

**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**

Présentées pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité : Amélioration des productions végétales**

Par :

**Zahi Wissam.**

**Lamara Mahdjouba.**

Effet de la salinité sur la germination et la  
croissance *d'Atriplex halimus* cas de  
Mostaganem et Oran.

Soutenu publiquement, le 07 / 07 / 2019, devant le jury composé de :

Mme BAHI Khaira	.	U. Mostaganem	Président
Mr DEBBA Bachir	.	U. Mostaganem	Examineur
Mme HAMZA. Houaria	.	U. Mostaganem	Encadreur

**Année universitaire**

2018/2019

# *Remerciements*

*Tout d'abord, nous tenons à remercier ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné les ressources morales, physiques et intellectuelles pour conduire à terme ce travail.*

*J'adresse mes plus vifs remerciements à la présidente de jury Mme BACHJ Khaira qui a accepté d'évaluer ce modeste travail.*

*Nos remerciements les plus forts vont à Mme Hamza Houaria d'abord, d'avoir accepté de nous encadrer et encore pour avoir proposé ce sujet.*

*Mes sincères remerciements pour Mr DEBBA Bachir qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*On ne sait pas comment remercier tout le personnel de laboratoire Physiologie Végétale N°2 et pédologie du département de biologie et d'agronomie de l'université de Mostaganem, où on a réalisé l'essai de germination, la croissance, les analyses de protéine et de proline, pour nous avoir cordialement reçus et aider lors de la réalisation de ce travail.*

*Merci également à la technicienne Mme Houaria pour sa gentillesse tout au long la période de notre travail et de régler le problème de manque des produits chimiques, et de contribuer dans l'achèvement des travaux pratiques de notre thème.*

*Nous remercions tous les enseignants du département d'agronomie pour leurs orientations et informations, ainsi tous ceux qui de part leur aide, assistance, conseils et encouragements ont d'une manière ou d'une autre collaboré à la réalisation de ce modeste travail, qu'ils trouvent à travers cet écrit nos sincères gratitude.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents pour leurs compréhensions, encouragements et  
patiences pour que je puisse terminer ce travail. .*

*Mes très chers sœurs, Souhila, Naima, Wissam, et frère  
Amérrouche, pour leurs assistance et soutiens morales pour que je  
réussisse.*

*Toute la famille Zahi pour me considérer un membre de la  
famille*

*Mes deux collègues : Amin et Khaled qui nos ont aidé et encouragé  
tout au long de la réalisation de notre travail.*

*Tout ce qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce  
travail.*

*Enfin à tous ceux et toutes celles qui m'ont apporté un soutien moral  
et conseils.*

*Lamara Mahdjouba*

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier mon travail à :*

*Mes très chers parents pour leurs sacrifices, soutiens et assistance*

*pour que je réussisse dans mes études*

*Mes frères: Chafik, Toufik, Nabil, Fouad, Sid Ahmed, Mohamed.*

*Mes sœurs : Wassila, Hakima, Samia, Hakima, Souhila, Madjou.*

*1000 mercis pour vos patiences, compréhension et amour.*

*Mes deux collègues : Amin et Khaled qui nos ont aidé et encouragé*

*tout au long de la réalisation de notre travail.*

*Tout ce qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce*

*travail.*

*Enfin à tous ceux et toutes celles qui m'ont apporté un soutien moral*

*et conseils.*

*Zahi Wissam*

## Liste des abréviations.

**NaCl** : chlorure de sodium

**Ca Cl<sub>2</sub>** : chlorure de calcium

**Na<sub>2</sub>So<sub>4</sub>** : sulfate de sodium

**Ca<sup>2+</sup>** : calcium

**Mg<sup>2+</sup>** : magnésium

**Na<sup>+</sup>** : sodium

**K<sup>+</sup>**: potassium

**Cl<sup>-</sup>** : chlorure

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : sulfate

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : carbonates

**MF** : matière fraîche

**MS** : matière sèche

**Cm** : centimètre

**m** : mètre

**mm** : millimètre

**Km** : kilomètre

**ha** : hectare

**V** : volume

**Mg** : milligramme

**g** : gramme

**Kg** : kilo gramme

**µg/l** : micro gramme/ litre

**dS/m** : décisiemens/ mètre

**mmhos** : millimhos

**C°** : degré Celsius

**Méq/l** : milliéquivalent/litre

**mmol** : milli mol

**Tm** : temps moyen de germination.

**min** : minute

ml : mili litre

$\Omega$  : oméga

% : pourcentage.

**CV** : coefficient de vélocité

**D.O** : densité optique

**nm** : nanomètre

## Liste des tableaux.

<b>Tableau N° 01</b> : Répartition numérique des espèces d' <i>Atriplex</i> dans le monde.....	03
<b>Tableau N° 02</b> : Répartition des différentes espèces d' <i>Atriplex</i> dans l'Algérie.....	04
<b>Tableau N° 03</b> : Classification botanique du genre <i>Atriplex halimus</i> .....	05
<b>Tableau N° 04</b> : Les espèces présentes dans le site Matarba Mostaganem... ..	28
<b>Tableau N° 05</b> : Les espèces présentes dans le site Es Senia Oran.....	29
<b>Tableau N° 06</b> : Composition de la solution saline.....	32
<b>Tableau N° 07</b> : Composition de la solution nutritive de Hoagland (1938).....	35
<b>Tableau N° 08</b> : Les différentes concentrations de l'ovalbumine.....	37
<b>Tableau N°09</b> : Teneurs en protéines (mg.g <sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d' <i>Atriplex halimus</i> selon le gradient de salinité site Mostaganem.....	56
<b>Tableau N°10</b> : Teneurs en protéines (mg.g <sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d' <i>Atriplex halimus</i> selon le gradient de salinité site Oran.....	57

**Tableau N° 11 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem.....58

**Tableau N° 12 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem.....58

**Tableau N° 13 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez Les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran.....59

**Tableau N° 14:** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran.....59

## Liste des photos

**Photo N° 01:** Touffes d'*Atriplex halimus* site Mostaganem .....06

**Photo N° 02:** Feuille d'*Atriplex halimus* L.....07

**Photo N° 03:** Fleur d'*Atriplex halimus* L.....08

**Photo N° 04:** *Atriplex halimus*. L.....08

**Photo N° 05:** Graines d'*Atriplex halimus*.....09

**Photo N° 06:** Les valves fructifères d'*Atriplex halimus*.....10

**Photo N° 07:** Satellitaire du site Matarba Mostaganem.....27

**Photo N° 08:** Site de Matarba Mostaganem.....28

**Photo N° 09:** Satellitaire du site Es Senia Oran.....29

**Photo N° 10:** Site Es Senia.....30

**Photo N° 11:** Récolte des graines site Oran.....30

**Photo N° 12:** Test germinatif .....31

**Photo N° 13:** Préparation des graines d'*Atriplex halimus*.....32

**Photo N° 14:** Stérilisation du sable.....34

**Photo N° 15:** Préparation des pots de culture.....36

**Photo N° 16:** Graine noire et brune site Mostaganem.....39

**Photo N° 17:** Graine noire et brune site Oran.....41

## Liste des figures.

<b>Figure N° 01:</b> Germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Mostaganem.....	39
<b>Figure N° 02:</b> Germination de graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Mostaganem .....	40
<b>Figure N° 03:</b> Germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Oran.....	41
<b>Figure N° 04:</b> Germination des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Oran.....	42
<b>Figure N° 05:</b> Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	43
<b>Figure N° 06:</b> Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem.....	44
<b>Figure N° 07:</b> Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran .....	45
<b>Figure N° 08:</b> Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran.....	46
<b>Figure N° 09:</b> Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de <i>l'Atriplex halimus</i> site Mostaganem.....	50
<b>Figure N° 10:</b> Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de <i>l'Atriplex halimus</i> site Oran.....	51
<b>Figure N° 11:</b> Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	52
<b>Figure N°12:</b> Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	53
<b>Figure N° 13:</b> Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran .....	54
<b>Figure N°14:</b> Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran .....	55

## Résumé

Les résultats montrent que pour le site de Mostaganem le stress salin affecte la germination des graines brunes, on enregistre un taux moins élevé de 45 % pour le traitement de 500 mmol, et 40 % pour le traitement de 600 mmol. Les graines noires marquent un taux moins élevées quand les concentrations atteignent 300 mmol et plus, l'extrait des valves fructifères semblent influencer la germination puisqu'on enregistre seulement un taux de 40 %. Le temps moyen le plus rapide trois jours a été enregistré pour les graines brunes sous effet de l'extrait des valves fructifères. Pour les graines noires, c'est la concentration de 100 mmol qui montre un temps moyen le plus lent de sept jours.

Pour le site d'Oran, c'est la concentration de 600 mmol qui affecte la germination des graines brunes. Par contre, la germination des graines noires montre une sensibilité à partir d'une concentration de 300 mmol. Cette dernière provoque un ralentissement dans la germination où on enregistre un temps moyen de germination de huit jours. Le traitement de 400 mmol stimule la germination de graines noires avec un temps moyen rapide de trois jours.

L'effet du stress salin sur la croissance des plantules d'*Atriplex halimus* du site Mostaganem, dont les résultats montrent que Le traitement 200 mmol présente la longueur la plus élevée des plantules issues des graines brunes. Par contre, pour les graines noires on remarque une diminution dans la longueur des plantules où on enregistre 3.8 cm par rapport au témoin 5.2 cm. La longueur des plantules des graines brunes du site Oran dépasse largement les graines noires quel que soit le traitement utilisé.

Les graines brunes du site Mostaganem et sous traitements 600 mmol et l'extrait des valves fructifères présentent un taux de matière sèche et de matière fraîche le plus faible, les graines noires marquent un taux de matière sèche et de matière fraîche le plus faible sous traitements à l'extrait des valves fructifères, 400 et 500 mmol. Les graines brunes du site Oran marquent le taux le plus faible de matière sèche pour les traitements 400 mmol et 500 mmol. Par contre, Le taux de matière fraîche le plus bas a été observé pour les traitements 300 mmol et 600 mmol. Les graines noires marquent le taux le plus faible de matière sèche pour les traitements 300 mmol et 500 mmol ; et pour la matière fraîche, c'est le traitement d'extrait des valves fructifères qui donne le taux le plus faible.

Sous stress salin, les plantules issues des graines noires du site Mostaganem présentent des taux élevés en protéines avec des teneurs de 18.12 mg/g MF (300 mmol), 15.86 mg/g MF (400 mmol), 16.26 mg/g MF (500 mmol) et 17.6 mg/g MF (600 mmol) par rapport aux graines brunes. Les graines brunes du site Oran enregistrent des teneurs élevées de protéines pour les traitements 400 mmol de 16 mg /g MF, 500 mmol de 18 mg /g MF et 600 mmol de 18.12 mg /g MF par rapport au témoin qui marque un taux relativement bas de 3.6 mg/g MF.

L'accumulation de la proline est plus élevée chez les graines brunes 400 mmol, 500 mmol, 600 mmol et l'extrait de valves fructifères. Les mêmes remarquent on été enregistré pour les graines noires sauf que les quantités de proline sont nettement plus élevée par rapport aux graines brunes. Pour le site d'Oran, les graines brunes présentent des teneurs identiques de 235.29 µg/l pour les traitements 200 mmol et 300 mmol suivi par le traitement 500 mmol avec 182.35 µg/l. Les graines noires marquent des teneurs plus élevées pour les traitements 300 mmol et 400 mmol avec 164.70 et 129.41 µg /l.

**Mos clés :** *Atriplex halimus*- stress salin – germination- croissance- protéines- proline

## Summary

The results shows that for the site of Mostaganem the salt stress affects the germination of the brown seeds is recorded a lower rate of 45 % for the treatment of 500 mmol, and 40 % for the treatment of 600 mmol. Black seeds showed a lower rate when concentrations reached 300 mmol and the fruiting-leaf extract appeared to influence germination since only 40 % was recorded. The fastest mean time was three days for brown seeds under effect of fruit bearing extract. For black seeds it is the concentration of 100 mmol which shows the slowest average time of seven days.

For the Oran site, it is the concentration of 600 mmol which affects the germination of the brown seeds whereas the germination of the black seeds shows a sensitivity from a concentration of 300 mmol. The 300 mmol treatment causes a slowdown in germination or an average germination time of eight days is recorded. The 400 mmol treatment stimulated the germination of black seeds with a fast average time of three days.

The effect of salt stress on the growth of *Atriplex halimus* seedlings at the Mostaganem site shows that the 200 mmol treatment has the longest length of the seedlings derived from the brown seeds, whereas for black seeds a decrease in length of the seedlings where 3.8 cm is recorded compared to the 5.2 cm control. The length of the seedlings of the brown seeds of the Oran site largely exceed the black seeds whatever the treatment used.

The brown seeds of the Mostaganem site and under 600 mmol treatments and the fruit-bearing extract have a dry matter and fresh matter content. The lowest black seeds have the lowest dry matter and fresh matter content under treatment. The extract of the fruiting palms, 400 and 500 mmol. The brown seeds of the Oran site show the lowest rate of dry matter for the 400 mmol and 500 mmol treatments. The lowest rate of fresh matter was observed for the 300 mmol and 600 mmol treatments. Black seeds have the lowest dry matter solids content for 300 mmol and 500 mmol; and for the fresh material it is the extraction treatment of the fruiting valves which gives the lowest rate.

Under salt stress the black seeds of the Mostaganem site show high protein levels with 18.12 mg / g MF (300 mmol), 15.86 mg / g MF (400 mmol), 16.26 mg / g MF (500 mmol) and 17.6 mg / g MF (600 mmol) vs brown Seed. The brown seeds of the Oran site show high levels of protein for 400 mmol treatments of 16 mg / g MF, 500 mmol 18 mg / g MF and 600 mmol of 18.12 mg / g MF compared to the control which marks a relatively low rate of 3.6 mg / g MF.

The accumulation of proline is higher in 400 mmol, 500 mmol, 600 mmol brown seeds and fruiting leaf extract. The same remark has been recorded for black seeds except that the amounts of proline are much higher compared to the brown seeds. For the Oran site, the brown seeds have identical contents of 235.29  $\mu\text{g} / \text{l}$  for the 200 mmol and 300 mmol treatments followed by the 500 mmol treatment with 182.35  $\mu\text{g} / \text{l}$ . Black seeds show higher levels for 300 mmol and 400 mmol treatments with 164.70 and 129.41  $\mu\text{g} / \text{l}$ .

**Keywords:** *Atriplex halimus*- salt stress - germination- growth- protein- proline

# Sommaire

## *Introduction*

## *Chapitre I Recherche bibliographique*

<b>1.1. Généralité sur l'<i>Atriplex</i></b> .....	<b>01</b>
1.1.1. Famille des <i>Amaranthacées</i> .....	01
1.1.2. Présentation du genre <i>Atriplex</i> .....	01
1.1.3. Air de répartition.....	02
1.1.3.1. L' <i>Atriplex</i> dans le monde.....	02
1.1.3.2. Les <i>Atriplex</i> en Algérie.....	03
1.1.4. Classification botanique de l' <i>Atriplex halimus</i> .....	05
1.1.5. Nom vernaculaire .....	05
1.1.6. Caractéristiques morphologiques de l' <i>Atriplex</i> .....	05
1.1.6.1. Feuilles.....	06
1.1.6.2. Fleurs .....	07
1.1.6.3. Graines .....	08
1.1.6.4. Fruits.....	09
1.1.6.5. Valves fructifères .....	09
1.1.7. Polymorphisme.....	10
1.1.7.1. Polymorphisme des graines.....	10
1.1.8. Ecologie.....	11
<b>1.2. la salinité.....</b>	<b>11</b>
1.2.1. Définition de la salinité.....	11
1.2.2. Définition des sols salés.....	12
1.2.3. Répartition des sols salés.....	13
<b>1.3. Stress .....</b>	<b>14</b>
1.3.1. Définition du stress.....	14
1.3.2. Catégories du stress.....	14
1.3.2.1. Stress hydrique.....	14

1.3.2.2.	Stress thermique.....	14
1.3.2.3.	Stress salin.....	15
1.3.3.	Conséquences de la salinité sur la plante.....	15
1.3.4.	Mécanismes de tolérance à la salinité.....	16
1.3.4.1	Exclusion.....	16
1.3.4.2.	Inclusion.....	17
1.3.4.3.	Recirculation.....	17
<b>1.4.</b>	<b>Germination.....</b>	<b>17</b>
1.4.1.	Morphologie de la germination .....	17
1.4.2.	Physiologie de la germination .....	17
1.4.3.	Conditions de la germination .....	18
1.4.3.1.	Conditions internes .....	18
1.4.3.2.	Conditions externes .....	18
1.4.4.	Germination des graines d' <i>Atriplex halimus</i> .....	19
1.4.5.	Croissance de L' <i>Atriplex halimus</i> .....	19
1.4.6.	La proline .....	20
1.4.7.	Les protéines .....	21
<b>1.5.</b>	<b>Intérêts des <i>Atriplex</i> .....</b>	<b>21</b>
1.5.1.	Mise en valeur des sols salés .....	21
1.5.2.	Fixation des dunes .....	22
1.5.3.	Mise en valeur des sols pauvres .....	22
1.5.4.	Intérêts fourragers .....	22
1.5.5.	Intérêts médicinales.....	23
1.5.6.	Production d'énergie .....	23
 <b>Chapitre II Matériels et méthodes</b>		
2.1.	Objectif .....	25
2.2.	Protocole expérimentale .....	26
2.3.	Choix du site .....	27
2.3.1.	Site Matarba .....	27
2.3.2.	Site Es Senia .....	29

2.4. Choix du matériel végétal.....	30
2.5. Préparation des boîtes de pétri .....	31
2.6. Préparation des graines.....	31
2.7. Préparation des solutions salines. ....	32
2.8. Vitesse de germination .....	33
2.9. Croissance et stress salin .....	34
2.9.1. Stérilisation du matériel végétal .....	34
2.9.2. Composition du substrat .....	34
2.9.2.1. Sable .....	34
2.9.2.2. La tourbe.....	35
2.9.3. Solution nutritive .....	35
2.9.4. Préparation des pots .....	36
2.9.5. Prélèvement des échantillons .....	36
2.9.6. Extraction et dosage des protéines .....	37
2.9.6.1. Préparation du tampon .....	37
2.9.6.2. Extraction proprement dite .....	37
2.9.6.3. Préparation du réactif de Bradford .....	37
2.9.7. Extraction et dosage de la proline .....	38

### ***Chapitre III Résultats et discussions***

<b><i>3.1. Salinité et germination .....</i></b>	<b>39</b>
<b>3.1.1. Effet du stress salin sur la germination.....</b>	<b>39</b>
3.1.1.1 Germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Mostaganem .....	39
3.1.1.2. Germination des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Mostaganem .....	40
3.1.1.3. Germination des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Oran.....	41
3.1.1.4. Germination des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> sous stress salin site Oran.....	42
<b>3.1.2. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination.....</b>	<b>43</b>

3.1.2.1. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes d' <i>Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	43
3.1.2.2. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires d' <i>Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	44
3.1.2.3. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes d' <i>Atriplex halimus</i> site Oran .....	45
3.1.2.4. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires d' <i>Atriplex halimus</i> site Oran.....	46
<b>Discussion.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2. Croissance et salinité.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.1. Longueurs des plantules.....</b>	<b>50</b>
3.2.1.1 Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de <i>l'Atriplex halimus</i> site Mostaganem.....	50
3.2.1.2. Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de <i>l'Atriplex halimus</i> site Oran.....	51
<b>3.2.2. Teneurs en matière fraîche et matière sèche.....</b>	<b>52</b>
3.2.2.1. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	52
3.2.2.2. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Mostaganem .....	53
3.2.2.3. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran .....	54
3.2.2.4. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires <i>d'Atriplex halimus</i> site Oran .....	55
<b>3.2.3. Teneurs en protéines totales .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.3.1.</b> Teneurs en protéines (mg.g <sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires <i>d'Atriplex halimus</i> selon le gradient de salinité site Mostaganem.....	56
<b>3.2.3.2.</b> Teneurs en protéines (mg.g <sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires <i>d'Atriplex halimus</i> selon le gradient de salinité site Oran.....	57
<b>3.2.4. Teneurs en proline .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.4.1.</b> Teneurs en proline (µg.l <sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires <i>d'Atriplex halimus</i> selon le gradient de salinité site Mostaganem.....	58

**3.2.4.2.** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez Les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran.....59

***Discussion***.....60

***Conclusion***

***Références bibliographiques***

***Annexes***

# *Introduction*

## Introduction

---

La dégradation des terres se matérialise sous forme d'appauvrissement du couvert végétal, la perte biophysique et économique à travers l'exposition de la surface du sol au vent et à l'érosion hydrique et à travers la salinisation et les inondations induisant la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Elle se produit donc lorsque les sols sont fragiles, le couvert végétal amenuisé et le climat particulièrement impitoyable.

Un appauvrissement et une perte du sol par érosion, et une dégradation de la concourent également les intermittences de périodes de sécheresse extrême qui favorisent la désertification (**Abdel Rahman et al, 2011**).

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres, elle est liée aux conditions climatiques et aux activités humaines. 10 à 15 % des surfaces irriguées soit (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (**Mermoud, 2006**).

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

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

La salinité affecte négativement la germination, stade le plus sensible par effet osmotique et / ou toxicité ionique (**Bouda et Haddioui, 2011 ; Nedjimi et al, 2012**).

La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés (**Khan M.A. et Gul B, 2005**).

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes aux sels solubles et poussent aussi bien dans un environnement salin qu'en conditions normales. Elles représentent la limite supérieure des capacités adaptatives des végétaux vasculaires à la salinité (**Maalem S et al, 2011**).

## Introduction

---

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

*L'Atriplex halimus* (Amaranthacées) est une espèce spontanée, pérenne des régions méditerranéennes arides et semi-arides, qui tolère bien les conditions de sécheresse et de salinité. Une espèce halophyte autochtone qui pousse généralement sur sols salés et en bordures des chotts et des sebkhas (**Kamel T, M et al, 1997**).

Les espèces d'*Atriplex* peuvent constituer des fourrages pour le bétail, elle 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.

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

Dans ce contexte, les arbustes *Atriplex halimus* reste des arbustes fourragers qui constituent des espèces prometteuses qui permettent non seulement de lutter contre l'érosion et la mise en valeur des terres agricoles, mais aussi de contribuer à l'alimentation du cheptel.

L'objectif de notre travail se base sur l'effet du stress salin à différentes concentrations et l'extrait des valves fructifères sur la germination des graines et la croissance d'une espèce halophyte *Atriplex halimus* situé à Oran et Mostaganem. Les deux sites se trouvent dans deux contextes climatiques différents, et de comprendre les mécanismes mis en jeu par cette plante pour s'adapter à la salinité.

Le but final se canalise sur la comparaison de la germination des deux types de graines : les graines noires et les graines brunes, sous stress salin et d'étudier l'effet de la salinité sur le stade plantule.

# *Chapitre I*

## *Recherche bibliographique*

## 1.1. Généralité sur l'*Atriplex*

### 1.1.1. Famille des *Amaranthacées*

Les *Amarantacées* sont une famille des plantes dicotylédones de l'ordre des Caryophyllales. Cette famille comprend plus de 800 espèces réparties en environ 75 genres. Ce sont des arbustes ou des plantes herbacées des régions tempérées à tropicales, largement répandues, la famille des *Amaranthacées* est représentée par le genre *Amaranthus*, les *Amarantus* ou *Amaranthes*, qui comprend des plantes ornementales, des plantes cultivées ou qui sont adventices indésirables dans les cultures.

La plupart des espèces des *Amaranthacées* contient des annuelles, des plantes vivaces herbacées, des arbustes, des lianes ligneuses. Certaines sont succulentes (**Gudrun kadereit et al, 2003**).

Les feuilles sont généralement alternes parfois opposées. Elles n'ont pas de stipule. Les feuilles simples sont plates ou cylindriques de forme extrêmement variable.

Les inflorescences sont soit des structures de cyme complexes, soit les cymes réduites à une seule fleur sous-tendue par une bractée et deux bractéoles (**Thomas Borsch, 2005**).

### 1.1.2. Présentation du genre *Atriplex*

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 Baaziz, 2006**). Elles se caractérisent par leur grande diversité, certaines espèces sont herbacées et d'autres arbustives, elles peuvent être annuelles ou pérennes (**Kinet et al, 1998**).

Les *Atriplex* sont des arbustes fourragers dans les systèmes de culture *alley cropping*, elles ont un port généralement très ramifié, formant des touffes pouvant aller de 0,5 à 3 m de diamètre et 0,5 à 3 m de hauteur (**Djellakh F, 2015**).

Généralement, il est associé aux sols salins ou alcalins et aux milieux arides, désertiques ou semi-désertiques (**Rosas, 1989**).

### 1.1.3. Air de répartition

#### 1.1.3.1. L'*Atriplex* dans le monde

Le genre *Atriplex* compte plus de quatre cent espèces réparties dans les différentes régions arides et semi-arides du monde. Il est particulièrement répandu en Australie où on peut déterminer une grande diversité d'espèces et de sous-espèces (**Maâlem, 2002**).

C'est une espèce spontanée, qui se répartit à l'intérieure d'une aire relativement vaste englobant les pays du nord de l'Afrique et du proche et Moyen-Orient depuis les Iles canaries jusqu'à l'Iran. La plante est présente en Bulgarie en plus de la zone méditerranéenne (**Djellakh F, 2015**).

Les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (**Francllet et Le Houérou, 1971**).

**Tableau N°01:** Répartition numérique des espèces d'*Atriplex* dans le monde (Le Houérou, 1992).

Pays ou région	nombre d'espèces	Pays ou région	nombre d'espèces
États-Unis	110	Baja Californie (Mexique)	25
Australie	78	Afrique du nord	22
Bassin méditerranéen	50	Texas	20
Europe	40	Afrique du sud	20
Ex. URSS	36	Iran	20
Proche-Orient	36	Syrie	18
Mexique	35	Palestine et Jordanie	17
Argentine	35	Algérie et Tunisie	17
Californie	32	Bolivie et Pérou	16
Chili	30		

### 1.1.3.2. Les *Atriplex* en Algérie

La répartition des *Atriplex* en Algérie est spontanée dans les étages bioclimatiques semi aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, M'sila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida...), mais également aux alentours des chotts; à El Bayedh, Mécheria et Tissemsilt et dans les zones littorales à Mostaganem et aux alentours de la sebkha d'Oran (Djellakh F, 2015).

Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (Benrebiha, 1987).

**Quezel et Santa (1962)**, ont dénombré en Algérie 13 espèces natives dont 5 pérennes et 8 annuelles. **Le Houérou (1992)**, a ajouté à cette liste deux espèces naturalisées : *Atriplex semibacata* R.Br : Espèce pérenne et *Atriplex inflata* F.V Muell : Espèce annuelle.

**Tableau N° 02:** Répartition des différentes espèces d'*Atriplex* dans l'Algérie (**Quezel et Santa, 1962**).

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

#### 1.1.4. Classification botanique de *Atriplex halimus*

**Tableau N° 03** : Classification botanique du genre *Atriplex halimus* ([www.Telabotanica](http://www.Telabotanica.com), 2011) :

<b>Classification classique</b>	
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllale
Famille	Chenopodiaceae
Genre	<i>Atriplex</i>
<b>Classification phylogénétique</b>	
Ordre	Caryophyllale
Famille	Amaranthaceae

#### 1.1.5. Nom vernaculaire

En Arabe: G'taf, Hachichat, Azzaj, Ghassoul et Aachebi.

En français : Arroche sauvage, Halime, Pourpier de mer.

En Anglais: Salt bush (AL-Turkis et al, 2000).

#### 1.1.6. Caractéristiques morphologiques de *Atriplex*

L'*Atriplex* est un arbuste de 1 à 3 m de haut, très rameux, multicaule, formant des touffes pouvant atteindre de 1 à 3 m de diamètre. A port variable, dressé ou étalé, érigé ou intriqué, avec des rameaux blanchâtres sont étalés, ascendants ou arqués, retombants vers l'extrémité.

L'*Atriplex halimus* est une plante polymorphe, ce polymorphisme morphologique semble être une caractéristique des *Amaranthacées* (Ozenda P, 2006), ce dernier se manifeste au

niveau de la dimension et de la forme des feuilles, des valves fructifères, des graines et dans la production de biomasse (**Osmond et al, 1980**).



**Photo N° 01** : Touffes d'*Atriplex halimus* site Mostaganem (**Zahi, 2019**)

#### **1.1.6.1. Feuilles**

Les feuilles courtement pétiolées ou sub-sessiles, sont alternes, et leur limbe linéaire, lancéolé est vert grisâtre. Il peut atteindre 3 à 5 cm de longueur et 0,3 à 0,5 cm de largeur. Des feuilles axillaires plus petites (0,5 à 1,5 sur 0,1 à 3 cm) sont aussi présentes le long de l'axe feuillé (**Duperat, 1997**). Elles peuvent être entières ou légèrement sinuées, parfois aiguées au sommet et trinervées (**Mozafar et Goodin, 1970**).

Une variabilité dans la morphologie des poils vésiculeux est également signalée; chez *Atriplex halimus* le poil est globuleux (**Francllet et Le Houérou, 1971**).



**Photo N° 02:** Feuille d'*Atriplex halimus* L (Lamara, 2019).

Les formes des feuilles sont multiples; par exemple triangulaires de grandes dimensions, ovoïdales avec un apex obtus, elliptiques d'une consistance herbacée, adaptées au milieu de haute montagne (Rosas, 1989).

#### **1.1.6.2. Fleurs**

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, elles sont vertes, petites et triangulaires à la position terminale.

Les fleurs d'*Atriplex halimus* dont la morphologie est souvent utile pour l'identification, sont enveloppées par deux bractéoles, d'une consistance généralement foliacée, qui permettent de distinguer les espèces en fonction de leur forme. Elles ont un glomérule multiflore, formant des épis denses et courts, nus groupés en panicules terminales plus ou moins feuillées. Les glomérules femelles à la base et les mâles au sommet (Brinis, 2015).



Photo N° 03 : Fleur d'*Atriplex halimus*.L      Photo N° 04 : *Atriplex halimus* .L

(Talamali et al. 2003)

### 1.1.6.3. Graines

La graine est entourée du péricarpe membraneux de 2mm de diamètre, aplatie en une disposition suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal (Quezel et Santa, 1962). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres.

Les graines d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex canescens* sont généralement entourées par deux téguments; le premier est brun et fin, le deuxième est clair et fin aussi. La graine comprend un seul embryon annulaire entourant l'albumen farineux (Maire, 1962 et Benrebiha, 1987).

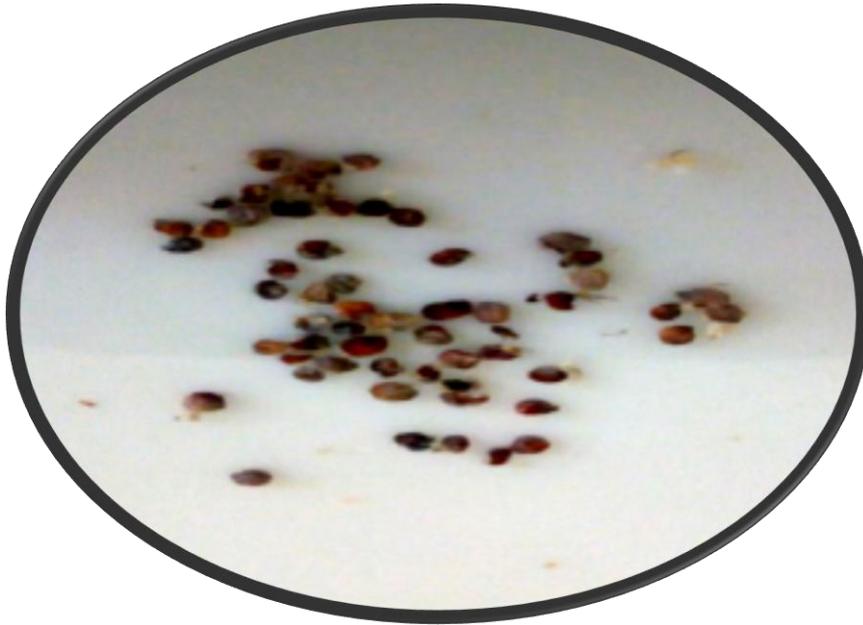


Photo N° 05 : Graines d'*Atriplex halimus* (Zahi, 2019).

#### 1.1.6.4. Fruits

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

#### 1.1.6.5. Valves fructifères

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

Il existe deux sous-espèces, *subsp. halimus* et *subsp. schweinfurthii* :

- *Atriplex halimus* L. *halimus* : type de l'espèce à valves fructifères plus ou moins réniformes à marges des ailes entières.
- *Atriplex halimus* L. *schweinfurthii* : diffère du type de l'espèce par ses valves fructifères à ailes nettement dentées sur les marges (Nedjimi B, 2010).



**Photo N° 06 :** Les valves fructifères d'*Atriplex halimus* (Zahi, 2019).

### **1.1.7. Polymorphisme**

L'*Atriplex halimus* présente un remarquable polymorphisme dont elle a développé comme une stratégie remarquable qui lui permet de s'adapter aux environnements différents et aux différentes conditions du sol (Correal E, 2008). Au niveau de la morphologie des structures végétatives et reproductrices ainsi qu'une grande variabilité au niveau du comportement physiologique des individus, elle varie également avec la prévenance de l'individu et sur un même pied, elle est différente selon l'état physiologique de la plante ou la position de la feuille par un axe. L'espèce présente une variabilité morphologique au niveau du port, forme et la taille des feuilles (Benchaabane, 1998).

#### **1.1.7.1. Polymorphisme des graines**

Les populations tétraploïdes d' *Atriplex halimus* produisent plus de graines par plante, de plus grandes graines et des jeunes plantes plus vigoureuses que les populations diploïdes de *Atriplex halimus* ; cependant, les fruits diploïdes de *Atriplex halimus* contiennent une plus grande proportion de graines et elles germent mieux ; outre ces différences de ploïdie, il y a également une grande variabilité inter populations (Talamali et al, 2001).

La production des graines chez l'*Atriplex halimus* aura lieu à l'effet de la ploïdie sur la taille des semences, la capacité germinative et la vigueur initiale de la plante (**Correal E, 2008**).

Les graines d'*Atriplex halimus* sont des akènes verticales, lenticulaires, à marge obtuse, mate, lisse brun-noir, ayant 1 à 5 mm de diamètre, embryon annulaire, à radicule ascendante, à extrémité un peu saillante vers le milieu de la graine, dont la floraison d'*Atriplex* ce fait de mai à septembre (**Brinis, 2015**). La graine est d'une teinte roussâtre contenu dans des valves fructifères coriaces (**Francllet et Le Houérou, 1971 ; Quezel et Santa, 1962**).

### 1.1.8. 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 salés (jusqu'à une conductivité de l'ordre de 55 mmhos/cm). L'arbuste croit également sur sols non salés et convient aux sols sableux sur horizons salés (**Djelakh F, 2015**).

La majorité des espèces d'*Atriplex* se rencontrant sous une pluviométrie vont 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 H, 2002**).

Sur le plan climatique, *Atriplex. halimus* subsp. *schweinfurthii* résiste bien aux gelées jusqu'à des minima en janvier voisins de -12°C, notamment dans les hautes plaines steppiques de l'Algérie (**Lemée, 1978**). **Francllet et Le Houérou (1971)** indiquent que cette sous-espèce peut même se développer sous des pluviosités de 50 à 100mm/an lorsque les sols comportent une nappe phréatique ou reçoivent un appoint d'eau de ruissellement. Cette sous-espèce se développe encore normalement dans les sols dont la conductivité de l'extrait de saturation atteint 5 à 100 dS/m dans les horizons de surface et 20 à 35 dS/m dans les horizons profonds (**Nedjimi B, 2010**).

## 1.2. la salinité

### 1.2.1. Définition de la salinité

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**).

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 et en particulier dans les régions arides et semi-arides (**Flowers et al, 2010; Qadir et al, 2014**). L'aridité s'impose de façon permanente vue le déficit pluviométrique (**Munns R et al, 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 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les carbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) (**Marlet S, 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**).

### **1.2.2. Définition des sols salés**

Les sols salés, fréquemment associés à la contrainte hydrique dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, constituent l'un des principaux problèmes pour le développement des plantes. Ils entraînent une réduction des surfaces cultivables et combinées à d'autres

facteurs, la salinité représente une menace pour l'équilibre alimentaire de ces régions (**Jean et al, 1998**).

La plupart des auteurs s'accordent pour considérer qu'un sol, une eau d'irrigation ou une solution nutritive sont salés lorsqu'ils contiennent des concentrations anormalement élevées en chlorures, sulfates, carbonates ou bicarbonate de sodium, de calcium ou magnésium (**Brun, 1980**).

Les sels présents dans les sols et dans les eaux d'irrigation, affectent tous les processus physiologiques, perturbent la germination des graines, affectent la croissance des plantules ainsi que leur développement et réduisent par conséquent la production des cultures (**Reham M. Nada et al, 2014**).

### **1.2.3. Répartition des sols salés**

Les sols salés occupent une superficie de 950 millions d'hectares (**Zid et Grignon, 1991**). Il a été estimé que 20 % des 275 millions d'hectares des terres irriguées (**Flowers T J, Flowers S A, 2005**) et 15 % (227 millions d'hectares) des terres cultivables sont affectés par la salinité (**Munns, 2002**).

En Afrique du nord et au Moyen-Orient, elle couvre près de 15 millions d'hectares, dont 15 % sont dépourvus de toute végétation (**Le Houérou, 2000**).

Quinze millions d'hectares de terres agricoles sont touchées par une salinité croissante des sols au Maghreb, au Moyen-Orient. Ainsi, en Tunisie, les sols salés couvrent environ 10 % de la superficie globale du pays, soit à peu près 25 % de la surface totale des sols cultivables (**Ben Ahmed et al, 2008**). En Egypte, 35 % des aires cultivées sont salinisées, 90 % d'entre elles souffrent d'engorgement (**Mainquet, 2003**).

En Algérie les zones semi-arides et arides couvrent près de 95 % du territoire (**Benkhelif et al, 1999**). Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25 % de la surface (**Halitim A, 1988**) soit 3,2 millions d'hectares (**Halitim A, 1977**).

### 1.3. Stress

#### 1.3.1. Définition du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (**Hopkins, 2003**).

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

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

#### 1.3.2. Catégories du stress

##### 1.3.2.1. Stress hydrique

Le terme stress hydrique est apparu relativement récemment pour rendre compte d'une situation de plus en plus fréquente. Ainsi, il est employé pour désigner ces périodes durant lesquelles la demande dépasse la quantité d'eau disponible, ou lorsque sa qualité en limite l'usage (**El Shaer et Kandil, 1998**).

Le stress hydrique, ou osmotique, est le stress subi par une plante placée dans un environnement qui amène à ce que la quantité d'eau transpirés par la plante soit supérieure à la quantité qu'elle absorbe. Ce stress se rencontre en période de sécheresse mais aussi lors de l'augmentation de la salinité du milieu (conduisant à l'abaissement du potentiel osmotique du milieu) ou en période de froid (**El-Shatnawi et Turuk, 2002**).

##### 1.3.2.2. Stress thermique

Le stress thermique est l'ensemble des modifications de la physiologie des végétaux lorsque la température s'élève ou s'abaisse au-delà des conditions habituelles. Il diffère selon les espèces et la forme et ampleur du changement de température (**Brinis Amir, 2015**).

La transpiration de la plante augmente avec la température. Au-delà de 30°C, les stomates se ferment, la photosynthèse baisse. Dès 45°C, elle est totalement inhibée (**Greenway et Munns, 1980**). **Feitosa et al (2001)** ont montré qu'au-dessous de 50°C, il y a une perturbation dans les interactions protéine-lipides des membranes. Le stress thermique abîme d'abord les membranes, puis les tissus, et induit une contraction/ expansion des cellules.

En réponse à une haute température, certaines plantes, augmentent la concentration en lipides de la membrane, et peuvent alors continuer à faire la photosynthèse (**Elmekkaoui, 1990**).

Le froid crée des cristaux de glace dans les cellules ce qui entraîne leur mort, généralement entre -5° C et -15° C. De plus, lorsque le sol est gelé, l'eau n'est plus disponible et cela amène un stress hydrique (**Sotomayor et Correal E, 2000**).

### **1.3.2.3. Stress salin**

Dans le cas du stress salin, la présence de fortes concentrations de sel dans le milieu crée une pression osmotique élevée dans l'environnement racinaire, réduisant la disponibilité de l'eau du sol pour la plante. A ce déficit hydrique s'associe un stress ionique dont l'ampleur dépend de la perméabilité des membranes végétales vis-à-vis des ions, et du niveau de toxicité des ces ions pour l'espèce végétale considérée (**Hamza, 1980**).

Le stress salin, comme beaucoup d'autres stress abiotiques, inhibe la croissance des plantes. Les concentrations élevées de sel causent un déséquilibre des ions (**Zhu J.K, 2001 ; Rontein et al, 2002**).

Les plantes qui croissent sur des sols très salins sont nommées halophytes terme venant du grec halos (sel) et phyton (plante) (**Hopkins, 2003**).

### **1.3.3. Conséquences de la salinité sur la plante**

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont: l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (**Zid E, Boukhris, 1982**).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement. D'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon importantes avec l'augmentation de la salinité (**Khan M A et Gul B, 2005**).

Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire des sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejili et al, 2006**).

### **1.3.4. Mécanismes de tolérance à la salinité**

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (**Piri et al, 1994**). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin. Celles-ci diffèrent selon la catégorie de la plante (**Berthomieu et al, 2003**).

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na<sup>+</sup> s'accumule dans les racines, puis est exclu des feuilles, ces plantes sont dites «excluser». A l'inverse, les plantes tolérantes le NaCl, sont dites «incluser» car elles ont en général des feuilles plus chargées en Na<sup>+</sup> que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (**Haouala et al, 2007**).

#### **1.3.4.1 Exclusion**

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

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

### 1.3.4.2. Inclusion

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (**Berthomieu et al, 2003**), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (**Alem et Amri, 2005**).

L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  sont maintenus contre leur gradient (**Hopkins, 2003**).

### 1.3.4.3. Recirculation

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'aux feuilles vers ses racines, par l'intermédiaire de sa sève descendante par le phloème. Les racines peuvent ensuite recycler le sel à l'extérieur et l'éliminer vers le sol (**Berthomieu et al, 2003**).

## 1.4. Germination

### 1.4.1. Morphologie de la germination

La graine s'imbibe d'eau se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme (gravitropisme) positif. Puis, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut. Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (**Meyer et al, 2004**).

### 1.4.2. Physiologie de la germination

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquérir l'énergie nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées (**Michelle, 1997**).

### 1.4.3. Conditions de la germination

#### 1.4.3.1. Conditions internes

Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (**Jean et al, 1998**).

#### 1.4.3.2. Conditions externes

##### ➤ Eau

Selon **Chaussat et al (1975)**, la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes.

Elle est remise en solution des réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division (**Dominique, 2007**).

##### ➤ Oxygène

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (**Dominique, 2007**).

Selon **Mazliak (1982)**, une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination.

D'après **Meyer et al (2004)**, l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

##### ➤ Température

La température a deux actions :

-Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (**Mazliak, 1982**).

-Soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (**Chaussat et al, 1975**).

➤ **Lumière (photosensibilité des semences)**

La lumière est un facteur l'importance au stade germination, mais lui accorde ne joue souvent qu'un rôle accessoire, sauf chez les graines dont la germination exige obligatoirement des températures élevées (**Cherfaoui, 1987**).

#### **1.4.4. Germination des graines d'*Atriplex halimus***

Les effets de la salinité varient suivant le stade de développement généralement la tolérance à celle-ci augmente depuis la germination jusqu'à la fructification (**Lemée, 1978**).

**Belkhodja et Bidai (2004)**, signalant que la plupart des plantes sont plus tolérantes au sel à la germination qu'à l'émergence et qu'au premier stade de croissance.

La tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle est peut changer en fonction de l'âge physiologique ou du stade de développement de la plante (**Martínez-Fernández et Walker, 2012**).

La salinité est l'un des facteurs environnementaux qui a une influence critique sur la germination des graines des halophytes et des glycophytes (**Katembe et al, 1998**).

**Najar T et al (2011) ; Debez et al (2001)**, ont montré que les graines des halophytes ne germent pas lorsqu'elles sont exposées à des niveaux de salinité élevée.

La plupart des auteurs admettent que le stress salin peut affecter la germination de deux façons :

- En diminuant la vitesse d'entrée de la quantité d'eau absorbée par la graine.
- En augmentant la pénétration des ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (**Côme, 1970**).

Au cours de la germination, les *Atriplex*, comme toutes les halophytes, se trouvent confrontés aux problèmes de salinité. En général, dès que la salinité du milieu augmente la vitesse et le taux de germination baissent (**Belkhodja et Bidai, 2004**).

#### **1.4.5. Croissance de L'*Atriplex halimus***

La croissance est l'augmentation continue de toutes dimensions de la plante : longueur, largeur, diamètre, surface, volume et masse.

Cette augmentation est mesurable dans le temps. La croissance d'une plante entière (ou d'un couvert végétale) fait intervenir en fait deux phénomènes concomitants :

- La croissance en dimension de chacun des organes après leur initiation : c'est la croissance au sens strict.
- La multiplication du nombre de ces organes : c'est la liaison avec le développement.

En effet, la stimulation de la croissance d'*Atriplex halimus* par des salinités faibles est observée seulement dans des conditions de déficit hydrique atmosphérique (**Gale et al, 1970**).

L'accumulation de sels chez les halophytes contribue beaucoup à leur capacité de maintenir une activité durant la période la plus sèche de leur cycle de vie. Le contrôle de l'absorption des ions et des éléments nutritifs dans les cellules par exemple serait basé sur un «point de départ» de la concentration interne ou de la turgescence de la cellule qui donne les signaux pour la régulation de l'afflux des ions selon un mécanisme inconnu. On peut seulement penser que plus élevées sont les concentrations de sel, plus hauts sont ces « point de départ» pour la régulation de l'absorption du sel (**Belkheiri Oumelkheir, 2008**).

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (**Bouaouina et al, 2000**). La salinité des sols et des eaux demeure, pour les régions arides et semi arides, un obstacle majeur à la croissance des végétaux. En effet, les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et/ou à l'effet toxique spécifique des éléments (**Arbaoui et al, 1999**).

Irriguer avec de l'eau chargée en sels réduit la faculté des racines des plantes à puiser de l'eau du sol. Le sel cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines d'extraire l'eau du sol. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (**Maillard, 2001**). Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines d'*Atriplex halimus* (**Jabnour M, 2008**).

#### **1.4.6. La proline**

La proline ou l'acide pyrrolidine 2-carboxylique ( $C_5H_9O_2N$ ) est l'un des vingt principaux acides aminés naturels qui entrent dans la constitution des protéines (**Ouerghi et al, 1998**).

Cet amino-acide s'accumule sous l'action du sel, du stress hydrique et du froid, cette accumulation peut être accompagnée par d'autres acides aminés comme l'alanine,

l'asparagine, la glutamine, la sérine ou la glycine ainsi que certains carbohydrates (**Francllet et al, 1971**). Leur structure chimique présentent des affinités pour les groupements carbonés des protéines, protègeraient leur intégrité structurale (**Calu, 2006**).

Plusieurs auteurs associent l'accumulation de la proline à la résistance des plantes aux contraintes du milieu. Elle sert de critère de résistance aux stress biotiques et abiotiques et peut expliquer au mieux la stratégie d'adaptation de ces plantes (**Rontein D,G.Bass et AD.Hanson, 2002**).

### 1.4.7. Les protéines

Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont formées d'une ou de plusieurs chaînes polypeptidiques. Chacune de ces chaînes est constituée de l'enchaînement de résidus d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. La production des protéines de stress chez les plantes fait partie de la stratégie moléculaire de la tolérance au stress salin, pouvant avoir un rôle de protection et de nettoyage, tels que les protéines LEA (Late Embryogenesis Abundant) qui assurent la protection de l'ensemble vitales des protéines cellulaires dans le stress hydrique, en réponse à la production des molécules qui peuvent détruire les cellules durant le stress (**Alem Amri, 2005**).

## 1.5. Intérêts des *Atriplex*

### 1.5.1. Mise en valeur des sols salés

Les plantations d'*Atriplex* peuvent permettre la récupération des zones salées surtout avec l'*Atriplex halimus* qui est particulièrement résistant au NaCl (**Ben Ahmed et al, 2008**). Il est possible d'extraire d'un hectare 1100 Kg de NaCl en une année de culture. Les *Atriplex* sont donc des plantes qui peuvent être utilisées dans les régions menacées par la salinité (**Francllet et Le Houérou, 1971**).

D'après **Le Houérou et Pontanier (1986)**, les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont: *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *Atriplex repanda*; *Atriplex atacamensis*; *Atriplex mollis*; *Atriplex embiccata*; *Atriplex halimus*; *Atriplex canescens*; *Atriplex vesicaria*. Selon ces auteurs, cinq espèces seulement présentent un réel intérêt pratique dans un avenir immédiat: - *Atriplex nummularia*; *Atriplex halimus*; *Atriplex canescens*; *Atriplex glauca*; *Atriplex mollis*.

### 1.5.2. Fixation des dunes

L'emploi des *Atriplex* s'est révélé efficace pour la fixation des dunes. Selon **Francllet et Le Houérou (1971)**, des boutures racinées d'*Atriplex nummularia* ont maîtrisé l'épandage des sables dans la région de Rekkada (Tunisie).

En Algérie des essais réalisés sur le cordon dunaire de la région de Djelfa, Boussaâda avec plusieurs espèces d'*Atriplex* semblent donner un résultat satisfaisant (**Kaplan et al, 2002**).

### 1.5.3. Mise en valeur des sols pauvres

Les *Atriplex* sont les arbustes les mieux adaptées aux régions arides et aux sols pauvres. D'autre part, la couverture d'*Atriplex* accroît considérablement la perméabilité des sols et l'augmentation de drainage dans les horizons superficiels. Elle permet la reconstitution d'un tapis végétal herbacé (**Maillard, 2001**).

Les *Atriplex* permettent également de remettre en état de nombreux pâturages à flore et sols dégradés. Les semis effectués à Souassi (Tunisie) montrent que ce résultat peut être atteint rapidement et à peu de frais. Il importe surtout de disperser des quantités considérables de semences que nécessitent ces opérations. Les espèces à utiliser dans ces conditions sont *Atriplex glauca* et *Atriplex halimus* (**Said et al, 2008**).

### 1.5.4. Intérêts fourragères

L'*Atriplex* est un arbuste fourragère qui a été introduit tant avec l'objectif de combler le déficit alimentaire du bétail que pour améliorer le contenu protéique du régime, ainsi qu'en raison de leur grande adaptation aux sols salins et de leur grande efficacité dans l'utilisation de l'eau principalement liée au métabolisme de type C4. L'augmentation de la production fourragère dans les zones à forte intensité de charge, représente la principale stratégie pour la réduction du risque d'érosion lié aux conditions de dégradation dues au sur brouillage (**Smail Saadoun N, 2005**).

L'*Atriplex* constitue en période de sécheresse, un fourrage apprécié des camélidés et particulièrement des ovins et des caprins (**Kinet et al, 1998**).

L'*Atriplex halimus* est très apprécié. Cette appétibilité croît avec l'entrée en maturation des graines (juillet) et devient forte dès le mi- septembre pour s'annuler à la fin de décembre. Il

est donc préférable de ne pas pâturer les espèces d'*Atriplex* durant l'hiver et le printemps (**Djellakh F, 2015**).

**Le Houérou (1992)** soutient qu'au moins 45 % de la fraction de azote digestible éliminé est de l'azote non protéique. Environ 50 % de celui-ci est représenté par les glycine-betaines, qui peuvent être dégradées par la microflore du rumen uniquement en présence d'une énergie suffisante pour le développement des micro-organismes et lorsque les animaux sont habitués à un régime riche en sels.

### 1.5.5. Intérêts médicinales

Selon **Dutuit et al (1991)**, l'*Atriplex halimus* L. est utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle. En effet, elle agit sur la maladie du sommeil (trypanosomiase), et possède également un effet antidiabétique notamment sur la diabète type 2, car selon **Dey et al (2002)**, 3g/jour de feuille d'*Atriplex halimus* L. diminue le taux du glucose dans le sang.

**Said et al (2008)** rapportèrent que l'utilisation du « Glucolevel » un médicament formé par l'association d'extraits des feuilles de 4 plantes à effet antidiabétique à savoir, *Atriplex halimus*, *Olea europea* et *Juglans regia*, agissent positivement sur le diabète type 2 sans effets secondaires.

D'autre part les jeunes pousses et les feuilles d'*Atriplex halimus* L. étaient déjà consommées par les Egyptiens et les Grecs et en Angleterre où on conservait les feuilles dans du vinaigre à la manière des cornichons. Les jeunes pousses et les feuilles un peu charnues ont une saveur salée due au milieu où elles croissent, elles sont bonnes crues, dans les salades composées qu'elles relèvent alors que mangées seules, l'espèce a une tendance à irriter la gorge. Sa décoction donne une teinture rouge. D'emploi analogue à celui du henné pour les mains et les pieds (**Bellakhdar, 1997**).

### 1.5.6. Production d'énergie

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

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

# *Chapitre II*

## *Matériels et méthodes*

### 2.1. Objectif

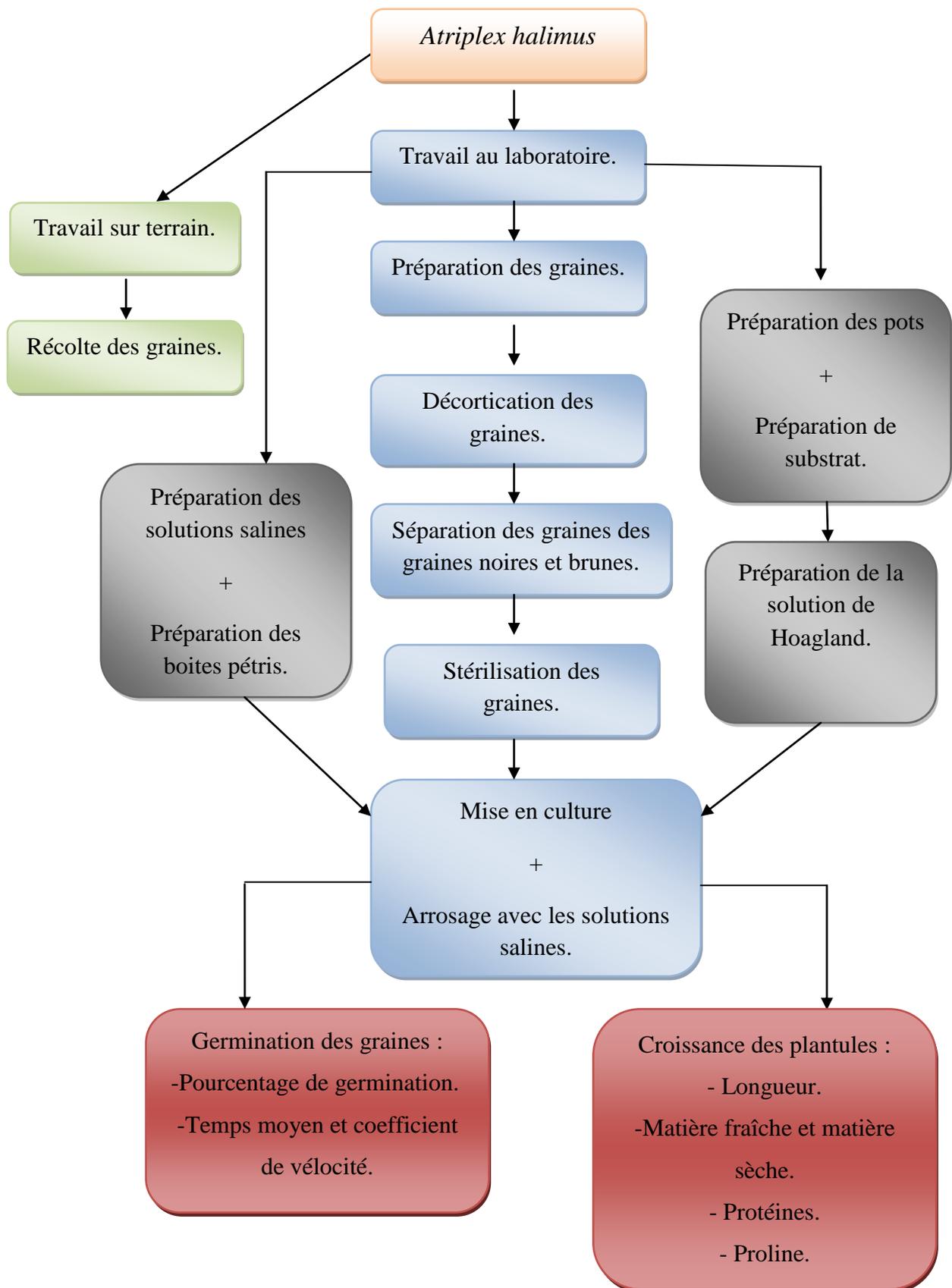
En Algérie la salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale par l'accumulation des sels dans les horizons des sols qui peut engendrer une dégradation des caractéristiques physiques des sols . La salinité est aussi un facteur de désertification qui ne cesse d'intéresser les chercheurs.

Comme une solution à ce problème, ils ont tenu compte de la possibilité de valoriser les sols salés par la culture des plantes résistantes aux conditions salines et qui présentent un intérêt agricole tels que *l'Atriplex halimus*.

Ce dernier qui est un excellent fourrage, est menacé de se disparaître et de se dégrader d'une année à l'autre, par les activités humaines, la pollution et le surpâturage.

Notre travail s'intéresse à deux stades très sensibles qui sont la germination et la croissance d'*Atriplex halimus* en présence de différentes concentrations de sels et l'extrait des valves fructifères, afin de déterminer le seuil critique de cette espèce sous l'effet du stress salin.

## 2.2. Protocole expérimentale



## 2.3. Choix du site

### 2.3.1. Site Matarba

Le site est situé à Mostaganem. 342 km à l'ouest du capital (Alger) en Algérie.

**Latitude : 35 ° 56'47.01''**

**Longitude : 0 ° 5'9.76''.**



**Photo N° 07:** Satellitaire du site Matarba Mostaganem, ([www. Google Earth](http://www.GoogleEarth), 2019).

Le site Matarba est caractérisé par des touffes bien développés et distribués on a remarqué une diminution de nombre de ces dernières lors de notre rapprochement du bord de la mer dont ils forment un fourré dense, ou les touffes reçois directement les embruns marins .Le sol du site est sableux avec un taux élevé du calcaire et du sel et une humidité très élevée 85 %, les touffes présente une dégradation très avancée et une pollution alarmante ab ase de béton et du plastique.

Une richesse en biodiversité présenté par une tels que les fourmis et les escargots, une flore à base d'halophytes et graminées.

**Tableau N° 04:** Les espèces présentes dans le site Matarba Mostaganem (Zahi et Lamara, 2019).

<i>Familles</i>	<i>Espèces</i>
<i>Apiacées (ombellifères)</i>	<i>Daucus carota L.</i>
<i>Astéracées (composées)</i>	<i>Anthemis maritima L.</i>
	<i>Bellis perennis</i>
<i>Amaranthacées</i>	<i>Salsola soda L.</i>
	<i>Salicornia europaea L.</i>
<i>Urticacées</i>	<i>Urtica dioica L.</i>



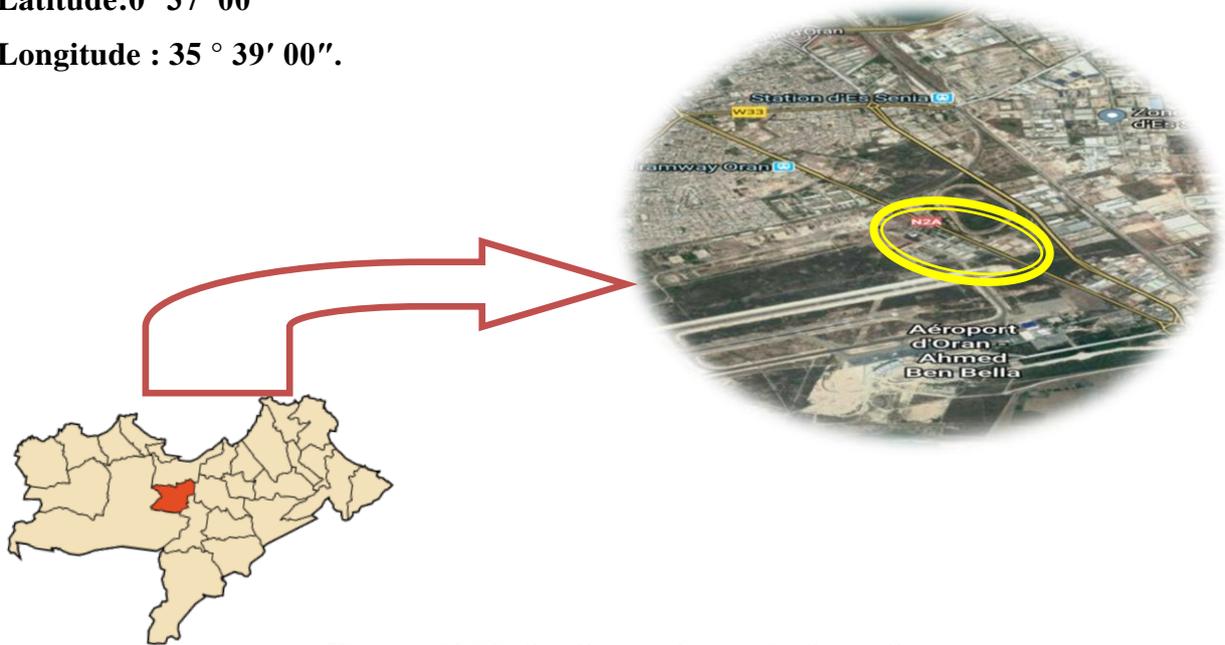
**Photos N° 08 :** Site de Matarba Mostaganem (Zahi, 2019).

### 2.3.2. Site Es Senia

Le site se trouve à Oran, 415 km à l'ouest du capital (Alger) en Algérie.

**Latitude:** 0° 37' 00"

**Longitude :** 35 ° 39' 00".



**Photos N° 09:** Satellitaire du site Es Senia Oran (www. Google Earth, 2019).

Le site se caractérise par un sol argileux avec dominance de touffes dense marqué par surpâturage et la pollution une richesse floristique à base d'arbres et arbrisseaux Acacia, l'Alfa et les halophytes.

**Tableau N° 05:** Les espèces présentes dans le site Es Senia Oran (Lamara, 2019).

<i>Familles</i>	<i>Espèces</i>
<i>Amaranthacées</i>	<i>Suaeda</i>
<i>Astéracées (composées)</i>	<i>Bellis perennis</i>
<i>Urticacées</i>	<i>Urtica dioica L.</i>



**Photos N° 10: Site Es Senia (Lamara, 2019).**

#### **2.4. Choix du matériel végétal**

Le matériel végétal retenu pour notre essai est constitué par les graines de l'espèce *Atriplex halimus L* ; sont collectées le 05-02-2019 du site Matarba (Mostaganem) et le 10-02-2019 du site d'Es Senia (Oran).

Les graines sont choisies selon la taille et l'état sanitaire, elles sont séparées manuellement des valves fructifères et divisées en graines noires et brunes.

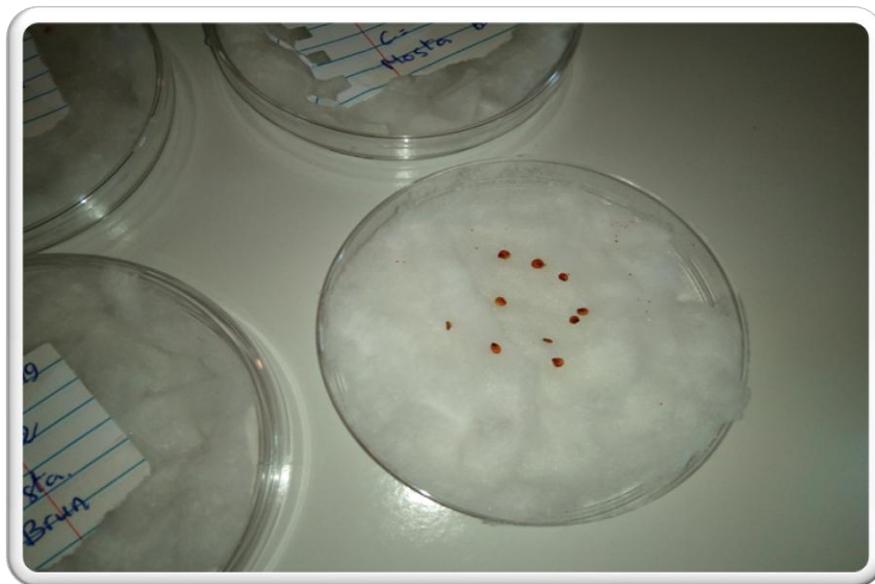


**Photos N° 11: Récolte des graines site Oran (Zahi, 2019).**

### 2.5. Préparation des boîtes de pétri

Les boîtes de pétri utilisées sont des boîtes stériles de 10 cm de diamètre 1 cm d'épaisseur, dans chacune des boîtes, nous avons placé 10 graines sur du coton imbibé de solutions salines de différentes concentrations, le nombre de répétition était de deux boîtes pour chaque traitement

Les boîtes pétris sont placées dans des conditions où les principaux paramètres (température- photopériode hydrométrie) ont permis d'assurer un bon environnement à la culture.



**Photos N° 12:** Test germinatif (Zahi ,2019)

### 2.6. Préparation des graines

Les graines sont stérilisées en utilisant un bain d'eau de javel 10 % durant 5 minutes puis rincées à l'eau distillée. En suite trempage dans un bain d'Alcool durant 1 minutes et rinçage plusieurs fois à l'eau distillée.



**Photos N° 13:** Préparation des graines d'*Atriplex halimus* (Zahi et Lamara ,2019)

Graine site Mostaganem: graine noire  $\longrightarrow$  2 mm, graine brune  $\longrightarrow$  3 mm.

Graine de site Oran: graine noire  $\longrightarrow$  1 mm, graine brune  $\longrightarrow$  2 mm.

## 2.7. Préparation des solutions salines

En mélangeant deux sels différents : le chlorure de sodium (NaCl) et le chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) à volume égal (V/V) préparées dans un litre d'eau distillée. Nous avons préparé six concentrations différentes (100, 200, 300, 400, 500, 600 mmol), un témoin préparé à base d'eau distillée et un extrait dont on a mélangé 5g des valves fructifères avec 50 ml d'eau distillée et laisser agiter plusieurs heures.

**Tableau N° 06 :** Composition de la solution saline (Côme, 1970).

Mmol	100	200	300	400	500	600
Nacl (mmol)	100	200	300	400	500	600
g/l	5,84	11,68	17,53	23,37	29,22	35,06
$\text{CaCl}_2$ (mmol)	100	200	300	400	500	600
g/l	5,54	11,08	16,64	22,19	27,74	33,29

Le taux de germination est calculé en comptant le nombre des graines germées chaque jour, le critère de germination retenue correspond au moment où la radicule a percé les enveloppes (Côme, 1970).

Le taux est calculé par la relation suivante :

$$G\% = L/S \times 100$$

- (G) : Pourcentage de germination.
- (S) : Nombre de graines germées.
- (L) : Nombre total des graines.

## 2.8. Vitesse de germination

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

- Le taux de germination obtenu à un moment donné.
- Le temps nécessaire à l'obtention de 50 % de germination.
- Le coefficient de vélocité (Cv) proposé par Kotowski (1926) avec un temps moyen de germination (Tm).

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

$$Tm = N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn / N1 + N2 + N3 + \dots + Nn$$

**N1 : Nombre de graines germées au temps T1**

**N2 : Nombre de graines germées au temps T2**

**N3 : Nombre de graines germées au temps T3**

**Nn : Nombre de graines germées au temps Tn**

Nous avons retenu la formule de Kotowski consistant à calculer le Coefficient de Vélocité et le Temps moyen de germination.

## 2.9. Croissance et stress salin

### 2.9.1. Stérilisation du matériel végétal

On a suivi le même protocole utilisé pour la germination et stress salin.

### 2.9.2. Composition du substrat

Le substrat est composé de 2/3 de sable stérilisés et 1/3 de tourbe.

#### 2.9.2.1. Sable

Le sable utilisé comme un élément du substrat, récupéré du bord de la plage de Matarba a subi plusieurs préparations et lavages selon les étapes suivantes:

- Un tamisage approprié à l'aide d'un tamis de diamètre 2 mm afin de supprimer les différents débris et déchets dans le but d'obtenir un sable fin.
- Des lavages successifs à l'eau ordinaire.
- Trempage dans un bain d'hypochlorite de sodium à 10 % durant 4 heures.
- Des rinçages répétés à l'eau distillée afin d'essayer d'éliminer toute trace de chlore.
- Enfin, le sable est séché dans l'étuve à (120° C pendant 25 minutes).



**Photos N° 14:** Stérilisation du sable (Lamara ,2019).

### 2.9.2.2. La tourbe

Tourbe de sphaigne, terreau d'écorces compostées, fumier.

Matière sèche/produit brut: 30 %

Matière organique/ produit brut 20 %

Ph =5.9

La résistance=2000  $\Omega$

La capacité de rétention en H<sub>2</sub>O=330 g pour 100 g MS.

### 2.9.3. Solution nutritive

La solution nutritive utilisée pour l'arrosage au courant de l'expérimentation a été préparée à partir de celle de celle de **Hoagland (1938)**, elle est apporté trois fois par semaine. Elle se compose d'un ensemble de macroéléments et de micro-éléments.

**Tableau N° 07:** Composition de la solution nutritive de **Hoagland (1938)**.

Composition	Formulation	Poids (g/l)
Nitrate de potassium	KNO <sub>3</sub>	191.90
Nitrate de calcium	(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca, 4H <sub>2</sub> O	129.80
Nitrate d'Ammonium	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	210.00
Sulfate de magnésium	SO <sub>4</sub> Mg.7H <sub>2</sub> O	61.50
Phosphate mono potassique	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> K	54.40
Hydrogénophosphate- di-potassium	PO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> H. 3H <sub>2</sub> O	34.23
Chlorure de manganèse	Cl <sub>2</sub> Mn, 4H <sub>2</sub> O	1.80
Sulfate de cuivre	CuSO <sub>4</sub> ,5H <sub>2</sub> O	0.176
Sulfate de zinc	ZnSO <sub>4</sub> ,7H <sub>2</sub> O	0.219
Acide borique	BO <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	2.861
Molybdate d'ammonium	MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> (NH <sub>4</sub> ),7H <sub>2</sub> O	0.285
Complexe ferrique	EDTA ferrique (C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> FeN <sub>2</sub> NaO <sub>8</sub> )	0.050

### 2.9.4. Préparation des pots

Les pots utilisés sont en plastiques de 4 cm de diamètre et 8.5 cm de hauteur, qui sont remplis par 54 g du substrat où on a semés 3 graines par pot.

Il faut connaître la capacité de rétention de ce dernier afin de calculer les quantités à apporter au moment des arrosages de la solution nutritive et des solutions salines (Préparation des solutions).

L'arrosage se fait en 3 étapes :

1<sup>er</sup> étape: par l'eau distillée dès que le substrat apparaît sec.

2<sup>ème</sup> étape: tous les deux jours à la solution nutritive de **Hoagland (1938)**, à 60 % de la capacité de rétention.

3<sup>ème</sup> étape: tous les deux jours à la solution saline pour le stress salin.

### 2.9.5. Prélèvement des échantillons

Prélèvement et préparation du matériel végétal pour les analyses: après avoir déterrés les plantules soigneusement, rincés rapidement à l'eau distillée, Afin d'éviter toute contamination avec le substrat de culture, les pesés, puis les séchés à l'aide d'un étuve pendant 48 heures à 80° C et repesés une autre fois.



**Photos N° 15:** Préparation des pots de culture (**Lamara ,2019**).

## 2.9.6. Extraction et dosage des protéines

### 2.9.6.1. Préparation du tampon

En effectue un mélange des deux solutions (13.6 g/l de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  Solution d'un pH acide et 17.4 g/l de  $\text{K}_2\text{H PO}_4$  Solution d'un pH Basique) de façons à obtenir une solution à pH 7, qui est le tampon phosphate (0.1 mol).

### 2.9.6.2. Extraction proprement dite

5 g de feuilles sont broyées au mortier, placés sur une plaque froide pour travailler constamment au froid, on a joute 20 ml de tampon permet de provoquer une bonne dissolution de la matière végétale, afin de faciliter l'extraction des protéines. Le broyat, est récupéré dans un tube à essai et ensuite centrifugé 15 min a 8000 tours par minute, le surnageant est récupéré dans un tube à essai, le culot est rejeté.

Les protéines solubles sont dosées d'après la technique de **Bradford (1976)**, une courbe d'étalonnage établie d'abord à l'aide de quantité croissante de sérum de l'ovalbumine (1mg/ml) à différentes concentrations:

**Tableau N° 08:** Les différentes concentrations de l'ovalbumine **Bradford (1976)**.

Concentration de l'ovalbumine	0.00	0,01	0.02	0.03	0.04	0.05
Eau distillée (ml)	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05

### 2.9.6.3. Préparation du réactif de Bradford

100 mg de bleu de Coomassie G250 (SERVA) sont dissous dans 50 ml d'éthanol 95 %, on a joute 100 ml d'acide phosphorique 85 %, le mélange est ajusté à 1000 ml d'eau distillée.

On prend 0.1 ml de l'extrait obtenu, auquel on ajoute 2 ml du réactif de **Bradford** et 29 ml de solution tampon à pH = 7. Après 2 min la solution est mise en agitation pendant une heure, on procède au dosage des protéines par la lecture de la densité optique à une longueur d'onde 595 nm sur spectrophotomètre.

La quantité de protéines est déterminée de la façon suivante : sur la courbe étalon préétablie (**voir annexe**), on détermine les quantités de protéines en mg/ml à partir des D.O (densité optique) obtenus au dosage.

La teneur en protéines en mg/g de matière fraîche se détermine de la manière suivante :

Protéine en mg /g M.F= Quantité de protéine (mg) x 200 / Poids d'échantillon (g)

200 : Coefficient de dilution

M.F : Matière fraîche

### 2.9.7. Extraction et dosage de la proline

La technique utilisée pour le dosage de la proline est celle de **Monneveux et Nemmar (1986)** :

On pèse 100 mg du végétale (*Atriplex halimus*) coupé en petites morceaux et introduit dans un tube à essai, au quel on ajoute 2 ml de méthanol à 40 % l'ensemble et ensuite chauffé au bain-marie à 80° C pendant 60 min, les tubes sont recouvert du papier aluminium pour éviter la volatilisation de l'alcool.

Après refroidissement, on prélève 1ml de la solution, au quel on ajoute 1ml d'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH) et 1ml de mélange modifier contenant (120 ml d'eau distillée + 300 ml d'acide acétique + 80 ml d'acide ortho phosphorique) et 25 mg de ninhydrine.

Les solutions sont portées a ébullition pendant 30 min, elles virent au rouge après refroidissement, on ajoute 5ml de toluène, après agitation deux phases se séparent :

- La phase inférieure sans proline.
- La phase supérieure qui contient la proline cette phase est ensuite récupérée et déshydratée par l'adjonction de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Enfin, on procède à la détermination des densités optiques des échantillons à la longueur d'onde 528 nm après étalonnage de l'appareil par le mélange (acide acétique + eau distillée+ acide ortho phosphorique+ ninhydrine).

Les valeurs obtenues sont reportées sur la courbe d'étalonnage (**voir annexe**) :

$$Y = 0,042 X + 0,158$$

Y : densité optique (DO), X : concentration en proline.

# *Chapitre III*

## *Résultats et discussions*

### 3.1. Salinité et germination

#### 3.1.1. Effet du stress salin sur la germination



Photo N° 16 : Graine noire et brune site Mostaganem (Zahi et Lamara, 2019).

#### 3.1.1.1 Germination des graines brunes *Atriplex halimus* sous stress salin site Mostaganem

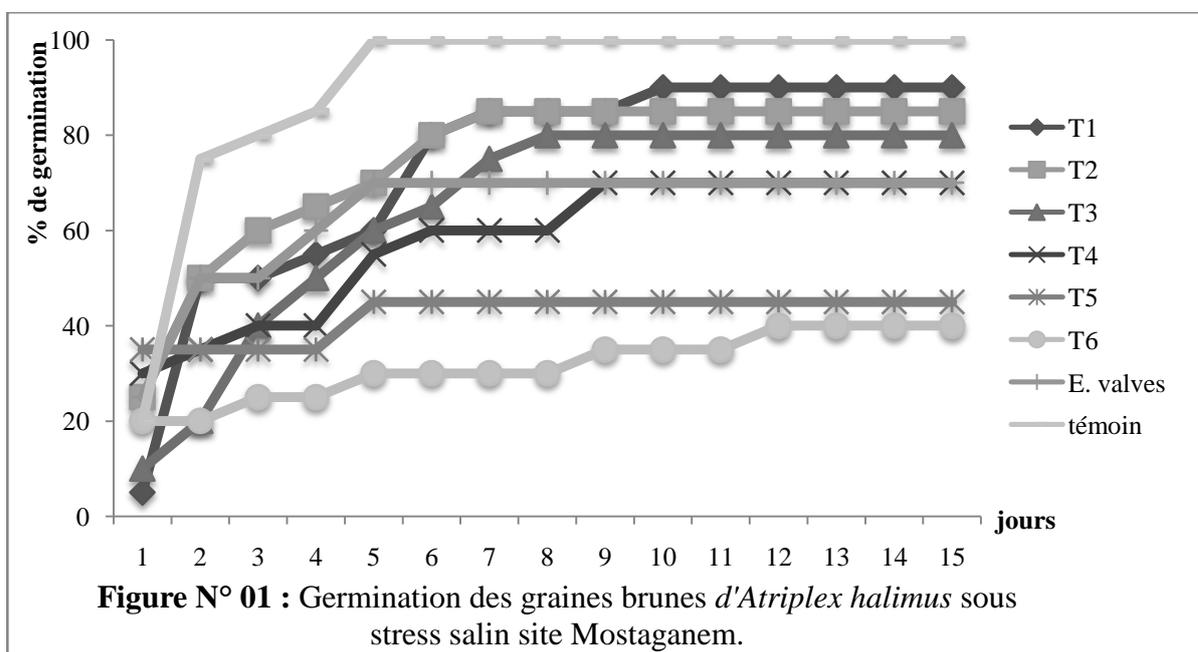


Figure N° 01 : Germination des graines brunes *Atriplex halimus* sous stress salin site Mostaganem.

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol ; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol ; E. valves : extrait des valves fructifères.

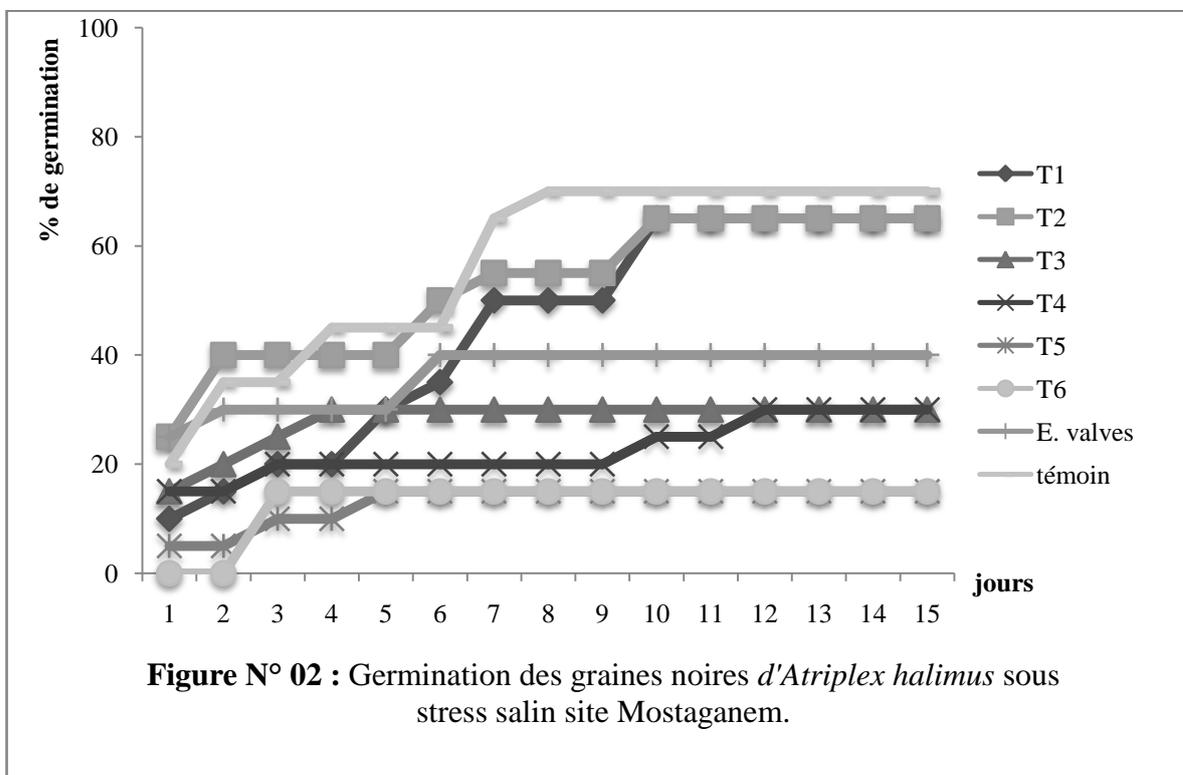
D'après la **figure N° 01** on enregistre un taux de 100 % de germination pour témoin 0 mmol le cinquième jour.

Le taux de germination pour le traitement 100 mmol est de 90 % le dixième jour; pour le traitement de 200 mmol le taux de germination est de 85 % le septième jour.

Les traitements de 300 mmol, 400 mmol et l'extrait des valves fructifères présentent un taux de 70 % et 80 %.

Par contre, on enregistre un taux moins élevé de 45 % le cinquième jour pour le traitement de 500 mmol, et 40 % pour le traitement de 600 mmol le douzième jour.

### 3.1.1.2. Germination des graines noires *Atriplex halimus* sous stress salin site Mostaganem



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 02** on remarque que le taux de germination est de 70 % au huitième jour pour le témoin.

Le traitement de 100 mmol et 200 mmol présentent un taux de germination de 10 % et 25 % le premier jour, et un taux de germination de 65 % le dixième jour.

Un pourcentage de 25 % a été observé pour les graines arrosées avec l'extrait de valves fructifères au premier jour, et de 40 % le sixième jour.

Sous les traitements de 300 mmol et 400 mmol, les taux de germination enregistrés sont de 30 %.

Les traitements 500 mmol et 600 mmol enregistrent un taux bas de germination de 15 % et avec un retard dans la germination de deux jours pour le traitement de 600 mmol.



Photo N° 17 : Graine noire et brune site Oran (Zahi et Lamara, 2019).

### 3.1.1.3. Germination des graines brunes *Atriplex halimus* sous stress salin site Oran

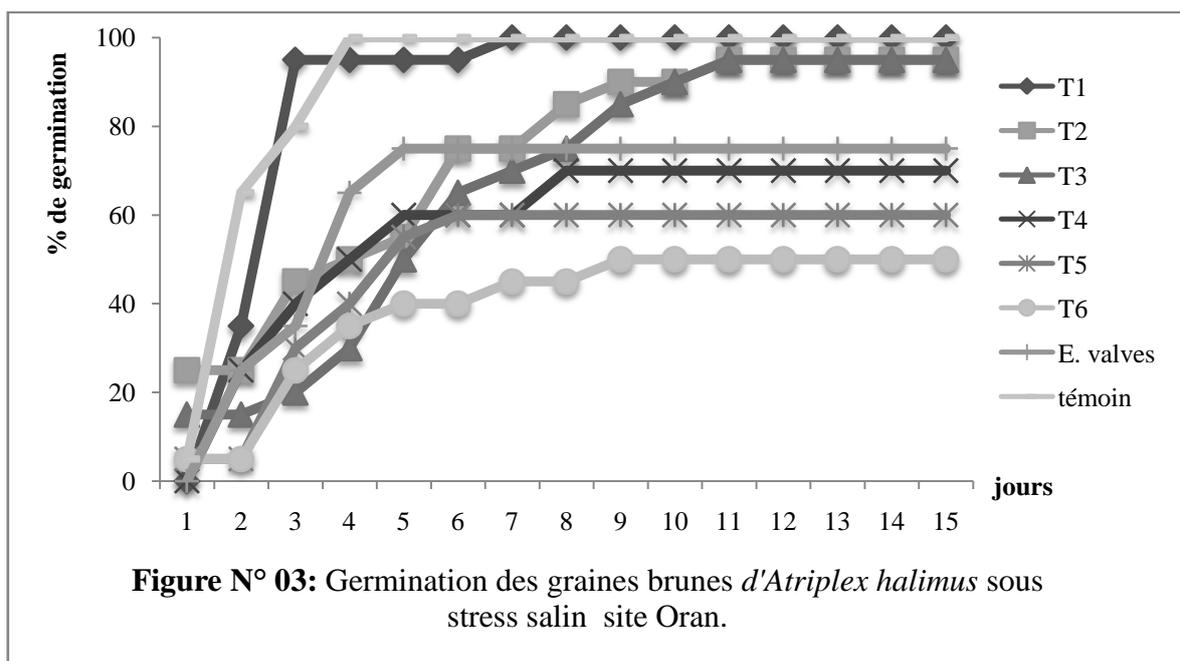


Figure N° 03: Germination des graines brunes *Atriplex halimus* sous stress salin site Oran.

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

La **figure N°03** nous montre que la germination est plus rapide, le quatrième jour on remarque un taux de germination de 100 % sous traitements de 100 mmol et le témoin.

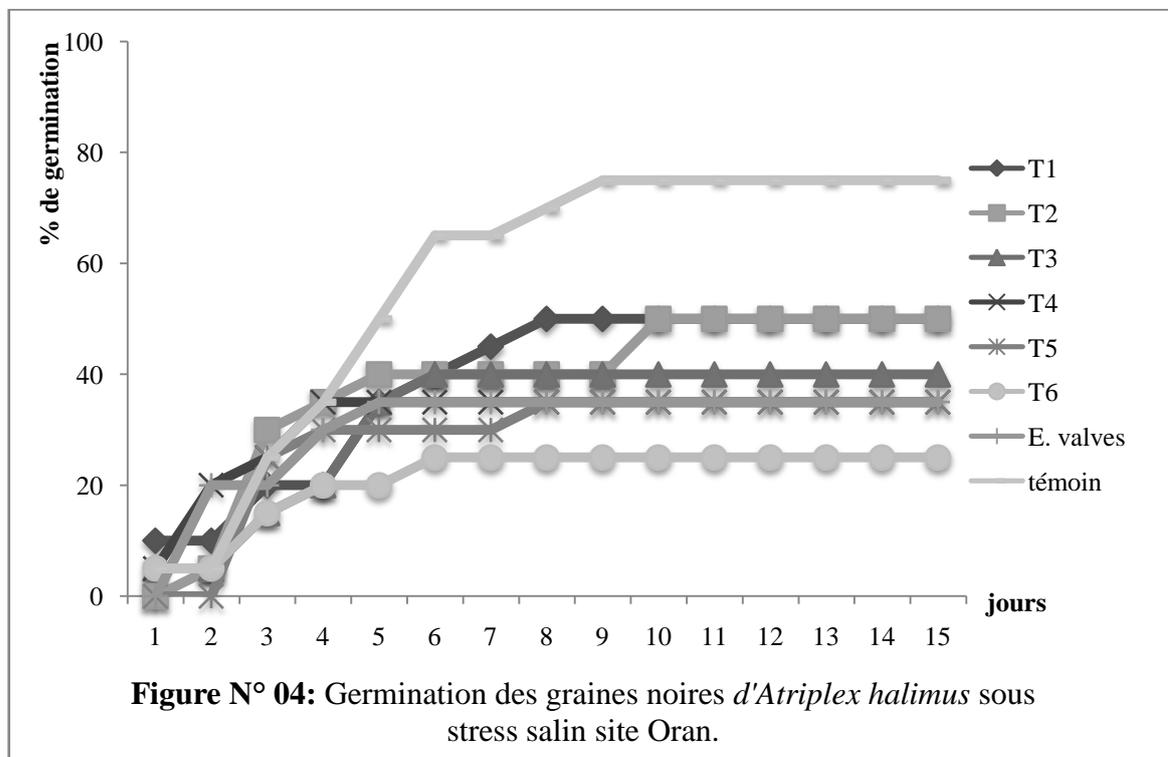
Pour les concentrations de 200 mmol et 300 mmol, on enregistre un taux de germination 25 % et 15 % le premier jour, les taux de germination atteignent 95 % le onzième jour.

Les graines imbibées par l'extrait des valves fructifères enregistre un taux de germination de 25 % au deuxième jour, et atteint le maximum de 75 % au cinquième jour.

Sous le traitement de 400 mmol et 500 mmol, on remarque un retard dans la germination d'un jour et un taux de 70 % et 60 % le sixième et le huitième jour.

Un pourcentage de 25 % a été observé pour le traitement de 600 mmol le troisième jour, et atteint 50 % le neuvième jour.

#### 3.1.1.4. Germination des graines noires *Atriplex halimus* sous stress salin site Oran



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 04** on remarque que le taux de germination du témoin est de 5 % les deux premiers jours, ce taux atteint un maximum de 75 % au neuvième jour.

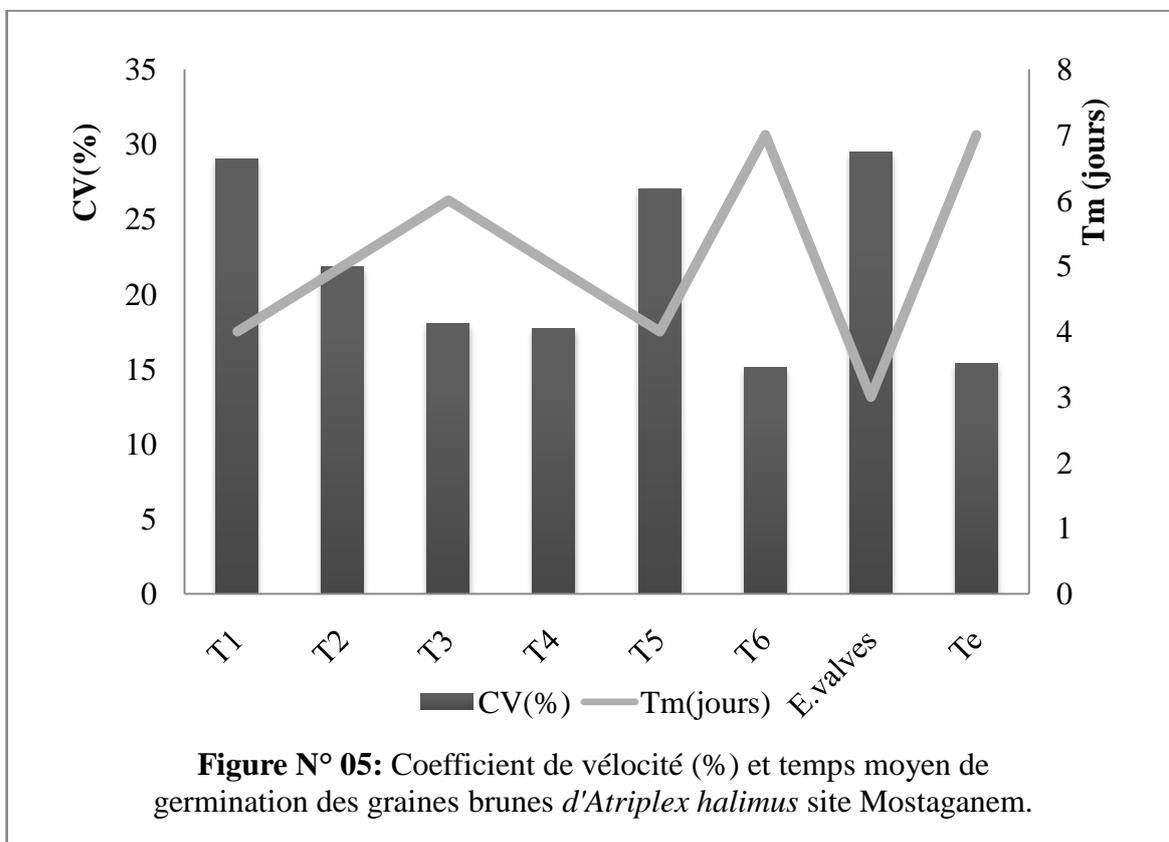
On remarque que pour les concentrations 100 mmol, 200 mmol et 300 mmol, le taux de germination est entre 40 % et 50 % le cinquième jour et le huitième jour.

Pour l'extrait des valves fructifères, et les traitements de 400 mmol et 500 mmol, on observe un taux de germination de 20 % le deuxième jour pour l'extrait des valves fructifères et le traitement de 400 mmol; et de 25 % pour le traitement de 500 mmol qui présente un taux de 35 % le huitième jour.

Le pourcentage le plus faible est de 25 % qui correspond à une concentration de 600 mmol.

### 3.1.2. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination

#### 3.1.2.1. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes d'*Atriplex halimus* site Mostaganem



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

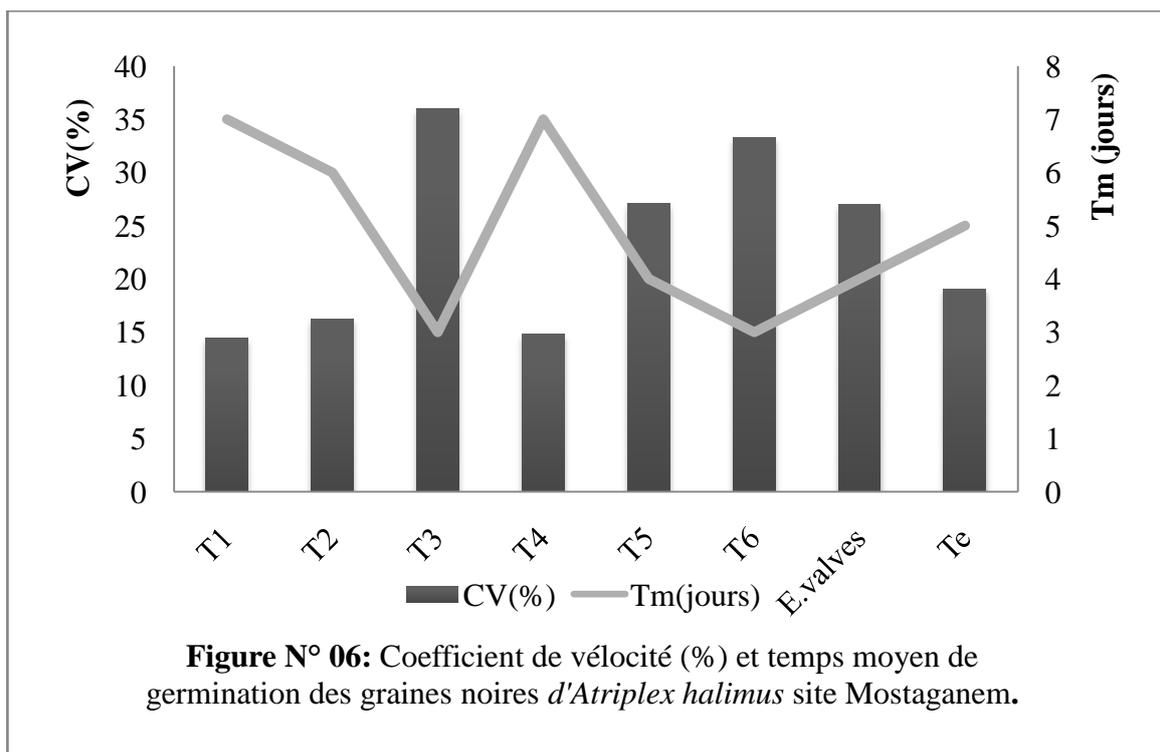
T6 : 600 mmol ; Te : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

D'après La **figure N° 05** on observe que le coefficient de vélocité le plus élevé des graines brunes de Mostaganem est celui de l'extrait des valves fructifères 29.47 % avec un temps moyen de germination le plus rapide qui est de trois jours.

Pour les autres traitements le temps moyen varie entre quatre et six jours avec un coefficient de vélocité entre 15.37 % et 29 %.

Le coefficient de vélocité le moins élevé est de 15.09 % pour le traitement de 600 mmol avec un temps moyen de germination de sept jours donc la germination est plus lente.

### 3.1.2.2. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires d'*Atriplex halimus* site Mostaganem



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

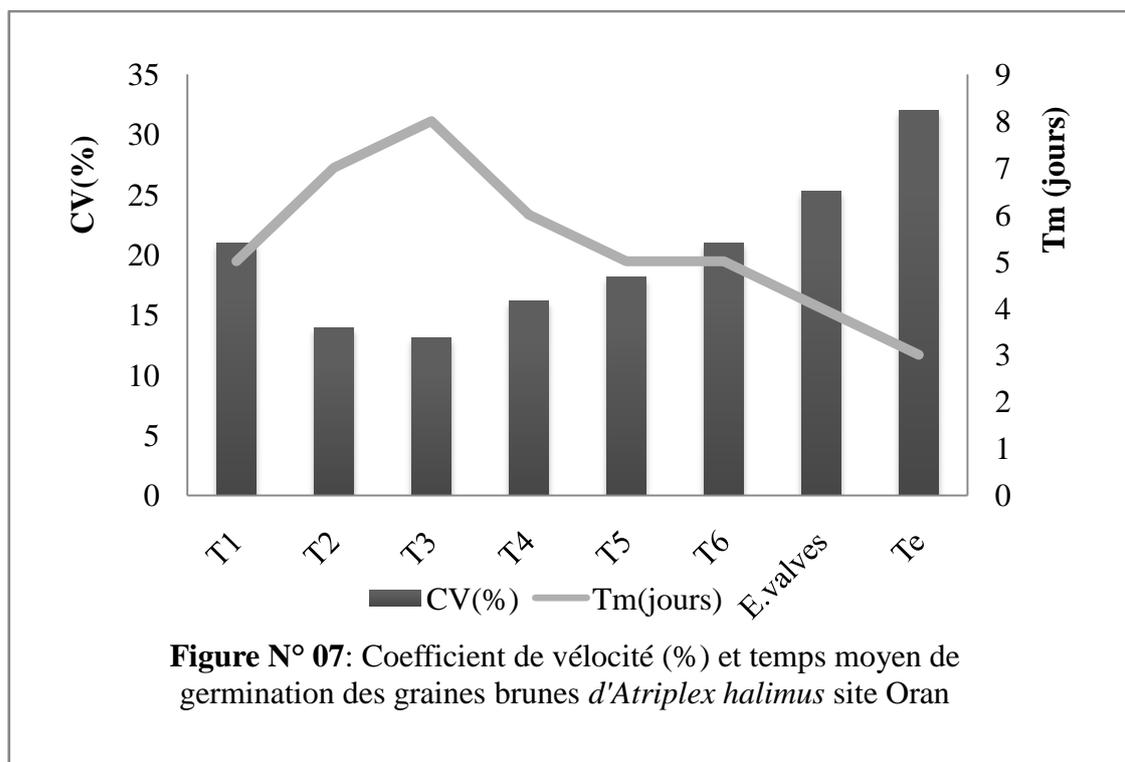
T6 : 600 mmol ; Te : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

La **figure N° 06** montre que le coefficient de vélocité le plus élevé des graines noires de Mostaganem est 36 % pour le traitement de 300 mmol, suivi par le traitement de 600 mmol qui est de 33.33 %.

On enregistre un coefficient de vélocité varie entre 16.28 % et 28.12% pour le traitement 200, 400, 500 mmol, l'extrait des valves fructifères et le témoin (0 mmol) avec un temps moyen de germination : quatre, cinq, six et sept jours.

Le coefficient de vélocité le moins élevé est 14.43% pour le traitement de 100 mmol avec un temps moyen de germination de sept jours.

### 3.1.2.3. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines brunes d'*Atriplex halimus* site Oran



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

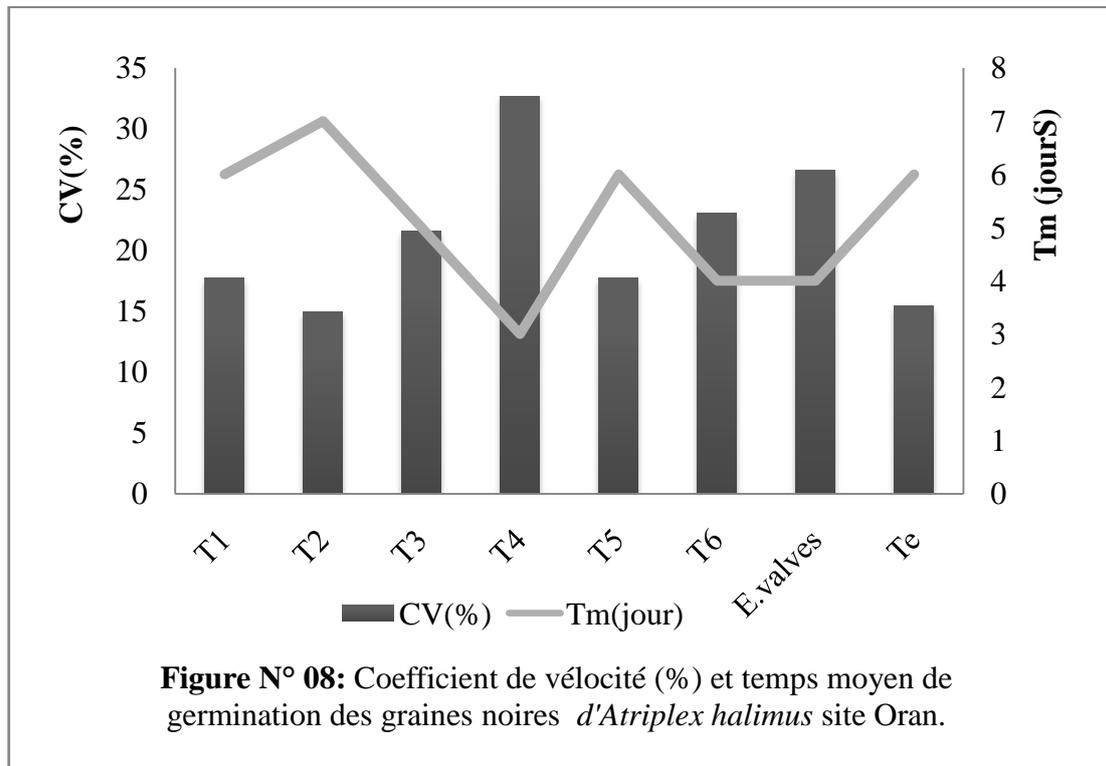
T6 : 600 mmol ; Te : 0 mmol; E. valves : extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 07** on observe que le coefficient de vélocité le plus élevé est de 32 % pour le témoin 0 mmol avec un temps moyen de germination le plus rapide de trois jours.

Pour les autres traitements, on enregistre un coefficient de vélocité varie entre 13.07 % et 25.31 % avec un temps moyen de quatre à sept jours.

Le traitement 300 mmol présente un ralentissement dans la germination où on enregistre un coefficient de vélocité le moins élevé de 13.07 % avec un temps moyen de huit jours.

### 3.1.2.4. Coefficient de vélocité et temps moyen de germination des graines noires d'*Atriplex halimus* site Oran



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol ; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Te : 0 mmol ; E. valves : extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 08** on remarque que le coefficient de vélocité le plus élevé est de 36.69 % pour le traitement 400 mmol avec un temps moyen plus rapide de trois jours.

Pour les traitements: 100 mmol, 300 mmol, 500 mmol, 600 mmol, l'extrait des valves fructifères et le témoin (0 mmol), on observe un coefficient de vélocité entre 15.42 % et 26.58 % avec un temps moyen qui varie entre quatre à six jours.

Le coefficient de vélocité le moins élevé est de 14.95 % pour le traitement de 200 mmol avec un temps moyen de sept jours le plus lent par rapport aux autres traitements.

### *Discussion*

L'Algérie est un pays très touché par la sécheresse, observée depuis longtemps, a conduit manifestement au processus de salinisation des sols. La sécheresse et salinité, ont modifié la stabilité des écosystèmes et sont en grande partie causes de la désertification des sols (**Abdul, W, 2014**).

Sous ces conditions, la physiologie des plantes est perturbée, certaines espèces spontanées ont disparu, d'autres sont menacées de disparition (halophytes incluses) et de chute des rendements (**Ozenda P, 2006**).

*L'Atriplex halimus* est une espèce halophyte autochtone qui pousse généralement sur sols salés et en bordures des chotts et des sebkhas. Son importance fourragère s'explique par son adaptation à la sécheresse et à la salure, le maintien de son feuillage vert durant toute l'année et par sa tolérance au pâturage (**Meyer S et al, 2004**).

La germination est très cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. c'est elle qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche. Ce stade germinatif est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (**Bouda S, Haddioui A, 2011**).

Le stress salin, comme beaucoup d'autres stress abiotiques, inhibe la germination des graines. Les concentrations élevées de sel causent un déséquilibre des ions (**Zhu, 2001 ; Rontein et Hanson, 2002**).

Les effets toxiques de la salinité sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejili et al, 2006**).

Les espèces d'*Atriplex* répondent différemment à la salinité selon les stades de développement de la plante (**Ungar, 1991**). La germination des graines est le premier stade physiologique affecté par la salinité. La capacité d'une graine à développer un embryon viable dépend des conditions du milieu de germination et en particulier de sa teneur en sels : une salinité excessive réduit la germination (**Ungar I A, 19**).

**Hamza H (2002)**, trouve que les traitements de 100 à 600 mmol n'entraîne pas une inhibition complète de la germination des graines d'*Atriplex halimus*, cette résistance au stress salin est souvent attribuée à la présence des trichomes en forte densité à la surface, la pression osmotique de leur suc cellulaire est très élevée.

Selon **Benrebiha (1987)**, la germination d'*Atriplex halimus* et d'*Atriplex nummularia* est inhibée dès que la concentration en NaCl dépasse 4 g/l à 20° C. Cela concorde avec nos résultats au delà de 200 mmol la germination est affecté sérieusement par le stress salin.

L'observation des résultats nous montre que quelque soit le type des graines noires ou brunes et selon leurs provenance, le stress salin influe sur la germination cela concorde avec les résultats de plusieurs chercheurs. A une concentration de 500 et 600 mmol la germination des graines brunes est affectée sérieusement par la salinité avec un taux de seulement 40 % et 45 % pour site Mostaganem, et de 50 % et 60 % pour les graines brunes du site Oran. Les graines noires du site Mostaganem et Oran présentent un taux de 5 % et 25 % sous stress salin de 600 mmol (**Tableau N° 05 en annexe**).

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

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

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

D'après **Zid E Boukhris (1982)**, ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que **Bekhouche H (1992)**, a expliqué que, ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

L'étude de la vitesse de la germination montre que pour le site de Mostaganem la germination marque un ralentissement quand le stress salin augmente, le temps moyen de

germination des graines brunes est de sept jour à une concentration de 600 mmol, les graines noires présentent un temps de sept jours pour une concentration de 400 mmol.

Le site d'Oran les graines brunes présentent un temps moyen de huit jours à une concentration de 300 mmol, les graines noires marquent à 200 mmol un temps moyen de sept jour (**Tableau N° 06 en annexe**).

La vitesse de germination est le temps moyen à la germination de 50 % des graines. Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine (**Belkhodja -M, Bidai -Y, 2004**).

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

La germination est souvent entravée par les bractées dures qui protègent fermement le fruit et les graines menant aux problèmes d'indéhiscence d'imperméabilité à l'eau et au gaz et l'impossibilité d'élimination d'éventuelles substances inhibitrices qui peuvent exister dans l'embryon, de plus ces bractées contiennent éventuellement des substances qui inhibent la germination et il est pratique de les enlever pour augmenter le pouvoir germinatif (**Ingram J, Barters D, 1996**).

D'après **Beadle (1952)**, les graines enfermées dans les valves fructifères sont donné un pourcentage de germination faible. Cependant avec les graines nues (sans enveloppes) l'imbibition en eau est rapide, et le pourcentage de germination est élevé (**Cherfaoui, 1987**).

L'extrait de valves fructifères a un effet sur les graines noires du site Mostaganem où on enregistre seulement un taux de germination de 40 %. L'effet est le plus marqué chez les graines noires du site Oran avec un taux seulement de 35 %.

Les graines brunes ne montrent aucun effet de l'extrait des valves fructifères puisque le taux de germination est de 70 % et 75 % pour les deux sites. (**Tableau N° 05 en annexe**).

**Guy D (1997)**, a rapporté que les bractéoles ont produit des substances solubles qui a empêché la germination chez L'*Atriplex* accumule 10 % de saponines (**Martínez-Fernández, D. et D. J. Walker, 2012**).

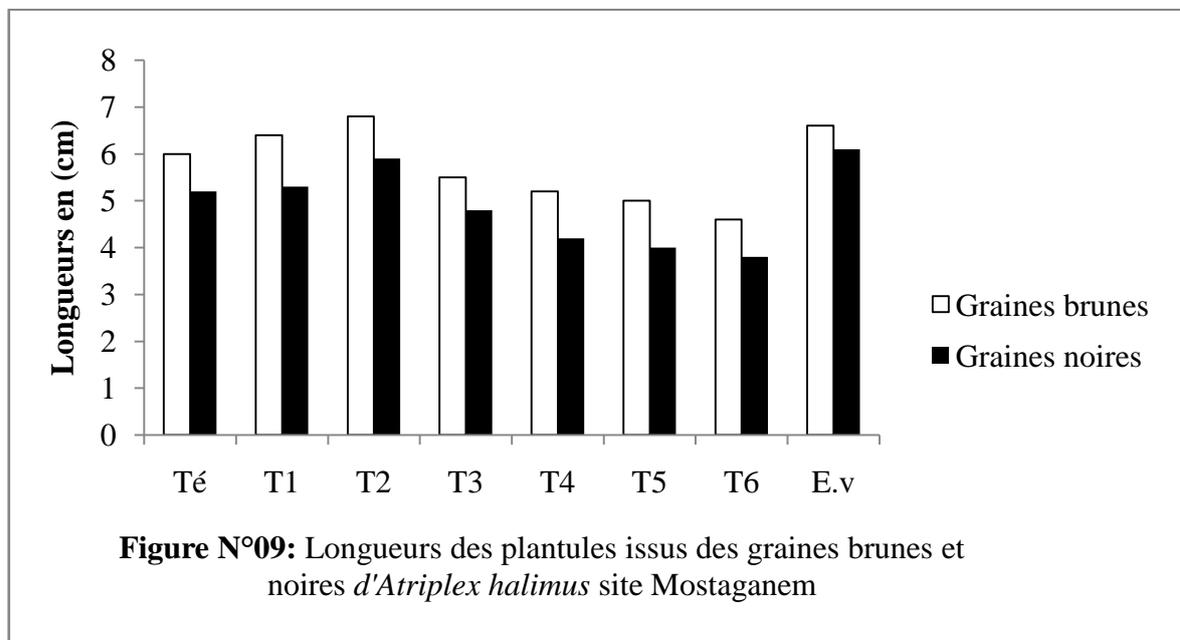
L'analyse des valves fructifères de l'*Atriplex* a montré qu'ils sont riches en matière sèche 28.7 % et une quantité considérable de sels probablement la cause de l'effet négatif pour limiter la germination (Hopkins W G, 2003).

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 (Zhu et al, 2005).

### 3.2. Croissance et salinité

#### 3.2.1. Longueurs des plantules

##### 3.2.1.1 Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de l'*Atriplex halimus* site Mostaganem

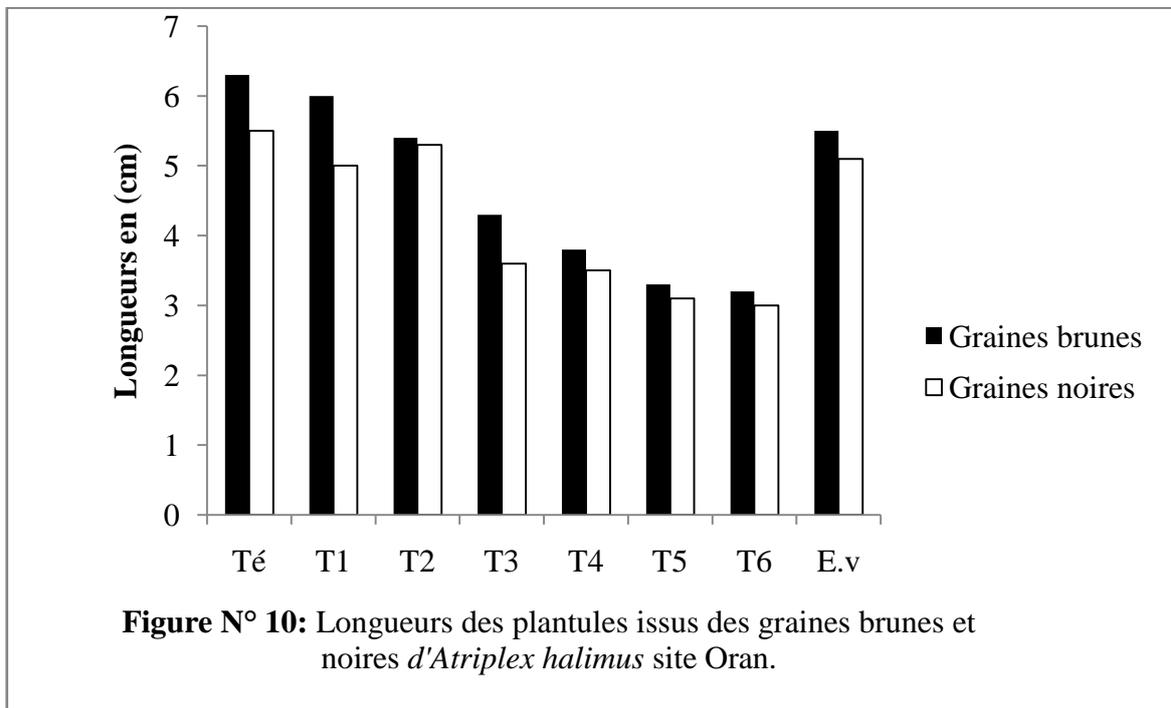


T1: 100 mmol ; T2: 200 mmol ; T3: 300 mmol; T4: 400 mmol ; T5: 500 mmol ; T6: 600mmol; Témoin: 0 mmol; E.v: extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 09** on remarque que la longueur des plantules issues des graines brunes varie entre 4.6 cm et 6.8 cm. Le traitement 200 mmol présente la longueur la plus élevée; par contre, pour les graines noires on note une diminution dans la longueur des plantules où on enregistre 3.8 cm par rapport au témoin 5.2 cm.

Le traitement 600 mmol a influencé visiblement la longueur des plantules avec seulement 3.8 cm graines noires et 4.6 cm graines brunes.

### 3.2.1.2. Longueurs des plantules issues des graines brunes et noires de *Atriplex halimus* site Oran



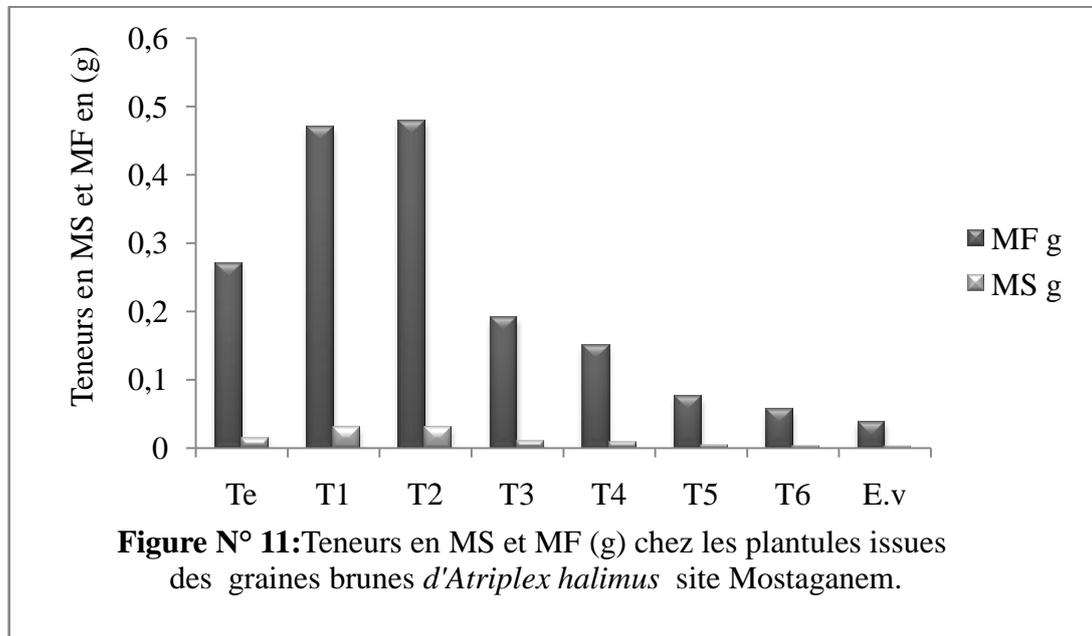
T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol ; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol ; E.v: extrait des valves fructifères

La **figure N° 10** montre que la longueur des plantules des graines brunes dépasse largement les graines noires quel que soit le traitement utilisé, On remarque que les traitements 500 mmol et 600 mmol ont un effet sur la longueur où on enregistre seulement 3 et 3.2 cm par rapport au témoin 5.5 et 6.3 cm.

### 3.2.2. Teneurs en matière fraîche et matière sèche

#### 3.2.2.1. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* site Mostaganem



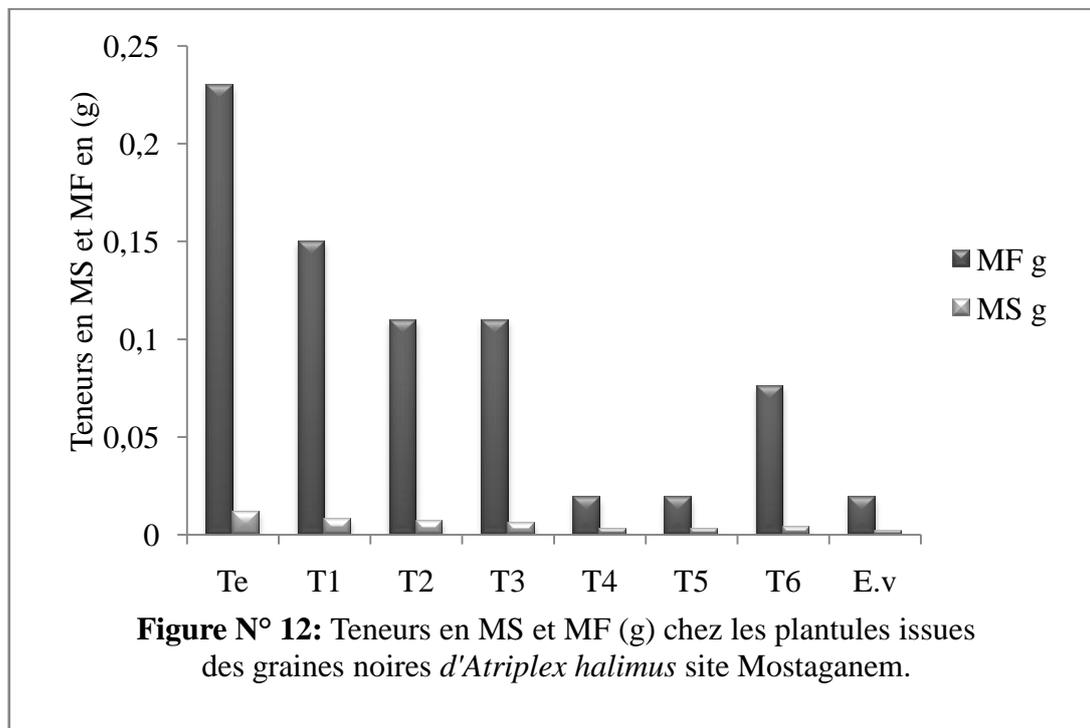
T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol ; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol ; E.v : extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 11** on observe que le taux de matière sèche le plus faible a été enregistré par les traitements 600 mmol et l'extrait des valves fructifères avec un taux de 0.003 et 0.002 g. Par contre, le traitement 200 mmol a montré le taux le plus élevé 0.031 g.

On enregistre pour la matière fraîche que les traitements 600 mmol et l'extrait des valves fructifères présentent les taux les plus faibles de 0.057 et 0.038 g. Le taux le plus élevé a été remarqué pour les traitements 200 mmol 0.48 g.

### 3.2.2.2. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* site Mostaganem



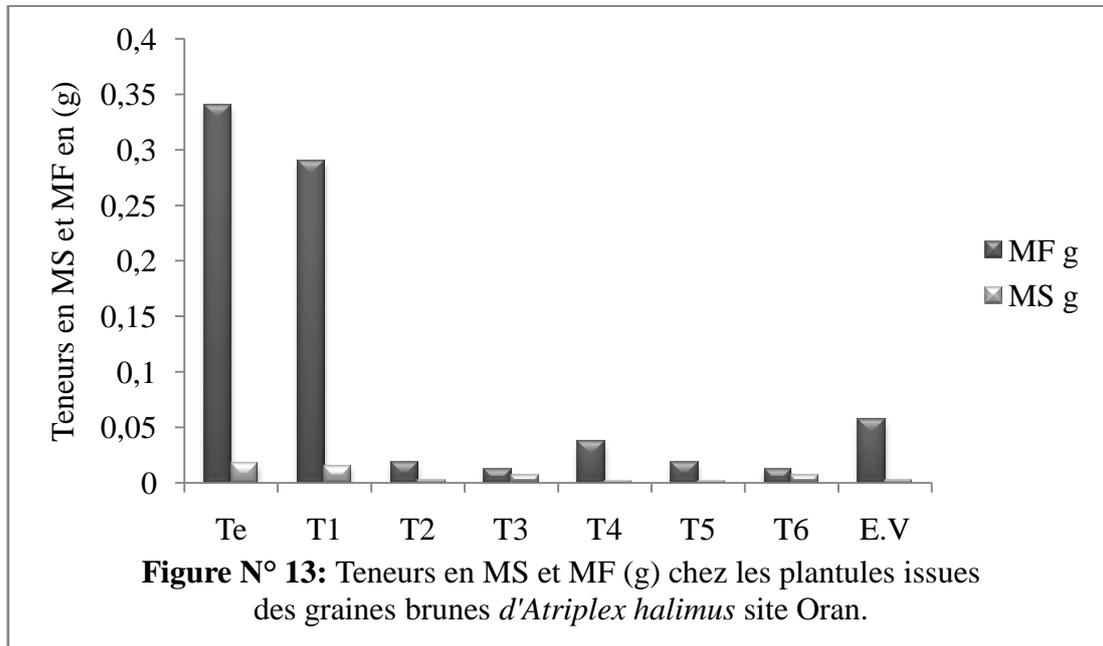
T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. v: extrait des valves fructifères

La **figure N° 12** nous montre que le témoin 0 mmol présente le taux le plus élevé de 0.012 g de matière sèche; par contre, le traitement avec l'extrait des valves fructifères marque le taux le plus faible de 0.002 g de matière sèche.

Un taux de matière fraîche le plus élevé de 0.23 g pour le témoin 0 mmol a été enregistré. Par contre, les traitements 500 mmol, 400 mmol et l'extrait des valves fructifères présentent le taux le plus bas de 0.019 g.

### 3.2.2.3. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* site Oran



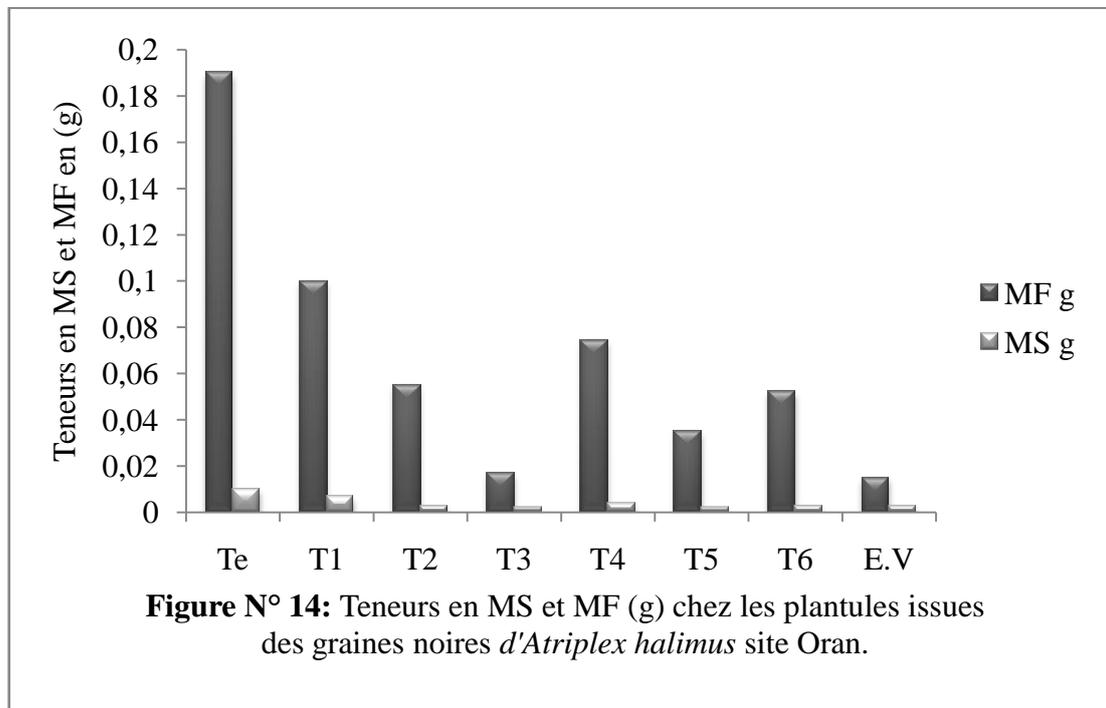
T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E.v : extrait des valves fructifères

L'analyse de **la figure N° 13** nous montre que les traitements 400 mmol et 500 mmol marquent le taux le plus faible de matière sèche de 0.002 g. Contrairement, le témoin 0 mmol enregistre le taux le plus élevé de 0.018 g.

Le taux de matière fraîche le plus bas a été observé pour les traitements 300 mmol et 600 mmol de 0.003 g. Le taux le plus élevé a été noté pour le témoin 0 mmol de 0.34 g

### 3.2.2.4. Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* site Oran



T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E.v: extrait des valves fructifères.

D'après la **figure N° 14** on note un taux de 0.002 g de matière sèche pour les traitements 300 mmol et 500 mmol ; et un taux de 0.01 g pour le témoin 0 mmol.

On marque le taux le plus faible de matière fraîche pour le traitement d'extrait des valves fructifères de 0.015 g. Par contre, un taux élevé de 0.19 g pour le témoin 0 mmol.

### 3.2.3. Teneurs en protéines totales :

#### 3.2.3.1. Teneurs en protéines ( $\text{mg.g}^{-1}$ MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem

**Tableau N° 09 :** Teneurs en protéines ( $\text{mg.g}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem

Site  Traitements Mmol	Site Mostaganem					
	Graines Brunes			Graines Noires		
	Do (nm)	P mg/ ml	P mg/ g MF	Do (nm)	P mg/ ml	P mg/ g MF
Te	0.61	0.47	9.32	0.43	0.3	6
T1	0.552	0.43	8.66	0.31	0.21	4.12
T2	0.734	0.53	10.66	0.45	0.34	6.8
T3	0.767	0.6	12	1.2	0.91	18.12
T4	0.962	0.73	14.66	1.04	0.79	15.86
T5	0.927	0.7	14	1.06	0.81	16.26
T6	0.943	0.72	14.4	1.16	0.88	17.6
E.V	0.891	0.66	13.2	0.66	0.51	10.12

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol ; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol ; E. V: extrait des valves fructifères ; P : protéine.

D'après le **tableau N° 09** on remarque pour les plantules issues des graines brunes que les valeurs les plus élevées sont obtenues en 400, 500 et 600 mmol: 14.66, 14 et 14.4 mg/g MF, ces traitements semblent stimulés l'élaboration des protéines par rapport au témoin 9.32 mg/g MF et traitement 100 mmol (8.66 mg/g MF).

Les plantules des graines noires montrent une élaboration d'une quantité de protéines nettement plus élevée que les graines brunes de ce site avec des teneurs de 18.12 mg/g MF (300 mmol), 15.86 mg/g MF (400 mmol), 16.26 mg/g MF (500 mmol) et 17.6 mg/g MF (600 mmol). Le témoin marque un taux de 6 mg/g MF.

### 3.2.3.2. Teneurs en protéines (mg.g<sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran

**Tableau N° 10 :** Teneurs en protéines (mg.g<sup>-1</sup> MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* L selon le gradient de salinité site Oran

Site Traitements Mmol	Site Oran					
	Graines Brunes			Graines Noires		
	Do (nm)	P mg/ ml	P mg/ g MF	Do (nm)	P mg/ ml	P mg/ g MF
Te	0.24	0.18	3.6	0.57	0.45	8.92
T1	0.44	0.50	10	0.75	0.57	11.32
T2	0.68	0.52	10.4	0.79	0.60	12
T3	0.86	0.64	12.86	0.83	0.65	12.92
T4	1.00	0.80	16	0.91	0.68	13.6
T5	1.18	0.90	18	1.13	0.86	17.2
T6	1.20	0.91	18.12	1.03	0.78	15.6
E.V	0.71	0.54	10.92	0.86	0.73	12.94

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. V: extrait des valves fructifères ; P : protéine.

D'après le **tableau N° 10** on enregistre pour les plantules issues des graines brunes des teneurs élevées de protéines pour les traitements 400 mmol de 16 mg /g MF, 500 mmol de 18

mg /g MF et 600 mmol de 18.12 mg /g MF par rapport au témoin qui marque un taux relativement bas de 3.6 mg/g MF.

Pour les plantules issues des graines noires on marque une teneur de 17.2 mg/g MF pour le traitement 500 mmol suivi de 600 mmol avec une teneur de 15.6 mg/g MF. Contrairement, au témoin qui a noté une teneur de 8.92 mg/g MF seulement.

### 3.2.4. Teneurs en Proline

#### 3.2.4.1. Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF) chez les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem

**Tableau N° 11 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem.

Traitements	Té	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.v
DO	0.24	0.28	0.29	0.48	0.80	0.38	0.39	0.47
Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF)	35.29	58.82	58.82	94.11	188.23	70.58	82.35	94.11

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E.v: extrait des valves fructifères.

**Tableau N° 12:** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Mostaganem.

Traitements	Té	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.v
DO	0.42	0.53	0.62	0.96	0.84	0.83	0.78	0.41
Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF)	88.23	111.76	147.05	235.29	205.88	200.00	182.35	88.23

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E.v : extrait des valves fructifères.

D'après le **tableau N° 11** et le **tableau N° 12** on remarque que l'accumulation de la proline est plus élevée chez les plantules issues des graines brunes 400, 500, 600 mmol et l'extrait de valves fructifères avec des taux qui varie de 188.23, 70.58 ,82.35 et 94.11  $\mu\text{g/l}$ , le stress salin a augmenté la production de la proline. Les même remarque on été enregistré pour les plantules issues des graines noires sauf que les quantités de proline sont nettement plus élevées par rapport aux graines brunes.

### 3.2.4.2. Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF) chez Les plantules issues des graines brunes et noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran

**Tableau N° 13 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez Les plantules issues des graines brunes d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran.

traitements	Té	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.v
DO	0.29	0.29	0.96	0.96	0.31	0.82	0.43	0.30
Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF)	52.94	52.94	235.29	235.29	64.70	182.35	88.23	82.35

**Tableau N° 14 :** Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  MF) chez les plantules issues des graines noires d'*Atriplex halimus* selon le gradient de salinité site Oran.

traitements	Té	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.v
DO	0.20	0.21	0.41	0.69	0.55	0.23	0.22	0.27
Teneurs en proline ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ MF)	23.52	29.41	82.94	164.70	129.41	34.70	23.52	52.94

T1 : 100 mmol ; T2 : 200 mmol ; T3 : 300 mmol; T4 : 400 mmol ; T5 : 500 mmol ;

T6 : 600 mmol ; Témoin : 0 mmol; E. v: extrait des valves fructifères

D'après le **tableau N° 13** et le **tableau N° 14** les plantules issues des graines brunes présentent des teneurs identiques de 235.29 µg/l pour les traitements 200 et 300 mmol suivi par le traitement 500 mmol avec 182.35 µg/l.

Les plantules issues des graines noires marquent des teneurs plus élevées pour les traitements 300 mmol et 400 mmol avec 164.70 et 129.41 µg/l.

### ***Discussion***

Pour l'émergence de l'appareil végétatif des jeunes plantules, la présence de 5 ou 10 g de NaCl dans le milieu de culture paraît parfois bénéfique sinon sans effet sur les paramètres mesurés, ce qui pourrait refléter l'expression du caractère halophile des *Atriplex* déjà signalé par d'autres auteurs (**Keifer CH, 1997 ; Bajji M et al, 2002 ; Khan AM et al, 2000 ; Haddioui A et Baaziz M, 2006**).

*Les Atriplex* montrent une bonne tolérance au sel à ce stade de développement (croissance), meilleure que durant la germination. Des changements du niveau de résistance à la salinité en cours de développement sont signalés chez plusieurs espèces (**Uchiyama Y et al, 1987 ; Lutts et al, 1996 ; Ungar IA, 1996**).

Selon **Ben Ahmed et al (2008)**, la salinité est un facteur défavorable pour la croissance et le développement des plantes et la concentration de NaCl élevée diminue la croissance.

La réduction de la croissance semble être associée à une forte accumulation de Na<sup>+</sup> dans la plante. D'après **Arbaoui et al (1999)**, les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal.

**Bajji M et al (1998)**, la présence de Na Cl dans le milieu de culture stimule la croissance d'*Atriplex* avec un optimum pour les concentrations comprises entre 50 et 200 Mm, les fortes valeurs suggèrent un polymorphisme élevé de la production de biomasse notamment pour la concentration de 300 Mm.

Les plantes traitées par le sel sont confrontées au problème d'accumulation d'ions toxiques dans leurs tissus, ce qui est considéré comme un élément clé limitant la croissance des plantes en milieu salin (**Munns et al, 1995**).

La longueur des plantules issues des graines brunes du site de Mostaganem varie entre 4.6 cm et 6.8 cm. Le traitement 200 mmol présente la longueur la plus élevée. Par contre, pour les

graines noires on remarque une diminution dans la longueur des plantules où on enregistre 3.8 cm par rapport au témoin 5.2 cm.

Le traitement 600 mmol a influencé visiblement la longueur des plantules avec seulement 3.8 cm graines noires et 4.6 cm graines brunes (**Figure N° 09**).

La longueur des plantules des graines brunes du site Oran dépasse largement les graines noires quel que soit le traitement utilisé, on remarque que les traitements 500 mmol et 600 mmol ont un effet sur la longueur où on enregistre seulement 3 et 3.2 cm par rapport au témoin 5.5 et 6.3 cm. (**Figure N° 10**).

Cependant, à une forte dose de sel (15 g/l) une forte réduction de la longueur et du poids frais des plantules se produit. En revanche, le poids sec reste insensible à l'effet de l'augmentation du sel dans le milieu de culture (**Haddioui et Baaziz, 2006**).

Le taux de matière sèche des plantules issues des graines brunes du site Mostaganem le plus faible a été enregistré par les traitements 600 mmol et l'extrait des valves fructifères avec un taux de 0.003 et 0.002 g. Par contre, le traitement 200 mmol a montré le taux le plus élevé 0.031 g. Le taux le plus élevé de matière fraîche a été remarqué pour le traitement 200 mmol de 0.48 g (**Figure N° 11**).

Pour les plantules issues des graines noires, les résultats montrent que le témoin 0 mmol présente le taux le plus élevé de 0.012 g de matière sèche. Par contre, le traitement avec l'extrait des valves fructifères marque le taux le plus faible de 0.002 g de matière sèche.

Un taux de matière fraîche le plus élevé de 0.23 g pour le témoin 0 mmol a été enregistré. Par contre, les traitements 500 mmol, 400 mmol et l'extrait des valves fructifères présentent le taux le plus bas de 0.019 g de matière fraîche (**Figure N° 12**).

Les résultats des Teneurs en MS et MF (g) chez les plantules issues des graines brunes site Oran montrent que les traitements 400 mmol et 500 mmol marquent le taux le plus faible de matière sèche de 0.002 g. contrairement, le témoin 0 mmol enregistre le taux le plus élevé de 0.018 g. Le taux de matière fraîche le plus bas a été observé pour les traitements 300 mmol et 600 mmol de 0.003 g. Le taux le plus élevé a été noté pour le témoin 0 mmol de 0.34 g (**Figure N° 13**).

Les plantules issues des graines noires site Oran marquent un taux de 0.002 g de matière sèche pour les traitements 300 mmol et 500 mmol ; et un taux de 0.01 g pour le témoin 0 mmol. On marque le taux le plus faible de matière fraîche pour le traitement d'extrait des valves fructifères de 0.015 g. Par contre, un taux élevé de 0.19 g pour le témoin 0 mmol (**Figure N° 14**).

Ces résultats prouvent que le seuil de sensibilité de *Atriplex halimus* face à la salinité est de 200 mmol, au alentour de cette concentration la croissance et la production de la matière sèche semble être stimulé et ces résultats corrobore avec beaucoup de résultats sur ce thème.

Une concentration de l'ordre de 8 g/l semble stimuler la croissance du végétal (matière sèche). Au-delà de cette concentration, le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet dépressif sur la croissance du végétal, ce qui exprime le caractère d'une halophilie facultative de l'espèce. *Atriplex halimus subsp. schweinfurthii* (Amaranthacées) (**Nedjimi B, 2013**).

**Ouerghi, Z et al (2000)**, montrent que la production de matière sèche est peu affectée par une faible concentration des sels. De même selon **Rahmoune et al (2004)**, l'*Atriplex canescens* est très productive.

*L'Atriplex halimus* originaire du Maroc présente les valeurs les plus élevées pour la longueur de la plantule en présence de n'importe quelle concentration du sel et le poids sec le plus important en présence de 15g/l. De même, *Atriplex nummularia* présente les valeurs les plus élevées pour le poids frais en présence de toutes les concentrations du sel et le poids sec le plus important en présence de 10g/l. L'effet de l'augmentation de la concentration de NaCl (15g/l) dans le milieu de culture se traduit par une forte diminution de la longueur et du poids frais des plantules alors que le poids sec reste insensible à cette augmentation (**Bouda, S et al, 2011**).

**Bourgeois-Chaillou et al (1992)**, parlent d'une évolution adaptative du degré de tolérance au sel pour des espèces qui entre autres beaucoup d'espèces d'halophytes, germent sous des doses de sel maximales inférieures à celles supportées par les plantes adultes.

La dégradation de quelques types du complexe organique en molécules simples, comme les protéines en acides aminés et les sucres complexes en sucres solubles, sont utilisés à des fins de protection et d'osmorégulation, aux dépens de leur implication dans la production de la biomasse (**Alarcon et al, 1994**).

La majorité des changements physiologiques notés chez les plantes soumises au stress salin est une réponse à des composantes osmotiques. Néanmoins, en présence d'une osmorégulation,

les plantes traitées par le sel sont confrontées au problème d'accumulation d'ions toxiques dans leurs tissus, ce qui est considéré comme un élément clé limitant la croissance des plantes en milieu salin (**Munns et al, 1995**).

Dans les régions arides et semi arides, les *Atriplex* constituent un excellent fourrage pour le cheptel, notamment en saison de disette, en raison de leur rusticité ainsi que leur richesse en protéines brutes (**Rahmoune et al, 2004**).

*L'Atriplex halimus* compte, avec *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*, parmi les espèces les plus intéressantes, produisant de 2000 à 4000 kg de matière sèche par an et par ha de fourrage riche en protéine (10 à 20 % de la MS) (**Le Houérou, 1992 ; Ben Ahmed et al, 2008**).

Sous stress salin les plantules issues des graines noires du site Mostaganem présentent des taux élevés en protéine avec des teneurs de 18.12 mg/g MF (300 mmol), 15.86 mg/g MF (400 mmol), 16.26 mg/g MF (500 mmol) et 17.6 mg/g MF par rapport à celle des graines brunes (**Tableau N° 09**).

Les plantules des graines brunes du site Oran enregistre des teneurs élevées de protéines pour les traitements 400 mmol de 16 mg /g MF, 500 mmol de 18 mg /g MF et 600 mmol de 18.12 mg /g MF par rapport au témoin qui marque un taux relativement bas de 3.6 mg/g MF (**Tableau N°10**).

Cela concorde avec beaucoup de résultats que la quantité de protéines augmente avec le stress salin.

Les osmolytes ou osmoprotecteurs, sont de petites molécules non chargées, de pH neutre, hydrophiles et non toxiques, leurs structures chimiques présentent des affinités pour les groupements carbonés des protéines, de ce fait ils protègent leur intégrité structurale et les membranes, contre les effets dénaturants des concentrations salines élevées et contre d'autres solutions dangereuses (**Ashraf M et Basher. A, 2006**).

Ils sont qualifiés de compatibles, car ils ne perturbent pas les interactions entre les macromolécules et le solvant (**Meloni et al, 2004 ; Calu, 2006**). Parmi ces osmolytes, on trouve les acides aminés comme la proline, les ammoniums quaternaires comme la glycine bêtaïne et les carbohydrates comme le tréhalose (**Calu, 2006**).

En effet, l'exposition des plantes au stress salin, mène à une accumulation des composants contenant de l'azote, comme les acides aminés, amides, protéines et polyamines et leur accumulation est fréquemment corrélées avec la tolérance de la plante à la salinité (**Omami, 2005**).

Cependant, le métabolisme azoté et la synthèse protéique sont également sévèrement affectés par le stress salin, il en résulte un développement anormal des plantes et une diminution du rendement (**Benkhaled et al, 2003**).

Les valeurs les plus élevées sont obtenues en NaCl 50 méq.l<sup>-1</sup> (62 µg.g<sup>-1</sup>) et NaCl+CaCl<sub>2</sub> (50 méq.l<sup>-1</sup>) (37.9 µg.g<sup>-1</sup>) respectivement par rapport au témoin. Ainsi, les doses modérées de NaCl et une combinaison de NaCl et CaCl<sub>2</sub> semblent provoquer une action stimulante pour l'élaboration de protéines même si les résultats ne montrent pas une différence significative (**Brinis A, 2015**).

L'osmoprotection s'étant affirmée comme une nouvelle forme de sélection indirecte, prédictive, d'espèces à potentiel d'adaptation élevé, l'accumulation des sucres solubles, de protéines totales et à un degré moindre de proline, permet de conclure les diverses réponses de l'*Atriplex* (**Keller F et Ludlow M.M, 1993**).

A cet effet, si cette espèce n'a pas eu recours à un marqueur biochimique tel la proline, pour tolérer les seuils de salinité, elle a néanmoins développé d'autres mécanismes, tels les teneurs en sucres solubles ou protéines totales pour prouver son aptitude adaptative à la salinité et confirmer ainsi son caractère d'espèce halophile (**Denden M et al, 2005**).

Les sels solubles ont un effet sur la résistance de l'*Atriplex*, notamment sur la germination, la croissance, la nutrition minérale et l'accumulation de certains osmoprotecteurs (**Nedjimi B, 2010**).

Dans le même sens, il a été démontré que les sucres totaux solubles et la proline, s'accumulent dans les tissus des plantes, cultivées sous stress salin et qui sont impliquées dans les mécanismes d'ajustement osmotique (**Benkhaled et al, 2003**).

L'accumulation de la proline est plus élevée chez les plantules issues des graines brunes 400, 500, 600 mmol et l'extrait des valves fructifères avec des taux qui varient de 188.23, 70.58, 82.35 et 94.11 µg/l, le stress salin a augmenté la production de la proline. Les mêmes remarques

on été enregistré pour les plantules des graines noires sauf que les quantités de proline sont nettement plus élevée par rapport au graines brunes (**Tableau N°11, Tableau N°12**).

Pour le site d'Oran les plantules issues des graines brunes présentent des teneurs identiques de 235.29 µg/l pour les traitements 200 et 300 mmol suivi par le traitement 500 mmol avec 182.35 µg/l.

Les plantules issues des graines noires marquent des teneurs plus élevées pour les traitements 300 et 400 mmol avec 164.70 et 129.41 µg/l (**Tableau N°13, Tableau N°14**).

Nos résultats concorde avec les travaux de **Bidai (2001); Bennabi (2005) et Hadjadj S et al (2010)**.

L'accumulation de la proline a été observé chez *Atriplex halimus* (**Bidai, 2001 ; Bennabi, 2005**). La proline marqueur biochimique de la résistance ou de la sensibilité des plantes aux stress Abiotiques (**Hadjadj S et al, 2010**)

Concernant l'accumulation des osmolytes protecteurs (sucres solubles notamment), il existe une différence significative pour le facteur espèce. Il en est de même pour l'accumulation de la proline qui selon le même auteur, augmente avec la concentration de NaCl (**Brinis, 2015**).

Le comportement biochimique de deux espèces d'*Atriplex* : *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* sous contrainte saline au NaCl+ CaCl<sub>2</sub> et à l'eau de mer évaluée à travers le processus d'accumulation de proline, montrent la variabilité de l'accumulation de ce marqueur biochimique d'un étage foliaire à un autre, selon l'espèce, la nature et la concentration du milieu en sels (**Brinis, 2015**).

**Bidai (2001)**, montre en effet, chez *Atriplex halimus* L. stressé au NaCl+ CaCl<sub>2</sub> (400 et 600 meq.l<sup>-1</sup>) et à l'eau de mer (50 et 100 %) la proline évolue en augmentant beaucoup plus vers les parties foliaires apicales que vers les feuilles basales de la plante.

Par contre, **Martinez et al (2007)**, montrent que l'exposition des plantes d'*Atriplex halimus* L. à 50 mM de NaCl sous stress hydrique à 0 et 15 % de PEG (polyéthylène glycol) induit une accumulation de la proline dans les feuilles âgées plutôt que les feuilles jeunes.

**Huber (1974)**, a montré que le sel inhibe le catabolisme de l'acide aminé au niveau de la Proline Déshydrogénase (proDH), enzyme impliquée dans la dégradation de la proline. Elle pourrait aussi correspondre à la stimulation de sa synthèse.

Généralement, le rôle attribué à la proline dans la réponse des plantes aux stress, reste parfois controversé : pour **Qian et al (2001)**, son accumulation contribue à l'acquisition de la résistance de la plante à la contrainte saline grâce à l'ajustement osmotique dont la proline est responsable. Elle pourrait, également, intervenir dans la régulation du pH cytoplasmique.

Selon **Wilfred (2005)**, la capacité d'accumuler la proline chez les plantes est un facteur variétal et un signe de tolérance au stress hydrique, permettant de garder la turgescence.

# *Conclusion*

## Conclusion

---

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

La salinité provoque l'agrégation des particules d'argiles, ainsi qu'elle modifie les propriétés de gonflement de l'argile et leur potentiel de rétention d'eau. C'est un phénomène complexe qui conduit à un stress osmotique due à la diminution des quantités d'eau disponibles au niveau de la rhizosphère, suite à la réduction de l'aptitude des plantes à absorber l'eau. Par conséquent, cela provoque une baisse de croissance de la plante stressée et sa productivité de biomasse végétale.

L'*Atriplex* présente des intérêts agro-économique, écologique, et thérapeutique. Cette espèce est considérée 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, morphologiques, et physiologiques.

Un regard des résultats obtenus, sur l'effet du stress salin sur la germination des graines brunes et noires de l'espèce *Atriplex halimus* et sur la croissance des plantules issues de ces graines permet de déduire qu'il existe un polymorphisme dans les réponses au stress et que cette espèce peut supporter des doses de salinité proches de celle de l'eau de mer puisqu'on enregistre des taux de 45% sous traitement de 500 mmol. Les réponses des graines brunes et noires se diffèrent selon les concentrations utilisées, le temps moyen de germination le plus long est de huit jours.

L'effet du stress salin sur la croissance montre que l'espèce *Atriplex halimus* du site Oran est plus résistante, le traitement 200 mmol présente la longueur la plus élevée des plantules issues des graines brunes.

À des concentrations de salinité plus élevées et au traitement à l'extrait de valves fructifères le taux de matière sèche et de matière fraîche semble être influencé pour les types des graines et les deux sites étudiés.

L'évaluation des teneurs des protéines et de la proline montrent qu'une grande quantité de protéine est produite quand le taux de salinité augmente une accumulation de la proline qui apparaît à des concentrations de 400,500 et 600mmol.

Nos résultats montrent un effet dépressif du sel sur la germination et un effet variable sur les différents aspects étudiés. Les graines d'*Atriplex halimus* soumises à différentes concentrations de NaCl retardent leur précocité de germination, leur taux germinatif final et ralentissent leur cinétique de germination. Ces constatations sont confirmées les résultats obtenus.

L'application du stress salin à 600mmol réduit la précocité et la vitesse de la germination des graines mais avec des pourcentages non négligeables. En se basant sur des critères physiologiques au stade de la germination, et la croissance, plusieurs autres questions restent encore posées et nécessitent d'être approfondies à savoir : Il serait intéressant d'approfondir

## Conclusion

---

des études traitant des aspects biochimiques tels que le dosage de l'activité des osmoprotecteurs, des sucres solubles...etc.

Il serait important aussi de prolonger la durée du stress car une durée de 15 jours n'est pas suffisante pour évaluer toutes les réponses de la plante. Suivre l'analyse du comportement de l'*Atriplex halimus* dans tous ses stades de développement, afin de réunir des informations supplémentaires pour comprendre les mécanismes d'adaptation de cette plante en conditions stressantes.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- **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. *J. Biotechnol.* 10, 10733e10743.
- **Abdul, W. 2014.** Physiological significance of morpho-Anatomical feature of halophytes with particular reference to cholistan flora. *International journal of agriculture & biology*; 5(2):207-212.
- **Alarcon J.J., Sanchez-Blanco M.J., bolarin m. J., Torrecillas A., 1994-** Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. *Plant Soil*, Vol. 66: 75-82.
- **Alem C., Amri A., 2005:** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. *Reviews in Biology and Biotechnology*, Vol. 4, No. 1: 20- 31.
- **AL-Turkis T.A, Omer S, Ghafoor A. 2000:** A synopsis of the Genus *Atriplex* L. (*Chenopodiaceae*) in Saudi Arabia.
- **Arbaoui, M., Benkhelifa, M. et Belkhodja, M. 1999** Réponses physiologiques de quelques plantes halophytes.
- **Ashraf.M et Basher. A., 2006.** Salt stress induced changes in some organic metabolites and ionic relations in nodules and plant parts of two crop legumes differing in salt tolerance. *Flora-Morphology, Distribution, Functional, Ecology of Plants*. V198, issue 6, p 486-498.
- **Baize D., 2000-** Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207
- **Bajji M, Kinet JM, Lutts S. 2002.** Osmotic and ionic effect of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*). *Can. J. Bot.* 80 297-304.
- **Bajji M, Kinet JM, Lutts S.** Salt stress effect on root and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant. Sci.* 137 (1998) 131-42.
- **Batanouny, K.H.1996:** Ecophysiology of halophytes and their traditional use in the Arab world. In halophytes and biosaline agriculture. Edited by Redouane, C.A. Malcolm, C. V. And Hamed A. Marcel Dekker Inc., New York. Pp. 73 –91
- **Beadle, N.C.W. 1952.** Studies in halophytes I. The germination of the seed and establishment of the seedlings of five species of *Atriplex* in Australia. *Ecology*, **33**, 49±62.
- **Bekhouche H., 1992:** Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche soumis à la salinité, croissance, anatomie des racines. Thèse D.E.S. Biol. Université d'Oran. 68 P.
- **Belkheiri Oumelkheir, 2008.** Adaptabilité des espèces du genre *Atriplex* aux conditions de salinité et d'aridité, Tesi di *Dottorato in Agrometeorologia ed Ecofisiologia dei Sistemi Agrari e Forestali*, Università di Sassari
- **Belkhodja -M, Bidai -Y, 2004-** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L à la salinité au stade germination, article de note de recherche scientifique, sécheresse. Ed faculté des sciences université Senia Oran Algérie, p (331-335).
- **Bellakhdar J.1997.** La pharmacopée marocaine: médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, 764 p.

## Références bibliographiques

---

- **Ben Ahmed.h, Zid.E, EL Gazzah. M, et Gringnom.C. 2008.** Croissance et accumulation ionique chez l'*Atriplex halimus* L. Cahiers (Agriculture) vol. 5 décembre 2004 15(4): 331-5.
- **Ben Khaled. L., Gomez .A. M., Oihabi.A., Honrubia.M., 2003-** Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le trèfle inoculé par le rhizobium. Agronomie.23 :553-560
- **Benchaâbane A.1998-**les *Atriplex* de l'Afrique du nord systématique et utilisation in étude de la diversités biologique de l'*Atriplex halimus* pour repérage in vitro et in vivo d'individus résistants a des conditions extrême du milieu et constitution de clones.
- **Benkhelif M., Arbaoui M., Belkhodja M., 1999:** Effets combinés de la salinité et de la bentonite sur la densité racinaire d'une culture de tomate cultivée sur un substrat sableux. Séminaire National sur la Salinisation des terres Agricoles en Algérie, Chlef: 101- 108.
- **Bennabi. F., 2005-** Les métabolismes glucidiques et azotés chez les halophytes (*Atriplex halimus*) stressées à la salinité. Mémoire de magister. Université d'Oran. P29.
- **Benrebih,F.Z-1987** contribution à l'études la germination de quelque espèces d'*Atriplex* locales introduites, .Thèse ING d'état. Univ. Tlemcen:17, 18, +carte.
- **Berthomieu P., Conejero G., Nublat A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F.Gosti F., Simonneau T., Essah P.A. Tester M., Very A.A., Sentenac H., Casse F., 2003:** Functional analysis of athkt in *Arabidopsis* shows that Na<sup>+</sup> recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004- 2014.
- **Bidai Y. 2001-** Le métabolisme de la proline chez l'*Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Mémoire de magister en physiologie végétale. Université Es-Senia, Oran, pp. 69-71.
- **Bliss, R.D. Platt-Alio, A. and Thomson, W.W. 1986.** The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant Cell. Environ.* 9: 727-733.
- **Bouaouina, S., Zid, E. et Hajji, M. (2000)** Tolérance à la salinité et transports ioniques.
- **Bouaziz E., 1980:** Tolérance à la salure de la pomme de terre, *physiol. Vég*, 18 (1).
- **Bouda S., Haddioui A., 2011.** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Nature &Technologie*, 5:72-79.
- **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.
- **Bourgeois-Chaillou P, Pérèz-Alfocéa F, Guerrier G.** Evolution ontogénique de la tolérance au NaCl chez le soja : comparaison des réponses au sel à deux stades de développement et chez les calcs correspondants. *Can. J. Bot.* 70 (1992) 1346-54
- **Bouzid, 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.
- **Bradford, M.M. 1976.** Rapid and sensitive method for the quantiation of microgram quantities of protein utilizing the principale pf protein-Dey Binding, 72, 248-254.
- **Brinis Amir 2015.** thèse de doctorat évaluation de la valeur nutritive d'*Atriplex halimus* conduite sous contrainte saline Université Oran.
- **Brun A., 1980:** Effets comparés de différentes concentrations de Na Cl sur la germination, la croissance et la composition de quelques populations de luzernes annuelles d'Algérie. Thèse doctorat. 3ème cycle Montpellier.

## Références bibliographiques

---

- **Calu G ., 2006-** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*.
- **Chaussat – R, Ledeunff – Y, 1975-** la germination des semences. Ed Bordas, paris, 232 p.
- **Cherfaoui – A K, 1987-** Contribution a l'étude comparative de la germination des graines de quelques *Atriplex* de provenance Djelfa, thèse de diplôme de magister en sciences agronomique. Ed institut national agronomique EL Harrach-Alger, 68 p.
- **Côme D. 1970-**les obstacles de germination p-12-13.
- **Correal E., Walker D.J., De Hoyos A.2008** Seed production in *Atriplex halimus*: effect of ploidy on seed size, germination capacity and initial plant vigour
- **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.
- **Denden M., Bettaib T., Salhi A. et Mathlouthi M. 2005-** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, Tropiculture.
- **Dey L., Attele A., Yuan C. 2002.** Alternative therapies for type 2 diabetes. Alternative medicine review, 7 (1) 45-58.
- **Djellakh Faiza, 2015.** ICARDA ; L'*Atriplex* : arbuste fourrager dans les systèmes de culture « alley cropping »
- **Dominique - S, 2007-** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed collection sciences et techniques agricole Pais, 304 p
- **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.
- **Duperat - M, 1997** Le guide des arbres de France. Ed sélection du Reader's Digest, 225 p.
- **Dutuit P. 1998-** étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des contions externes du milieu et constitution de clones TS3-CT 94-264.
- **Dutuit P. Pourrat Y. Dodeman V.L.1991.** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. Paris, pp 6.5-73.
- **El Shaer H.M and Kandil H.M., 1998.** Potential of *Atriplex* species as fodder shrubs under the arid conditions of Egypt. Short Activity Report. Sustainable halophyte utilization in the Mediterranean and Subtropical dry regions. Eu concerted actions IC 18 CT 96-0055
- **El-Mekkaoui M., 1990:** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum* des f) et l'orge (*H. vulgare*) : recherches de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. p 191.
- **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. environments *Colloque*, N°3, Montpellier, France.
- **Feitosa LC., J.Cambraia, MA.Olivo Cano & HA. Ruiz., 2001.** A plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes under NaCl stress. *Braz.J.Plant. Physiol* , 13,270284.
- **Field, C.B., Campbell, J.E., Lobell, D.B., 2007.** Biomass energy: the scale of the potential resource. Trends Ecol. Evol. 23, 65e72.
- **Flowers T J., Flowers S A., 2005:** Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? Agricultural Water Management. Vol.78, N°. 1-2: 15-24

## Références bibliographiques

---

- **Flowers TJ, Galal HK, Bromham L., 2010-** Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. *Funct Plant Biol* 37:604–612.
- **Franklet, A., LE Houérou, H.N., 1971** - *Les Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rapport technique n°07.Pnudttun11f.A.O,Rome ; 250 p.
- **Gal J.Naaman R et j Kopp. May Bert, 1970** - growth of *Atriplex halimus* in sodium chloride salinated culture solutions as affected by the relative humidity of air. *Aus. Biol Sci.* 23 947- 952.
- **Genoux C., Putzola F., Maurin G., 1991:** Thème général: la lagune Méditerranéenne, TPE: Les plantes halophytes
- **Greenway, H. et Munns, R. 1980** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes.
- **Gudrun kadereit, thomas borsch, kurt weising, helmut Freitag,** « phylogeny of *Amaranthaceae* and *chenopodiaceae* and the evolution of C4 photosynthesis », *International journal of plant sciences*, vol.164,n°6 ,2003 , p.959-986
- **Guy - D, 1967-** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, phytopathologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur, Paris, 335 p.
- **Haddioui A, Baaziz M.** Effect of salinity on seed germination and early growth of five natural populations of *Atriplex halimus* in Morocco. *Physiol. Mol. Biol. Plants* 12 (2006) 247-51.128.169.
- **Hadjadj Soumia, Ouiza Djerroudi et Samia Bissati, 2010.** Effet de la salinité sur l'accumulation de la proline foliaire d'*Atriplex halimus* L. et d'*Atriplex canescens* (pursh) nutt aux stades juvéniles annaux des sciences et technologie vol. 2, n° 2, décembre 2010 126
- **Halitim A, 1977-** pédologie générale et agro pédologie. Tome 1. 26. Cours de science du sol INFSA Mostaganem
- **Halitim A, 1988-** sols des régions arides d'Algérie.
- **Hamza H. 2002** – Contribution a l'étude écologique des écotypes d'*Atriplex halimus* de la zone de Mostaganem et leurs potentialités de développement en culture in vitro. Thèse de magister spécialité Ecobiologie.
- **Hamza M., 1980:** Réponse des végétaux à la salinité. *Physiol., Vég.* 18 (1): 69-81 Répartition des cations (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>++</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, Vol. 11, N° 3 : 235- 244.
- **Haouala F., Ferjani H. et Ben El Hadj S., 2007** – Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup> et Ca<sup>++</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3), 235-244.
- **Hoagland, D.R. 1938** The water culture method for growing plants without soil. *California agricultural Experiment station circulation*, 347, 32.
- **Hopkins W G., 2003:** Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck, Bruxelles: 461-476.
- **Huber W. 1974.** Influence of NaCl and abscisic acid treatment on praline metabolism and some further enzymes of amino acid metabolism in seedlings of *Pennisetum thyoides*. *Planta*, Vol. 121, 379- 39.
- **Ingram J, Bartels D 1996.** The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47: 377-403.
- **Jabnour M., 2008-** adaptation des plantes au stress salin. *Cours.* 48p.
- **Jean - P, Catmrine – T, Giues - L, 1998-** biologie des plantes cultivées. Ed l'Arpers, paris, 150 p.

## Références bibliographiques

---

- **Jones H G., Flowers T J., Jones M B., 1989:** Plants under stress, Cambridge University Press.
- **Kamel T, M. Laid et S. Ahmed. (1997)-** Lutte contre la désertification en Algérie stabilisation et reboisement des formations éoliennes.
- **Kaplan F.L., Robin-Abbott M., Maier R.M., Glenn E.P., 2002.** A comparison of chelator facilitated metal uptaker by a halophyte and a glycophytes. *Environmental toxicology and chemistry* 21, p.2698-2704
- **Katembe WJ, Ungar IA, Mitchell JP.** Effect of Salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). *Ann Bot* **1998** ; 82 : 165-75.
- **Keifer CH, 1997.** The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophytes species. *Am. J. Bot.* 84 104-111.
- **Keller F., Ludlow M.M.1993.** Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of *Pigeonpea (Cajanus cajan)*. *Journal of Experimental Botany*, **44** (265), 1351-1359.
- **Khan AM, Irwin A, Ungar IA, Showalter AM.** Effects of Salinity on Growth, Water Relations and Ion Accumulation of the Subtropical Perennial Halophyte, *Atriplex griæthii* var. *stocksii*. *Ann. Bot.* 85 (2000) 225-32. [23]Haddioui A, Bouda S., Ould Mohamed Lemine MM
- **Khan M.A. et Gul B., 2005-** Halophyte seed germination. *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*. Springer, Netherlands, pp. 11- 30.
- **Kinet J.M, Benrebiha F, Bouzid S, Lailhacéar S et Dutuit P.(1998)-** Le réseau *Atriplex* Allier biotechnologies pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. *Cahiers agricultures* Vol 7 Numéro 6. pages 505-9. Novembre-Décembre 1998.
- **Kotowski .1926. F.** temperature relations to germination of vegetable seed. PP. 176-184.
- **Le Houérou H N., Pontanier R., 1986:** Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de la Tunisie. *Notes Techniques du MAB 18-UNESCO*, Paris: 79.
- **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 saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid l and rehabilitation in the.
- **Lemée 1978-** précis d’écologie. PP. 134-135.
- **Luttge U., Kluge M., Bauer G., 2002:** *Botanique*. 3 éme édition, Tec et Doc- Lavoisier, Paris: 439-450.
- **Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J.** changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. *J. Exp. Bot.* 46 (1996) 1843-52.
- **Maalem S. ; Koufi S. ; Rahmoune C. et Bennacer M. 2011.** Analyse moléculaire de la diversité génétique des plantes Xéro/ Halophytes du genre *Atriplex* moyennant RAPD-PCR. *Algerian Journal of Environment*. Vol1, no 1. 50- 59
- **Maalem, S. 2002** Etude écophysio-logique de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A.canescens* A. , *halimus* et *A. nummularia*) soumises à l’engrais- sement phosphaté. Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p. 49.
- **Maillard, J. 2001** Le point sur l’Irrigation et la salinité des sols en zone sahé- lienne.

## Références bibliographiques

---

- **Mainguet M., 2003** : Les pays secs environnement et développement. Ellipses, Paris: 27-28.
- **Maire.R.,1962** carte phyto géologique de l'Algérie et de la Tunisie. Baconnier Alger 78 p
- **Marlet S., 2005** Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, pp. 12-23
- **Martinez, J.P., Silva, H., Ledent, J.F. et Pinto, M. 2007** Effect of drought stress on the halophyte plants.
- **Martínez-Fernández, D. and D. J. Walker. 2012.** The effects of soil amendments on the growth of *Atriplex halimus* and *Bituminaria bituminosa* in heavy metal-contaminated soils. Water, Air, Soil Pollut. 223:63-72.
- **Mazliak - P, 1982-** Physiologie végétale, croissance et développement tome III. Ed Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420 p. Méditerranéennes. pp. 239-2.
- **Meloni. D. A., Guluta .M. R., Martinez.C.A. , Oliva. M.A., 2004-**The effects of salt stress on growth nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in *Prosopis alba*. Brazilian Journal Of Plant Physiology .16(1):39-46
- **Mermoud, A. 2006** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- **Meyer - S, Reeb - C, Bosdeveix - R, 2004-** Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed Moline, Paris, 461p.
- **Michel - V, 1997-** La production végétale, les composantes de la production. Ed Danger, Paris, 478 p.
- **Monneveux et Nemmar., 1986.** Adaptation a la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation.
- **Mozafar A.Goodin J.R.1970** – Resiculatedhaus a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus*. Plant physio pp 45:62-65.
- **Munns R, Richard AJ, Lauchli A, 2006.** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, Vol. 57, No. 5, pp. 1025–1043.
- **Munns R., 2002:** Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and environment, Vol. 25: 239- 250
- **Munns R., Schachtman D.P. and Condon A.G. (1995)** -The significance of atwo-phase growth response to salinity in wheat and barley. Australian Journal of Plant Physiology 22, 561–56
- **Najar T., Héliali S., Nasr H. 2011** : “Valorisation des plantes tolérantes à la salinité par les petits ruminants”, Options Médit., 97, 73-77.
- **Nedjimi B. 2010.** Etude de la résistance d'*Atriplex halimus subsp schweinfurthii* aux sels solubles. Acta Botanica Gallica, Vol 157 n°4, 787-791.
- **Nedjimi B. 2013.** *Atriplex halimus subsp. schweinfurthii (Chenopodiaceae)* : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques.
- **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.
- **Ommamie.N., 2005-** Response of Amaranth to salinity stress. These of Ph. D. Horticulture. University of Pretoria. Chapter 1, p 5-20, chapter 6, P1.

## Références bibliographiques

---

- **Osmond, C.B. Bjorhman, O. et Anderson, D.J. 1980.** Physiological processes in plant ecology- toward a synthesis with *Atriplex*. Ed. Springer, Berlin; 463p.
- **Ouerghi Z, Cornie G, Roudani M, Ayadi A, Brulfert J. 2000.** Effect of NaCl on the photosynthesis of two wheat species (*Triticum durum* and *Triticum aestivum*) differing in their sensitivity to salt stress. *Journal of Plant Physiology* 15: 519–527.
- **Ouerghi, Z., Zid, E., Hajji, M. et Soltani, A. 1998** Comportement physiologique du blé dur au stress salin.
- **Ozenda P.** Flore du Sahara. Paris : Centrenational de la recherche scientifique (CNRS), 1977 ; 622 p.6
- **Ozenda P., 2006** Les végétaux : organisation et diversité biologique. 2ème Ed p 383.
- **Piri K., Anceau C., EL Jaafari S., Lepoivre P., Semal J., 1994:** Sélection in vitro de plantes and rogénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. L'amélioration des Plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris: 311- 320.
- **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*.
- **Qian Y.L., Wilhelm S.J., Marcum K.B.2001.** Comparative responses of two Kentucky bluegrass cultivars to salinity stress. *Corp Science*, **41**, 1895-1900.
- **Quezel,P.et Santana,S. 1962** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Editions CNRS.Paris. pp. 286-290.
- **Rahmoune, C., Maâlem, S. et Ben Naceur, M. (2004).** Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'*Atriplex* cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. *Plant Physiology*. Vol. 3, n°4, pp. 213-217.
- **Reham M. Nada • Gaber M. Abogadallah. 2014.** Developmental acquisition of salt tolerance in the halophyte *Atriplex halimus* L. is related to differential regulation of salt inducible genes.
- **Rejili M., Vadel M A., Neffatp M., 2006:** Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus* (L.) en présence du Na Cl. *Revue des Régions Arides*, Vol. 17, N°.1 : 65- 78.
- **Rengasamy P., 2010-** Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Aust. J.Soil Res.* 37: 613-620 p.
- **Rontein D,G.Bass and AD.Hanson., 2002.** Metabolic engineering of osmoprotectants accumulation in plants. *Metab.Engineer*, 4 , p. 357384.
- **Rosas M.R. 1989.** El genero *Atriplex* (*chenopodiaceae*) en Chile. *Gayana Bot*, 46 (12): 3-82.
- **Said O, Fulder. S, Khalil.K. Azaizeh. H. Kassis. E et Bashar Saad B. 2008.** Maiting a physiological blood glucose level with Glucolevel, a combination of four anti-diabetes plants used in the traditional arabal medicine. *Evid Based Complement Alternat Med.* 5 (4) :421 – 428.
- **Slama, F. 2004.** La salinité et la production végétale. Ed. Centre de publication universitaire. Tunis, 163p.
- **Smail Saadoun N. 2005.** Anatomical adaptation of Algerian Sahara *Chenopodiaceae* to severe drought conditions. *Science et changements planétaires/ Sécheresse*. Vol 16, Number 2: 121-4

## Références bibliographiques

---

- **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.
- **Talamli A., Bajji M., Le Thomas A., Kinet J- M. and Dutuit P., 2003-** Flower architecture and sex determination: how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes? *New Physiologist*157, pp105-113
- **Talamli, A., Dutuit P., Le Thomas A. and Gorenflot R., 2001-** Polygamie chez *Atriplex halimus* L. (*Chenopodiaceae*). C.R. Acad. Sci. PARIS, Sciences de la Vie324, pp107-113.
- **Thomas Borsch, 2005** « phylogenetic of *Amaranthaceae* using matK/trnK sequence data – evidence from parsimony, likelihood and bayesian approaches », *annals of the missouri botanical garden* ,vol.92,2005,p.66-102.
- **Uchiyama Y.** salt tolerance of *Atriplex nummularia*. *Tech. Bull. Trop. Agrc. Res. Cent.* 22 (1987) 1-69.
- **Ungar IA.** 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (*Chenopodiaceae*). *Am. J. Bot.* 83 604-7.
- **Ungar, 1991.** Variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. *Ciheam - Options Méditerranéennes*, pp. 167.
- **Wilfried, C. (2005).** Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Sci*, 168: 241-248.
- **www. google Earth.com 2019.**
- **www.Telabotanica.orj.consulté.2011**
- **Yamaguchi T., et Blumwald E., 2005-** Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends Plant Sci.* 10(12): 615–620.
- **Zhu J.K. 2001.** Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*; 6: 66-71.
- **Zhu J-K., Jagendorf A., Chinnusamy V. 2005-** Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science Society of America* .V 45, p 437-448.
- **Zhu, J. K., 2007-** *Plant Salt Stress*: John Wiley & Sons, Ltd.
- **Zid E, Boukhris 1982.** M. Quelques aspects de la tolérance de *Atriplex halimus* L.
- **Zid E., et Grignon C., 1991** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. *L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides*. Ed. Aupelf-Uref . John Libbey. Eurotext, Paris, pp. 91-108.

# *Annexes*

## Annexes

---

### Préparation des solutions salines à base de NaCl et CaCl<sub>2</sub> :

#### NaCl

$$M_{\text{Na}} = 23 \text{ mol},$$

$$M_{\text{Cl}} = 35.5 \text{ mol},$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ mol}$$

$$C = \frac{m}{M.V}$$

C : la concentration de chaque solution : 100 mmol = 0,1 mol, 200 mmol = 0.2 mol, 300mmol= 0.3 mol, 400mmol= 0.4 mol, 500mmol= 0.5 mol, 600mmol= 0.6 mol.

M : la masse molaire de NaCl

V : le volume donnée 1l

m : la masse cherchée pour préparée la solution NaCl

Alors :

$$m = C.V.M$$

$$m_{100} = 0.1 * 1 * 58.5$$

$$m_{200} = 0.2 * 1 * 58.5$$

$$m_{300} = 0.3 * 1 * 58.5$$

$$m_{400} = 0.4 * 1 * 58.5$$

$$m_{500} = 0.5 * 1 * 58.5$$

$$m_{600} = 0.6 * 1 * 58.5$$

#### Pour CaCl<sub>2</sub>

$$M_{\text{Ca}} = , M_{\text{Cl}_2}$$

$$, M_{\text{CaCl}_2} = 110.1 \text{ mol}$$

$$m = \frac{C.V.M}{2}$$

$$m = \frac{0.1*1*110.1}{2}$$

$$m = \frac{0.2*1*110.1}{2}$$

$$m = \frac{0.3*1*110.1}{2}$$

## Annexes

$$m = \frac{0.4 \cdot 1 \cdot 110.1}{2}$$

$$m = \frac{0.5 \cdot 1 \cdot 110.1}{2}$$

$$m = \frac{0.6 \cdot 1 \cdot 110.1}{2}$$

### Préparation d'extrait des valves fructifères :

5 g des valves fructifères  $\longrightarrow$  50 ml

Mettre 5g des valves fructifères dans 50 ml d'eau distillée, agiter pendant plusieurs heures ensuite filtrer

**Tableau N°01 :** % de germination des graines brunes d'*Atriplex halimus subsp.halimus* sous condition de salinité :

Traits / jours	Jr 01	Jr 02	Jr 03	Jr 04	Jr 05	Jr 06	Jr 07	Jr 08	Jr 09	Jr 10	Jr 11	Jr 12	Jr 13	Jr 14	Jr 15
T1	5	50	50	55	60	80	85	85	85	90	90	90	90	90	90
T2	25	50	60	65	70	80	85	85	85	85	85	85	85	85	85
T3	10	20	40	50	60	65	75	80	80	80	80	80	80	80	80
T4	30	35	40	40	55	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70
T5	35	35	35	35	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
T6	20	20	25	25	30	30	30	30	35	35	35	40	40	40	40
E.V	25	50	50	60	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Te	20	75	80	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol,  
E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin, Traits=traitements, Jr= jour.

## Annexes

**Tableau N° 02:** % de germination des graines noires d'*Atriplex halimus subsp.halimus* sous condition de salinité :

Traits jours	Jr 01	Jr 02	Jr 03	Jr 04	Jr 05	Jr 06	Jr 07	Jr 08	Jr 09	Jr 10	Jr 11	Jr 12	Jr 13	Jr 14	Jr 15
T1	10	15	20	20	30	35	50	50	50	65	65	65	65	65	65
T2	25	40	40	40	40	50	55	55	55	65	65	65	65	65	65
T3	15	20	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
T4	15	15	20	20	20	20	20	20	20	25	25	30	30	30	30
T5	5	5	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
T6	0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
E.V	25	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Te	20	35	35	45	45	45	65	70	70	70	70	70	70	70	70

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol,  
E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin, Traits=traitements, Jr= jour.

**Tableau N°03:** % de germination des graines brunes d'*Atriplex halimus subsp.schweinfurthii* sous condition de salinité :

Traits Jours	Jr 01	Jr 02	Jr 03	Jr 04	Jr 05	Jr 06	Jr 07	Jr 08	Jr 09	Jr 10	Jr 11	Jr 12	Jr 13	Jr 14	Jr 15
T1	0	35	95	95	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
T2	25	25	45	50	55	75	75	85	90	90	95	95	95	95	95
T3	15	15	20	30	50	65	70	75	85	90	95	95	95	95	95
T4	0	25	40	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	70
T5	5	5	30	40	55	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
T6	5	5	25	35	40	40	45	45	50	50	50	50	50	50	50
E.V	0	25	35	65	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Te	5	65	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol,  
E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin, Traits=traitements, Jr= jour.

## Annexes

**Tableau N°04 :** % de germination des graines noires d'*Atriplex halimus subsp.schweinfurthii* sous condition de salinité :

Traits jours	Jr 01	Jr 02	Jr 03	Jr 04	Jr 05	Jr 06	Jr 07	Jr 08	Jr 09	Jr 10	Jr 11	Jr 12	Jr 13	Jr 14	Jr 15
T1	10	10	20	20	35	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50
T2	0	5	30	35	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
T3	5	5	15	20	35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
T4	5	20	25	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
T5	0	0	25	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35	35
T6	5	5	15	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
E.V	0	20	20	30	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Te	5	5	25	35	50	65	65	70	75	75	75	75	75	75	75

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol,  
E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin, Traits=traitements, Jr= jour.

**Tableau N°05 :** % finales de germination des graines brunes et noires des deux sites :

Traitement		Te	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E. v
Site Mostagane m	Graines brunes	100 %	90%	85%	80%	70%	45%	40%	70%
	Graines noires	70%	65%	65%	30%	30%	15%	15%	40%
Site Oran	Graines brunes	100 %	100%	95%	95%	70%	60%	50%	75%
	Graines noires	75%	50%	50%	40%	35%	35%	25%	35%

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol,  
E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin,

## Annexes

**Tableau N° 06:** Coefficient de vélocité et temps moyen de germination :

Traitements Espèces	Site Mostaganem.		Site Oran.	
	<i>Halimus</i> graines brunes.	<i>Halimus</i> graines noires.	<i>Schweinfurthii</i> graines brunes.	<i>Schweinfurthii</i> graines noires.
Témoin	Cv=15.37% Tm=7 jr	Cv=19.09 % Tm=5 jr	Cv=32% Tm=3 jr	Cv=15.42% Tm=6 jr
100 mmol	Cv=29% Tm=4 jr	Cv=14.43% Tm=7 jr	Cv=21% Tm=5 jr	Cv=17.69% Tm= 6 jr
200 mmol	Cv=21.85% Tm=5 jr	Cv=16.28% Tm=6 jr	Cv=13.93% Tm=7 jr	Cv=14.95% Tm=7 jr
300 mmol	Cv=18% Tm=6 jr	Cv=36% Tm=3 jr	Cv=13.07% Tm=8 jr	Cv=21.62% Tm=5 jr
400 mmol	Cv=17.68% Tm=5 jr	Cv=14.83% Tm=7 jr	Cv=16.15 % Tm= 6 jr	Cv=32.69% Tm=3 jr
500 mmol	Cv=27% Tm=4 jr	Cv=28.12% Tm=4 jr	Cv=18.15 % Tm= 5 jr	Cv=17.73% Tm= 6 jr
600 mmol	Cv=15.09% Tm=7 jr	Cv=33.33 % Tm=3 jr	Cv= 21% Tm= 5 jr	Cv=23.07 % Tm=4 jr
Extraits des valves	Cv=29.47% Tm=3 jr	Cv=27 % Tm= 4 jr	Cv=25.31% Tm=4 jr	Cv=26.58 % Tm=4 jr

**Tableau N°07 :** Teneurs en matières sèches, matières fraîches de chaque boîte pétri arrive à 100% des graines brunes germées d'*Atriplex halimus subsp. halimus* du site Mostaganem:

Traitements	Répétitions	Matières fraîche (g)	Matières sèche (g)	Teneur en eau (ml)
100 mmol	R1	0.09	0.01	0.08
	R2	0.09	0.01	0.08
200 mmol	R1	N'a pas atteint 100%		
	R2	0.09	0.02	0.07
300 mmol	R1	N'a pas atteint 100%		
	R2	0.06	0.01	0.05
Témoin	R1	0.03	0.009	0.021
	R2	N'a pas atteint 100%		

R1 : répétition numéro 1

R2 : répétition numéro 2

**Remarque :** pour les traitements 400 mmol, 500mmol, 600 mmol et l'extrait des valves fructifères, les graines n'arrivent pas à 100%.

## Annexes

**Tableau N° 08:** Teneurs en matières sèches, matières fraîches de chaque boîte pétri arrive à 100% de graines brunes germées d'*Atriplex halimus Subsp .Schweinfurthii* du site Oran:

Traitements	Répétitions	Matières fraîche (g)	Matières sèche (g)	Teneur en eau (ml)
100 mmol	R1	N'a pas atteint 100%		
	R2	0.10	0.02	0.08
Témoin	R1	0.09	0.01	0.08
	R2	0.06	0.01	0.05

R1 : répétition numéro 1                      R2 : répétition numéro 2

**Remarque :** pour les traitements 200 mmol, 300mmol ,400 mmol, 500mmol, 600 mmol et l'extrait des valves fructifères, les graines n'atteignent pas 100%.

### **Méthode de calcul de la capacité de rétention:**

Dans un pot perforé à sa base (P0), on met 100 g de sable servant à notre expérimentation (P1), puis on verse l'eau distillée dans ce pot jusqu'à saturation. Ce pot est ensuite couvert avec un papier aluminium pour éviter l'évaporation de l'eau et mis sur la paille pendant 48 heures. Après cette durée de temps, le pot est pesé (P2).

### **Calcul de la capacité de rétention CR pour 100 g de sable:**

$$P_0 = 1.79 \text{ g}$$

$$P_1 = 100 \text{ g}$$

$$P_2 = 122.26 \text{ g}$$

$$CR = (P_2 - P_1) - P_0 = (122.26 - 100) - 1.79 = 20.47 \text{ ml}$$

La capacité de rétention pour 100 g de sable est égale 20.47 ml.

### **Calcul de la capacité de rétention CR pour le substrat:**

$$20.47 \text{ ml} \rightarrow 100 \text{ g}$$

$$CR \text{ ml} \rightarrow 75 \text{ g}$$

$$CR = (75 \times 20.47) / 100$$

$$= 15.35 \text{ ml.}$$

Calcul de la capacité de rétention à 60 %

➤ **Pour 60%**

$$15.35 \text{ ml} \rightarrow 100\%$$

$$CR_{60\%} \text{ ml} \rightarrow 60\%$$

$$CR_{60\%} = (15.35 \times 60) / 100 = 9.2 \text{ ml}$$

La capacité de rétention à 60 % est égale 9.2 ml pour 75 g de substrat.

## Annexes

**Tableau N°11 :** Teneurs en MS et MF des plantules issues des graines brunes *d'Atriplex halimus* site Mostaganem :

Traitements	Te	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.V
MS (g)	0.014	0.03	0.031	0.01	0.008	0.004	0.003	0.002
MF (g)	0.27	0.47	0.48	0.19	0.15	0.076	0.057	0.038

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol, E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin.

**Tableau N°12 :** Teneurs en MS et MF des plantules issues des graines noires *d'Atriplex halimus* site Mostaganem :

Traitements	Te	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.V
MS (g)	0.012	0.008	0.007	0.006	0.003	0.003	0.004	0.002
MF (g)	0.23	0.15	0.11	0.11	0.019	0.019	0.076	0.019

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol, E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin.

**Tableau N°13 :** Teneurs en MS et MF des plantules issues des graines brunes *d'Atriplex halimus* site Oran :

Traitements	Te	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.V
MS (g)	0.018	0.015	0.003	0.007	0.002	0.002	0.007	0.003
MF (g)	0.34	0.29	0.019	0.013	0.038	0.019	0.013	0.057

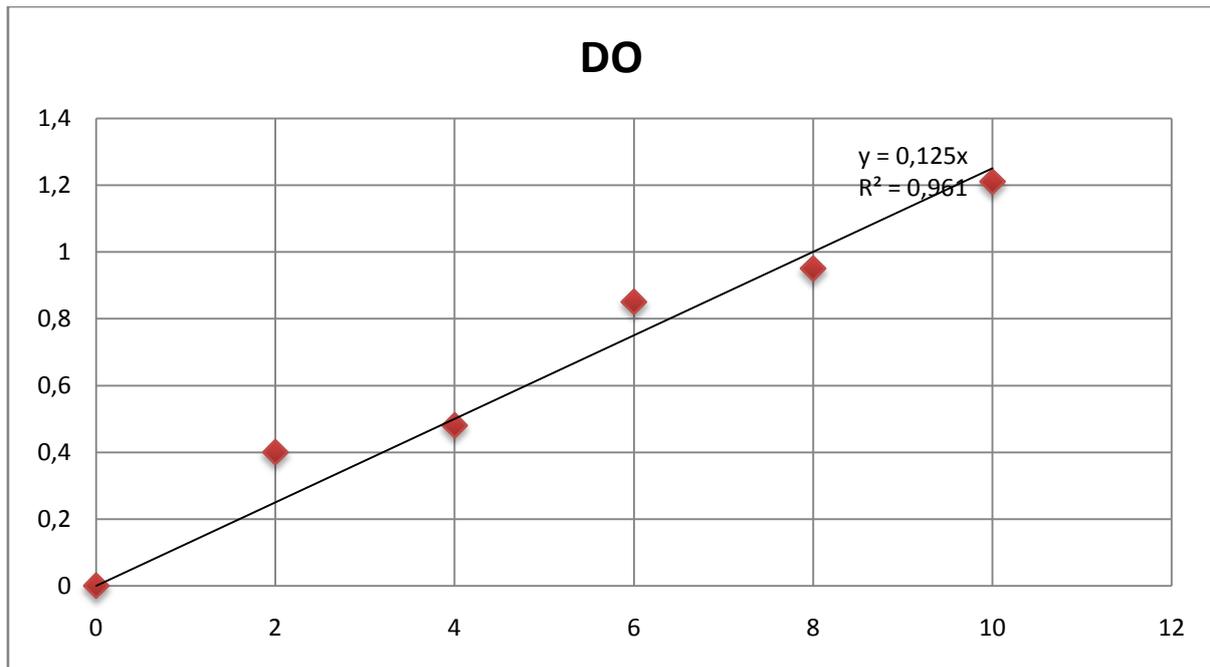
T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol, E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin.

**Tableau N°14 :** Teneurs en MS et MF des plantules issues des graines noires *d'Atriplex halimus* site Oran :

Traitements	Te	T1	T2	T3	T4	T5	T6	E.V
MS (g)	0.01	0.007	0.003	0.002	0.004	0.002	0.003	0.003
MF (g)	0.19	0.1	0.055	0.017	0.074	0.035	0.052	0.015

T1=100 mmol, T2=200 mmol, T3=300 mmol, T4=400 mmol, T5=500 mmol, T6=600 mmol, E.V= extrait des valves fructifères, Te= témoin.

**Courbe d'étalonnage de protéine**



**1. Calcule de la teneur de protéines en mg/ml**

Do  $\longrightarrow$  Quantité de BSA  $\mu\text{g}$   $\longrightarrow$  10  $\mu\text{l}$

Soit 0.61  $\longrightarrow$  4.66  $\mu\text{g}$  dans 10 $\mu\text{l}$   $\longrightarrow$  466 mg/1000ml

Alors :

$P = 0.47 \text{ mg/ml}$
--------------------------

**2. Calcule de la teneur de protéine en mg/g MF**

1  $\mu\text{g}$   $\longrightarrow$  0.001 mg

4.66 $\mu\text{g}$   $\longrightarrow$  x

$x = 4.66 * 0.001 = 0.00466 \text{ mg}$

Alors :

$$P = \frac{0.00446 * 200}{0.1} = 8.92 \text{ mg/g MF}$$

## Annexes

---

**Remarque :** Ces étapes sont appliqués pour le traitement 100 mmol et on suit les mêmes calculs pour toutes les traitements restantes dans les deux sites.

### Courbe d'étalonnage de proline :

