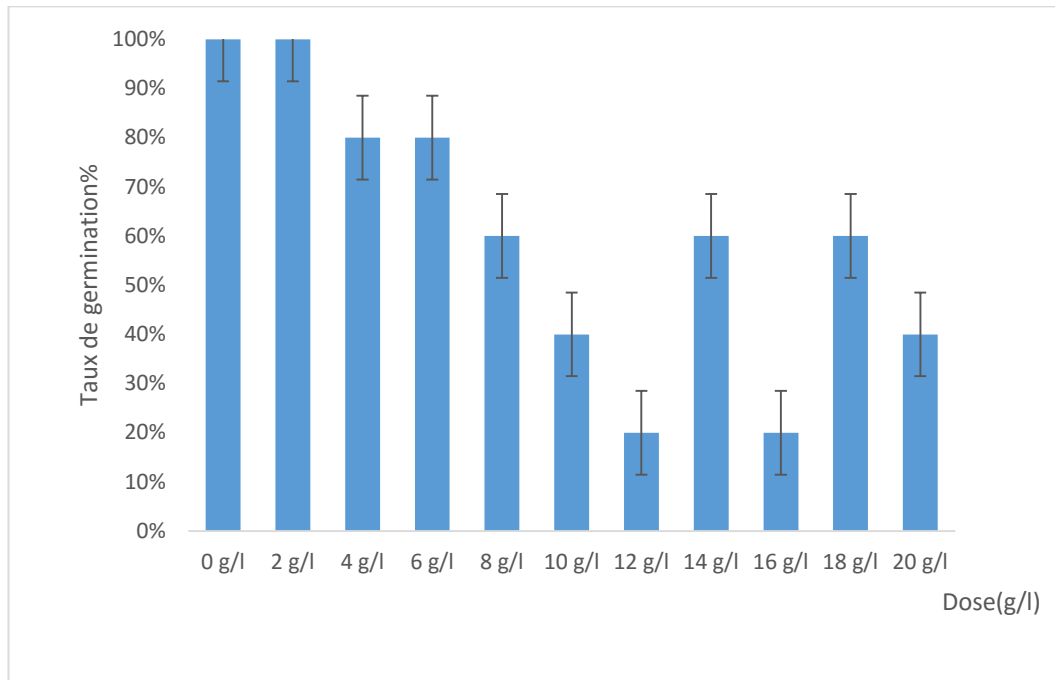


Figure N°16 : effets de différentes concentrations de CaCl₂ sur le pourcentage de germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii*

La figure N° 16 montre que la germination des graines d'*Atriplex halimus* sub sp *schweifurthii* est affectée par les concentrations de 12 et 16 g/l. On enregistre un taux de germination faible de 20%.

Pour la concentration de 2 g/l, on remarque un taux de germination de 100%.

Les taux de germination diminuent avec les concentrations de CaCl₂ (4, 6, 8, 10 g/l).

Discussion :

Atriplex halimus (Amarantacées) est une espèce spontanée, pérenne, des régions méditerranéennes arides et semi-arides, qui tolère bien les conditions de sécheresse et de salinité (Le Houérou, 2000). Elle présente deux sous-espèces distinctes qui diffèrent par leur morphologie (densité de feuillage et longueur des rameaux florifères) et de niche écologique. La première, *Atriplex halimus L. sub sp. halimus* se rencontre en région littorale semi-aride à humide ; c'est un arbuste généralement plus feuillu, au port érigé, très ramifié, pouvant atteindre trois mètres de haut (Ben Ahmed et al, 1996). La seconde, *Atriplex halimus L. sub sp. Schweinfurthii* est caractérisée par des rameaux florifères longs et nus, est plus strictement liée aux zones arides (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). Les populations diploïde (*sub sp halimus*) semble plus tolérantes au froid que les tétraploïde (*sub sp schweinfurthii*) (Walker et al, 2008).

La germination d'*Atriplex halimus* semble être plus résistante à la salinité que celle d'*Atriplex canescens* ou *Atriplex nummularia* (Maalam et Rahmouni, 2009).

Actuellement, de nombreux travaux portent sur l'étude de la résistance des halophytes aux sels solubles dans le but de contribuer à l'augmentation de la production fourragère pour améliorer la production animale des régions arides méditerranéennes (Barhoumi et al, 2007 ; Ksouri et al, 2007). Ou le genre *Atriplex* constitue un matériel pour l'identification des mécanismes physiologiques impliqués dans la résistance aux stress abiotiques (Wong et Showalter, 2004).

Les principaux résultats obtenus 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 NaCl/l, 6,06 g Na₂SO₄/l ou 7g CaCl₂/l (Nedjimi, 2010). Au-delà de ces seuils, le taux de germination accuse une diminution significative. Ces résultats sont proches de nos résultats (*sub sp schweinfurthii*), pour CaCl₂ et NaCl on a enregistré une diminution variée entre 20 et 35 % de taux de germination sous la concentration de 6 g/l. Pour le Na₂SO₄ on n'observe pas une diminution de pourcentage de germination qu'après le traitement de 18 g/l (diminution de 17%). Pour *sub sp halimus* le taux de germination subit une diminution faiblement significative pour Na₂SO₄ par 17%, et pas de diminution pour NaCl et CaCl₂ (6g/l) mais significative au-delà de 18g/l.

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 CaCl₂)(Nedjimi et al,2010).c'est le cas pour la sub sp swchweifurthii par contre pour la sub sp halimus le taux de germination est affecté que à partir de 18 g/l d'après nos résultats ou on a remarqué une forte chute de pourcentage de germination.

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 les deux sous espèce remarquant aussi que la sous espèce *halimus* est la plus résistante au l'effet de NaCl.

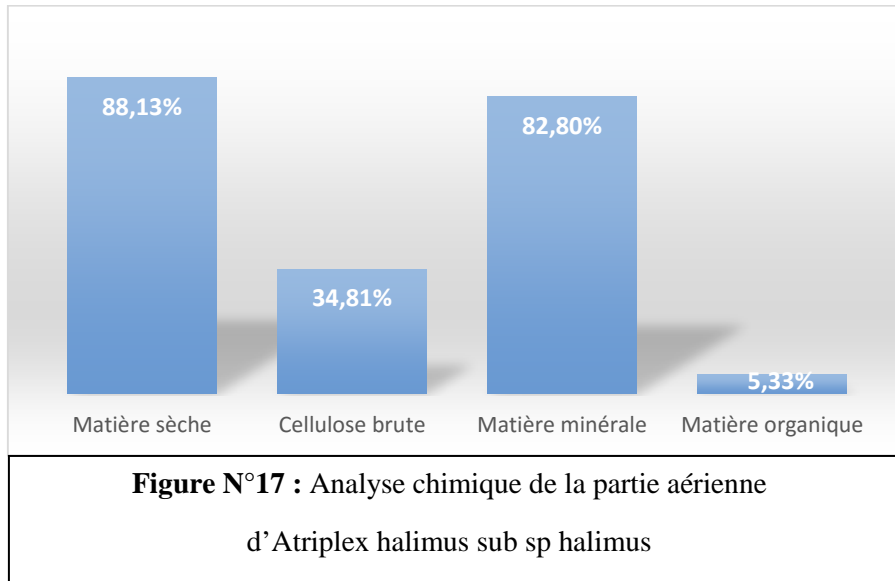
Reham M. Nada, Gaber M. Abogadallah, 2014 ont montré que les deux traitements de NaCl et KCl ont eu le même effet sur la germination des graines d'*Atriplex halimus*, où 100, 250 et 400 mM NaCl ou KCl significativement réduit la germination à environ 70, 43 et 26% du témoin, respectivement. D'après nos résultats le taux de germination est fortement réduit à partir 14g/l (187 mM) de KCl et la germination est inhibé 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 (Song et al.2005) 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).

3-5. Analyse chimique de l'espèce *Atriplex halimus* (sub sp. *halimus* et sub sp *schw*) :

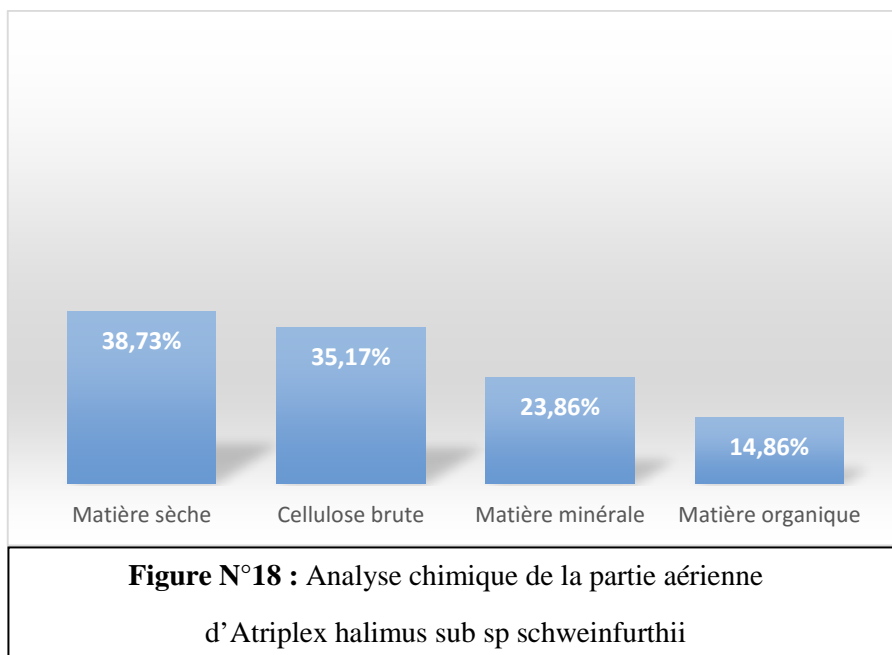
3-5-1. analyses chimiques de l'espèce *Atriplex halimus* sub sp.*halimus*

Nos résultats montrent des pourcentages très élevés en matière sèche (88.13%) et en matière minérale (82.8%), et (34.81%) de cellulose brute, et un faible pourcentage en MO (5.33%).



3-5-2. analyses chimiques de l'espèce *Atriplex halimus* sub sp.*schweinfurthii*

D'après le tableau N°11 des résultats de l'analyse chimique en remarque des valeurs moyennement faibles pour la matière sèche (38.73%) et la cellulose brute (35.17%) et faibles pourcentages en matière minérale(23.86%) et matière organique (14.86%).



Discussion :

L'Atriplex halimus fait l'objet de plusieurs études par les chercheurs qui ont tenté d'évaluer sa valeur fourragère par l'estimation de ces compositions chimiques (MS, MM, MO, MAT, CB) de sa phytomasse consommable, en comparant avec les autres espèces introduites.

D'après les travaux de **C. Rahmoune, S. Maâlem et M. Bennaceur 2004** *Atriplex halimus* paraît comme une espèce bien adaptée au milieu car elle assure un rendement en fourrage relativement stable, tout au long de l'année et dont les composantes sont, relativement, homogènes (MS 50% au printemps et 70% en été).

(**Boussaid et al, 2001**), trouve que la teneur de MS (34,5%), CB 15,4% et 15,1% MAT dans les feuilles en état verte.

Et d'autre analyse de **T. Najar, S. Hélali, et H. Nasr ,2011** montre une teneur de MS de 35,97%, avec 13% de CB, 6,06 % MAT, et 79,0% de MO.

Nos résultats semblent être différents par rapport aux autres, puisque sont obtenus à partir d'un matériel végétal prélevé des régions situées dans un étage bioclimatique semi-aride, où les sols caractérisés par ses solutions spécifiques.

Ces paramètres pédoclimatique peuvent avoir un effet sur la quantité de matière sèche et les autres compositions chimiques constitué par la plante.

D'après **Jarrige et al. (1995); et Soltner (2000)**, la teneur en cellulose augmente de façon importante et régulière avec l'âge de la plante, elle peut également être influencée par les facteurs agro climatiques en particulier la température élevée. Et par la famille botanique et le stade de développement (**Rerat, 1956**)

D'après **Baumont et al (2009)**; la teneur minérale des fourrages varie fortement avec la famille botanique.

Les teneurs en éléments minéraux de la plante dépendent à la fois des réserves du sol, de la disponibilité de chaque élément vis-à-vis de la plante, et de l'efficacité de la captation racinaire vers les organes aériens de la plante (**Riviere, 1978; Jarrige et al, 1995**).

-En Australie Occidentale, des cultures d'*Atriplex* ssp. recevant une irrigation égale à environ 500 mm/an ont produit plus de 5 t de ms/an (**Malcolm et al, 1984**).

On a observé des valeurs d'efficience dans l'utilisation de l'eau égales à 5-10 kg de ms/ha par mm par an, pour certaines espèces d'*Atriplex*, comme *A. nummularia*, *A. halimus sub sp. halimus*, *schweinfurthii* et *A. canescens sub sp. Liners*(**Mulas M.Mulas G, 2004**).

La composition chimique des échantillons des arbustes étudiés montre des différences selon les espèces. La teneur en matières minérales était significativement plus élevée ($p < 0,05$) pour *Atriplex halimus* et *Opuntia ficus indica*. *L'Atriplex halimus* a une teneur en matières azotées totales (MAT) de 20,4% MS supérieure à celle des autres arbustes ($p > 0,05$) (Selmi H.2013).

-Les Atriplex produisent jusqu'à 5 tonnes de matière sèche à l'hectare par an sur un sol dégradé ou salin (Anonyme2016).

- la composition chimique de *Atriplex halimus* est également sujette; comme le cas de la majorité des autres espèces ligneuses; à des variations selon la saison et le type de l'année (sèche ou pluvieuse). La teneur en matière sèche est minimale en hiver (19 % au mois de Février) et maximale en été (45 % au mois d'Aout).

La teneur en cellulose brute est surtout influencée par l'époque de prélèvement, le minimum (10 % MS) est atteint au printemps et le maximum (28 % MS) en été (RIVIERE, 1979).

Des analyses de valeur fourragère, d'appétence et de production de phytomasse, montrent l'intérêt que les Atriplex ont dans les régions arides et semi-arides de type méditerranéen (Kinet et al, 1998).

L'espèce locale de la steppe algérienne *Atriplex halimus* enregistre une teneur moyenne générale et intermédiaire entre les espèces *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*. Elle enregistre un taux de MS pendant la saison 1 (printemps) supérieur à celui de *Atriplex nummularia* et inférieur à celui de *Atriplex canescens* (Baji et al, 1998).

L'Atriplex halimus maintient des taux moyens et réguliers en MS et aussi en MAT, qui n'est d'autre qu'une portion de la MS (C. Rahmoune2004).

La composition chimique de la plante varie selon l'espèce, la variété, le stade de croissance, le climat et le sol. L'analyse chimique de la plante ou de ses organes est révélatrice de la qualité de la nutrition. La comparaison des analyses d'organes à desables de référence permet de diagnostiquer les carences ou les excès en éléments minéraux de la culture. Les végétaux peuvent contenir jusqu'à 97 % d'eau. La matière sèche contient trois types d'éléments les principaux constituants (carbone, hydrogène, oxygène), les macro-éléments et les oligo-éléments (ou microéléments) (Soltner D, (2000).

Conclusion :

L'Atriplex est considéré comme une plante halophyte facultative peut s'adapter aux conditions des zones semi-aride et aride comme la salinité, par ses différents mécanismes d'adaptation, morphologique, et physiologique.

Les intérêts agro-économique, écologique, et thérapeutique des deux sous espèces ; permettent leurs intégration dans les différents programmes de la réhabilitation des sols salés ou contaminé pas les métaux lourds, ils peuvent faire partie d'une alimentation équilibrée pour le bétail, et utilisés dans la fabrication pharmaceutique.

Ce travail est basé en outre sur l'exploitation des données présenté par plusieurs chercheurs a fin d'élaborer des bases de résultats pour les recherches à venir.

Les résultats préliminaires sont des marqueurs intéressants pour élucider davantage la relation stress salin sur le comportement des graines d'autres espèces d'Atriplex particulièrement l'espèce *canescens* et *nummularia* introduites en Algérie et plantée sur le cordon dunaire. Cela permettra d'élaborer une classification des seuils de tolérance à la salinité, critère important dans le choix des espèces à retenir dans un programme de mise en valeur des zones arides et semi – arides.

La germination des graines de l'espèce *Atriplex halimus sub sp halimus* sous effet du NaCl marque un retards d'un jour à des doses de 2,4 et 6 % ,une fois la concentration augmente le retards est de deux jours .Les taux finaux de germination est de 46.66% par contre l'*Atriplex halimus sub sp schweifurthii* la marque un taux de germination moins de 30% pour les doses élevées en sel (18 et 20g/l).

La germination des graines de espèce *Atriplex halimus sub sp halimus* sous effet du NaSo4 présente un taux faible le premier jour entre 3.33 et 13.33 % et une rapidité de la germination à partir du troisième jour qui peut atteindre 76.33 et 100 % par contre la germination de l'*Atriplex halimus sub sp schweifurthii* s'étale jusqu'au neuvième jour, le premier jour on a des taux faibles de 0 à 16.66%.

La germination des graines de l'espèce *Atriplex halimus sub sp halimus* sous effet du KCl montre que les doses élevé des sels (16, 18 %) marque un taux moins de 50 % le premier jour, la germination des graines s'atténue lorsque la concentration atteint 20 g/l .la germination de l'*Atriplex halimus sub sp schweifurthii* est influencé négativement par une dose 18 g/l, le taux est de 0 % et un faible taux de 20% pour le traitement de 20 g/l.

La germination des graines de l'espèce *Atriplex halimus sub sp halimus* sous effet de CaCl2 montre que la dose de 2 g/l stimule nettement la germination avec un taux de 100 % le deuxième jour, un retarde d'un jour et un taux 40 % le sixième jour. La germination de l'*Atriplex halimus sub sp schweifurthii*un marque un

retards d'un jour pour tous les traitements. Le taux de germination est de 20 % pour les traitements de 12 et 16 g/l.

Les conclusions énumérées sur la germination des deux sous espèces, en absence et en présence d'une faible salinité (2-8 g/l) indiquent le caractère commun aux graines, lié à l'expression des conditions optimales (100 %) de la germination cela confirme la règle générale sur la germination des halophytes
Les doses très élevées (18 et 20 g/l) provoquent un retard dans la germination et influence négativement le taux de germination.

L'analyse chimique de l'espèce *Atriplex halimus* sub sp. *halimus* montre des pourcentages très élevés en matière sèche (88.13%) en matière minérale (82.8 %), (34.81%) de cellulose brute, et un faible pourcentage en matière organique (5.33%) par contre l'espèce *Atriplex halimus* sub sp. *schweinfurthii* présente des valeurs moyennement faible en matière sèche (38.73%) , la cellulose brute (35.17%) , un faible pourcentage en matière minérale(23.86%) et un faible pourcentage en matière organique (14.86%).

L'analyse chimique nous a permis de conclure que la sous espèce *halimus* à une valeur alimentaire nettement plus élevée que la sous espèces *schweinfurthii*.

Notre modeste travail nous a permis de découvrir l'adaptation de l'espèce *Atriplex halimus* sub sp *halimus* et *schweinfurthii* *halimus* à la salinité et l'évaluation de leurs valeurs alimentaire, ils peuvent former un réserve alimentaire considérable pour le pâturage .Il faut signaler que la valeur nutritionnelle de cette espèce varie considérablement au cours des saisons.

Perspectives

- Il serait intéressant de pousser les études dans ce domaine car ces données demeurent insuffisantes et nécessitent de pousser d'avantage les investigations en intégrant d'autres facteurs tels que le stress hydrique et la température afin d'élaborer une classification des seuils de tolérances à la salinité, et de rechercher d'autres critères d'adaptation qui peuvent se manifester en conditions de stress.
- .Etudier la valeur nutritionnelle au cours des saisons.
- une étude expérimentale sur l'effet des sels sur la production de la matière sèche.
- Les seuils de tolérance aux sels solubles, la valeur alimentaire en fonction d'autre espèce principalement les espèces introduites.
- Ces points nous orientent sur les problématiques qui restent à se poser et imposent en même temps une connaissance générale appuyé par des recherches scientifiques et des études statistiques qui permettent de mieux connaître les propriétés de chaque espèce et le milieu qui lui convient.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 16 g/L | 0% | 6,66% | 13,33% | 26,66% | 30% | 33,33% | 36,66% | 36,66% | 36,66% | 36,66% | 36,66% | 40% | 40% | 40% |
| 18 g/L | 6,66% | 6,66% | 6,66% | 20% | 20% | 23,33% | 23,33% | 23,33% | 26,66% | 26,66% | 26,66% | 26,66% | 26,66% | 26,66% |
| 20 g/L | 0% | 3,33% | 6,66% | 16,66% | 16,66% | 16,66% | 16,66% | 16,66% | 16,66% | 16,66% | 23,33% | 23,33% | 23,33% | 26,66% |

Tableau N°3: Taux quotidien des graines germées d'*Atriplex halimus* sub sp *halimus* stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄

| Jours/[C] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 g/l | 40% | 60% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2 g/l | 10% | 90% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4 g/l | 10% | 73,33% | 76,33% | 86,66% | 86,66% | 86,66% |
| 6 g/l | 13,33% | 80% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% |
| 8 g/l | 6,66% | 90% | 96,66% | 96,66% | 96,66% | 96,66% |
| 10 g/l | 3,33% | 80% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 12 g/l | 6,66% | 83,33% | 90% | 93,33% | 93,33% | 93,33% |
| 14 g/l | 3,33% | 96,66% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 16 g/l | 13,33% | 83,33% | 96,66% | 100% | 100% | 100% |
| 18 g/L | 6,66% | 86,66% | 93,33% | 100% | 100% | 100% |
| 20 g/l | 10% | 80% | 96,66% | 100% | 100% | 100% |

Tableau N°4 : Taux quotidien des graines germées d'*Atriplex halimus* sub sp *schweinfurthii* stressées sous concentrations croissantes en Na₂So₄

| jours//[C] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 g/l | 10% | 38% | 76% | 95% | 95% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2 g/l | 13,33% | 56,66% | 86,66% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% |
| 4 g/l | 10% | 70% | 93,33% | 96,66% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 6 g/l | 16,66% | 70% | 93,33% | 93,33% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 8 g/l | 13,33% | 63,33% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 10 g/l | 13,33% | 73,33% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 12 g/l | 13,33% | 66,66% | 83,33% | 90% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% |
| 14 g/l | 16,66% | 70% | 86,66% | 96,66% | 96,66% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 16 g/l | 3,33% | 66,66% | 86,66% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 18 g/l | 0% | 30% | 46,66% | 73,33% | 80% | 80% | 80% | 83,33% | 83,33% |
| 20 g/l | 13,33% | 63,33% | 86,66% | 90% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% | 93,33% |

La relation de la teneur en matière sèche (MS) :

$$\text{MS (\%)} = \frac{\text{P2}}{\text{P1}} \times 100$$

Ou : **P1**: Poids de l'échantillon frais en gramme.

P2 : Poids de l'échantillon après dessiccation en gramme.

La relation de la teneur en cellulose brute(CB) :

$$\text{CB (\%)} = \frac{\text{P}' - \text{P}''}{\text{Poids sec de l'échantillon}} \times 100$$

OU : **P'** : Poids à l'étuvage correspondant au poids de la cellulose brute sèche en gramme avant calcination.

P'' : Poids après calcination correspondant au poids des cendres de la cellulose brute.

Analyse chimique de la partie aérienne d'Atriplex halimus sub sp halimus :

| MS (%) | CB (%MS) | MM (%MS) | MO (%MS) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 88,13% | 34,81% | 82,8% | 5,33% |

Analyse chimique de la partie aérienne d'Atriplex halimus sub sp schweinfurthii :

| MS (%) | CB (%MS) | MM (%MS) | MO (%MS) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 38,73% | 35,17% | 23,86% | 14,86% |

Références bibliographiques

- AL-owaimer A.N., EL-waziry A.M., Koohmaraie 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 2018.** www.tela-botanica.org
- Arvaiz A. et Satyawati S., 2008-** Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review. *Plant Soil Environ.* 54: 89–99.
- Abu-Zanat, M.M., Al-Hassanat, F.M., Alawi, M., Ruyle, G.B., 2003b.** Mineral assessment in *Atriplex halimus* L. and *Atriplex nummularia* L. in the arid region of Jordan. *Afr. J. Range Forage Sci.* 20, 247e251.
- Abu-Zanat, M.M., Ruyle, G.B., Abdel-Hamid, N.F., 2004.** Increasing range production from fodder shrubs in low rainfall areas. *J. Arid Environ.* 59, 205e226.
- 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.
- Andueza, D., Muñoz, F., Delgado, I., Correal, E., 2005.** Intraspecific variation in *Atriplex halimus*: chemical composition of edible biomass. *Options Mediterr. Sér. A Sémin. Mediterr.* 67, 377e381.
- AL-owaimer A.N., EL-waziry A.M., Koohmaraie 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.
- Abdel Rahman, S.M., Abd-Ellatif, S.A., Deraz, S.F., Khalil, A.A., 2011.** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: natural alternatives for infectious disease treatment. *Afr. J. Biotechnol.* 10, 10733e10743.
- Anonyme** Projet ICARDA 2013-2016
- B. Nedjimi et al.(2013).** *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques.
- Baumont R., Aufrere J., Meschy F., (2009)-** La valeur alimentaire des fourrages: rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. *fourrages* (2009) 198, 153-173.
- Badache et Benrhiba ,(2005).** Etude expérimentale de l’influence des sels solubles sur le comportement d’*atriplex halimus* L.
- 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.
- Belouad A. (2001)** : *Plantes médicinales d’Algérie*, éd. office des Publications Universitaires, Alger, 284 p.
- Boussaid M., Ben fadhel N., zaouali Y., Ben salah A., Abdelhanafi A. (2001)** : “Plantes pastorales en milieux arides de l’Afrique du Nord”, *Options Médit.*, 46,55-59.
- 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.

- Ben Amor N., Ben Hamed K., Debez A., Grignon C. et Abdely C., 2005-** Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Sci.* 168, 889–899.
- Baize D., 2000-** Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207
- Ben Naceur, M., Rahmoune, C., Sdiri, H, Meddahi, M. L. et Selmi, M. (2001)** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sciences et changements planétaires/ sécheresse.* Vol. 12, n° 3, pp. 74-167.
- Belkhodja M. et Benkabilia M., 2000-** Proline response of faba bean (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Egyptian Journal of Agricultural Research.* 78, 1: 185-195.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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>
- C. Rahmoune*, S. Maâlem* et M. Bennaceur**2004** - Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques du genre *Atriplex*
*Ecotoxicologie et Stress Abiotiques, Dépt. SNV, Faculté des Sciences, Université Mentouri Constantine.Zaragoza : CIHEAM.Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60,2004,pages 219-221
- 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.
- 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.
- 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.
- Duarte B., Santos D., Marques J.C., et Caçador I. 2015-** Ecophysiological constraints of two invasive plant species under a saline gradient: Halophytes versus glycophytes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 167, 154-165.
- 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.

- 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, 25-41.
- Essafi N. E et al.2005.** Evaluation de la valeur fourragère de l’*Atriplex halimus*, sous l’effet du stress hydrique.
- Flowers TJ, Galal HK, Bromham L., 2010-** Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. *Funct Plant Biol* 37:604–612.
- FAO, 2008 -** Terrestrial Database (www.fao.org/agl/agl.1/terrastat).
- Field, C.B., Campbell, J.E., Lobell, D.B., 2007.** Biomass energy: the scale of the potential resource. *Trends Ecol. Evol.* 23, 65e72.
- 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.
- Hamza.L.2001** contribution a une etude des ecotypes d’*atriplex halimus* L. de la zone de Mostaganem et leurs potentialités de developpement en culture in vitro these de magister spéciatite eco-biologie.
- 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.
- Hegazi, E.M., Wangberg, J.K., Goodin, J.R., Northington, D.K., 1980.** Field observations on arthropods associated with *Atriplex halimus* in Egypt. *J. Arid Environ.* 3, 305e308.
- Gravot, A. (2007)** Réponses aux stress chez les végétaux. Présentation power point.
- Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I., Albalasmeh, A.A., 2011.** Reclamation of highly calcareous saline sodic soil using *Atriplex halimus* and by-product gypsum. *Int. J. Phytoremediation* 13, 873e883.
- Kinet F.L, Robin-Abbott M, Maire R.M, Glenn E.P, 2002-** A comparaison of chelator facilitated metal uptake by a halophyte and glycophytes. *Environmental toxicology and chemistry* 21, p2698-2704.
- Khattab, I.M.A., 2007.** Studies on Halophytic Forages as Sheep Fodder Under Arid and Semi Arid Conditions in Egypt. Alexandria University. Ph.D. thesis.
- 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.
- LE Houérou H.N. (2000):** “Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of west Asia and North Africa”, *Arid Soil Res. Rehab.*, 14, 101-135.
- Le Houérou H.N., 1992-** The role of saltbusches (*Atriplex* sp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems* 18: 107-148.
- J.D. Bewley et al.2012** Seeds: Physiology of Development, Germination and

- Dormancy, 3rd Edition, DOI 10.1007/978-1-4614-4693-4_4, © Springer Science+Business Media, LLC 2013
- Jia J,Cui X.,Wu J,Wang J.et Wang G,2011**-Physiological and biochemical responses of halophyte *Kalidium foliatum* to salt stress. Afr. Jour. Biotechnol.10:11468 11476
- Jyothi-Prakash P.A., 2015** - Molecular and physiological studies of salt tolerance in the salt-secretor mangrove *avicennia officinalis*. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy (Ph.D.) faculty of scien. Natio. Univer. of singapore.128 p.
- Lotmani, B.,Mesnoua, M., 2011.** Effects of copper stress on antioxidative enzymes, chlorophylland protein content in *Atriplex halimus*. Afr. J. Biotechnol.10,10143e10148.
- 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.
- 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
- 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.
- 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
- 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.
- Martinez J.P., Ledent j.F, Bajji M, Kinet j.M., Lutts S. (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.
- Malcolm CV, Clarke AJ, Swaan TC (1984)** -Plant collections for saltland revegetation and soil conservation. Western Australian Department of Agriculture Technical Bulletin No. 65, Perth, WA.
- Mulas M., Mulas G.2004** potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *opuntia* dans la lutte contre la desertification.université des études de SASSARI. Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004.
- 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)
- Mermoud, A. (2006)** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- Mattia, C., Bischetti, G.B., Gentile, F., 2005.** Biotechnical characteristics of root systems of typical Mediterranean species. *Plant Soil* 278, 23e32.
- Nedjimi B., Guit B. (2012)** : “Les steppes algériennes : causes de déséquilibre”, *Algerian j. Arid Environ.*, 2, 50-61.
- Najar T., Héliali S., Nasr H. (2011)** : “Valorisation des plantes tolérantes à la salinité par les petits ruminants”, *Options Médit.*, 97, 73-77.

ABBAD A., BENCHAAABANE A. (2004) : “The phenological study of *Atriplex halimus* L.”, Afr. j. Ecol., 42, 69-73.

- Nedjimi B. et Daoud Y., 2006-** Effect of Na₂SO₄ on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. Annals de Biologia, 28: 35-43.
- 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.
- Nonogaki H, Bassel GW, Bewley JD (2010)** Plant Sci 179:574–581 (Gene expression during germination)
- 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.
- Qadir M., Quille´rou E., Nangia V., Murtaza G., Singh M., Thomas R.J., Drechsel P. et Noble A.D., 2014-** Economics of salt-induced land degradation and restoration. Nat Res Forum.
- **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.
- Rengasamy P., 2010-** Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. Aust. J. Soil Res. 37: 613-620 p.
- Rerat A ., (1956) -** Méthodes de dosage des glucides en vue du calcul de leur valeur énergétique. Annales de zootechnie III p 213.
- Riviere R, (1978) -**Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2éme Ed. Ed. IEMV, 527p.
- Rouabhia A.E.K. et Djabri L., 2010 -** L'irrigation et le risque de pollution saline. Exemple des eaux souterraines de l'aquifère miocène de la plaine d'El Ma Labiod. Larhyss. Journ. N° 8, p. 55-67.
- 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.
- Ruiz-Mirazo, J., Robles, A.B., 2011.** Short- and medium-term response of *Atriplex halimus* L. to repeated seasonal grazing in south-eastern Spain. J. Arid Environ. 75, 586e595.
- Sotomayor, J.A., Correal, E., 2000.** Effect of straw supplementation on the *Atriplex halimus* (saltbush) diet consumed by Segureña ewes. In: Gintburger, G., Bounejmate, M., Nefzaoui, A. (Eds.), Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones. ICARDA, Aleppo, pp. 558e563.
- 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.
- 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.

-Sawalha, M.F., Peralta-Videa, 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.

-Soltner D,(2000). -Phytotechnie générale: les bases de la production végétales. Tome 1: le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467 p.

-Selmi H., Abdel Wahed Z, Amraoui M., Rouissi H. 2013- Chemical composition, nutritive value and digestibility of some Shrubs from the north of Tunisia. Renc. Rech. Ruminants, 2013, 20

-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.

-Tremblin D., 2000- Comportement autoécologique de halophytes amplesciclis plante pionnière des Sebkhass de l’Ouest Algérien, Rev sécheresse.11(2).(109-116). Zhu, G., Bouharmont, J., Lutts, S., Kinet, J.M., 2001. Determination of chromosome numbers in *Atriplex halimus* plants. *Atriplex vivo* 10, 1e4.

-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.

-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.

-Walker D.J. et Lutts S., 2014- The tolerance of *Atriplex halimus* L. to environmental stresses. Emir. J. Food Agric. 26 (12): 1081-1090.

-Walker D.J., Lutts S., Sánchez-García M. et Correal E., 2014- *Atriplex halimus* L.: Its biology and uses. Journ. of Arid Env. 100-101: 111-121.

-Yamaguchi T., et Blumwald E., 2005- Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. Trends Plant Sci. 10(12): 615–620.

- Zhu, J. K., 2007- Plant Salt Stress: John Wiley & Sons, Ltd.