



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

### MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : -BENHOUMEUR Nourelhouda

-DJAIRENE Rabab

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMÉLIORATION DES PLANTES

### Thème

**L'étude des effets de NaCl sur la croissance de  
*Peganum harmala* L.**

### Jury de soutenance

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme MALEME Hamida	MCA	Président
Mme MARFOUA Meriem	MCB	Examineur
Mr SARIDI Abdelkader	MAA	Encadreur

Promotion : septembre 2022



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

### MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : -BENHOUMEUR Nourelhouda

-DJAIRENE Rabab

DOMAINE :SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMÉLIORATION DES PLANTES

### Thème

**L'étude des effets de NaCl sur la croissance de  
*Peganum harmala* L.**

#### Jury de soutenance

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme MALEME Hamida	MCA	Président
Mme MARFOUA Meriem	MCB	Examineur
Mr SARIDI Abdelkader	MAA	Encadreur

Promotion : septembre 2022

**(Benhoumeur Nourelhouda, Djairène Rabab)**

## **RESUME**

### **Etude des effets de NaCl sur la croissance de *Peganum harmala* L.**

Au cours de ces dernières décennies on assiste à une diminution progressive des superficies cultivables dans les régions arides et semi-arides à cause de l'accumulation à sels liée à : la rareté des précipitations, au mauvais drainage, à la sécheresse prolongée. L'objectif de cette étude est de déterminer l'étude des effets de la salinité au cours de la croissance végétatif chez *Peganum harmala* L., généralement connu sous le nom de rue syrienne, rue sauvage ou Harmel. L'effet du stress salin a été abordé sur un certain nombre de caractères agromorphologiques en conditions contrôlées. La dose de salinité (Na Cl), qui varie de 0 à 10g/l.

Les résultats ont montré une variabilité non négligeable dans le comportement de cette plante en fonction du stress salin. Chez *Peganum harmala*, le sel a exercé un effet dépressif sur tous les paramètres de croissance étudiés. La croissance en hauteur, le nombre de feuilles, la biomasse sèche totale, biomasse frais total et la matière sèche sont vraisemblablement les paramètres les plus affectés. les effets de stress salin sont plus grave au-delà de 4g/l.

**Mots clés :** *Peganum harmala* L, Salinité, Na Cl, Croissance.

**(Benhoumeur Nourelhouda, Djairène Rabab).**

## **ABSTRACT**

### **Study of the effects of NaCl on the growth of *Peganum harmala* L.**

During the last decades there is a progressive decrease of cultivable areas in arid and semi-arid regions due to the accumulation of salts related to: scarcity of rainfall, poor drainage, prolonged drought. The objective of this study is to determine the effects of salinity during vegetative growth in *Peganum harmala* L., commonly known as Syrian rue, wild rue or Harmel. The effect of salt stress was addressed on a number of agro-morphological traits under controlled conditions. The dose of salinity (Na Cl), which varied from 0 to 10g/l.

The results showed a significant variability in the behavior of this plant according to the salt stress. In *Peganum harmala*, salt had a depressive effect on all the growth parameters studied. Growth in height, number of leaves, total dry biomass, total fresh biomass and dry matter are probably the most affected parameters. The effects of salt stress are more severe above 4g/l.

**Keywords:** *Peganum harmala* L, Salinity, Na Cl, Growth

(بن حومر نور الهدى, جعيرن رباب).

## ملخص

### دراسة تأثير كلوريد الصوديوم على نمو *Peganum harmala* L.

شهدت العقود القليلة الماضية انخفاضاً تدريجياً في المساحات القابلة للزراعة في المناطق الجافة والشبه جافة، وذلك نتيجة تراكم الأملاح المرتبطة بندرة هطول الأمطار وسوء الصرف والجفاف لفترات طويلة وامتصاص النباتات للمياه وكما نعلم ان التملح التدريجي للتربة يعد عامل مقيد رئيسي للإنتاجية الزراعية. ولذا تمت هذه الدراسة بهدف التعرف على تأثيرات الملوحة أثناء النمو النباتي لنبتة *Peganum Harmala* L. والمعروفة باسم الحرمل السوري أو الحرمل البري أو الحرمل. والذي يعد نبات شائع الاستخدام في الجزائر، لا سيما في مجال الطب التقليدي. ولهذا تمت معالجة تأثير الإجهاد الملحي على عدد معين من الصفات المورفولوجية الزراعية في ظل ظروف خاضعة للرقابة. بجرعة ملوحة (Na Cl) تراوحت من 0 إلى 10 غ / لتر.

ولقد أظهرت النتائج تبايناً مرتفعاً جزئياً في سلوك هذا النبات وفقاً لإجهاد الملح. لنبتة *Peganum Harmala* ، حيث كان للملح تأثير مثبط على جميع متغيرات النمو المدروسة. لذا من المحتمل أن يكون النمو المرتفع، وعدد الأوراق، والكتلة الحيوية الجافة الكلية، والكتلة الحيوية الطازجة الكلية والمواد الجافة هي العوامل الأكثر تأثراً بالإجهاد الملحي، لا سيما ان تأثيرات الإجهاد الملحي تكون أكثر خطورة فوق 4 غ / لتر.

الكلمات الأساسية: *Peganum harmala* L. ، الملوحة ، كلوريد الصوديوم ، نمو.

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs*

*Encouragements.*

*A mes chères sœurs.*

*A mes chères frères.*

*Et les petits enfants.*

*Et toute personne qui occupe une place dans mon cœur sur tous*

*Sahra, Nesrine,*

*Et mes amis Naima, Fatima, et Zahra.*

*A tous mes collègues de promotion de 2<sup>ème</sup> année Master  
amélioration des plantes.*

*Sans oublier toute les professeurs que ce soit du primaire, du  
moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

***HOUDA***

## ***Dédicaces***

*À mon don de Dieu et à la grande bénédiction dans laquelle je vis, à l'inégalé dans l'univers, aux deux symboles du don et de l'amour: ma mère et mon père, je vous dédie le fruit de mon humble travail, puisse être une source de fierté pour vous deux. Vous avez été mon meilleur soutien tout au long de mon parcours universitaire. Merci pour votre soutien, le mot merci ne vous suffit pas.*

*Je le dédie aussi à la chose la plus précieuse qui existe de la vie, mes frères et sœurs **Sirin, Khadija** et sa fille **Amira, Azzedine, Mahmoud, Farouk**, et à toute ma famille, tous mes professeurs pendant toutes mes études; A tous mes amis et ma famille.*

*Rabab*

# Remerciement

*Avant toutes choses, je remercie Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience pour accomplir ce travail.*

*" فاللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك "*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à « Saridi Abdelkader » pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, son disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous a accordé pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier aussi les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et tous les enseignants du département d'agronomie à l'université de -Laghouat- qui nous ont permis de*

*bénéficier de leurs expériences, de leurs compétences et de leur*

*rigueur scientifique tout le long de notre formation universitaire.*

*Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères*

*Remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.*

# SOMMAIRE

Dédicaces

Remerciement

Résumé

Abstract

ملخص

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

1

Partie Bibliographique

CHAPITRE I : Généralités sur la plante *Peganum harmala L.*

I.1. Généralités

3

I.2. Répartition géographique

3

I.3. Systématique de l'espèce

4

I.4. Description botanique

4

I.4.1. Les tiges

4

I.4.2. Les feuilles

5

I.4.3. Les fleurs

6

I.4.4. Les fruits

7

I.4.5. Les graines

7

I.5. La composition chimique

8

I.6. Usages de la plante

8

I.7. Intérêt pharmaceutique

8

I.7.1. Effets cardiovasculaires

8

I.7.2. Effets antimicrobiens

9

I.7.3. Effet anti protozoaire

9

I.7.4.Effet antibactérienne	9
I.7.5.Effet antinéoplasiques, antiprolifératifs et antioxydants	9
I.7.6. Effets sur le système immunitaire	9
I.7.7. Effets sur le système nerveux	10
I.7.8. Effets gastro-intestinaux	10
I.7.9. Effets antidiabétiques	10
I.8. Toxicité de la plante	10
<b>CHAPITRE II : La salinité et ses effets</b>	
II .1. Définition de la salinité	11
II.2. Importance de la salinité	11
II .3. Définition de stress salin	12
II .4.Conséquences d'un stress salin	12
II.5. La salinité dans le monde et en Algérie	12
II.5.1. Dans le monde	12
II.5.2. En Algérie	13
II .6. Origine des sols salés	14
II.6.1. Salinisation primaire	14
II .6.2. Salinisation secondaire	14
II.7. Les composante de la salinité	15
II.7.1. Le stress hydrique	15
II.7.2. Stress ionique	15
II.7.3. Stress nutritionnel	15
II .8. Effet de la salinité sur la physiologie de la plante	16
II.8.1. Effet de la salinité sur la germination	16
II.8.2. Effets osmotiques	16
II.8.3. Effets toxiques	16

II.8.4. Effet de la salinité sur la croissance	16
II.8.5. Effet de la salinité sur le développement	17
II.8.6. Effet de la salinité sur la photosynthèse	17
II.8.7. Effet de la salinité sur le métabolisme de l'azote	17
II.9. Mécanismes de résistance à la salinité	18
II.9.1. Exclusion	18
II.9.2. Inclusion	18
 <b>CHAPITER III: MATERIEL ET METHODES</b>	
III.1. Objectif de l'étude	19
III. 2 Matériel végétal	19
III.3. Lieu d'expérimentation	19
III.4. Les traitements utilisés	19
III.5. Dispositif expérimental	19
III.6. La mise en culture	20
III.7. Les paramètres mesuré	21
III.7.1. Hauteur	21
III.7.2. nombre des feuilles	21
III.7.3. poids frais total	21
III.7.4. poids sèche total	21
III.7.5. pourcentage de matière sèche (MS%)	21
III.8. Les analyses statistiques	22
 <b>CHAPITER IV: RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
IV.1. Résultats	23
IV.1.1. Hauteur	24
IV.1.2. Nombre des feuilles	25
IV.1.3. poids frais	26
IV.1.4. poids sec	27

IV.1.5. Matière sèche (MS)	28
IV.2. Discussion	29
<b>Conclusion</b>	<b>30</b>
<b>Les références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## LISTE DES TABLEAUX

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Répartition géographique de <i>Peganum harmala L</i>	3
2	Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares	13
3	La hauteur des plants en centimètre « cm » à différents concentration de NaCl	24
4	Le nombre des feuilles des plants à différents concentration de NaCl	25
5	Le poids frais des plants à différents concentration de NaCl	26
6	Le poids sec des plants à différents concentration de NaCl	27
7	La matière sèche des plants à différents concentration de NaCl	28

## LISTE DES FIGURES

N°	Titre	page
1	Différentes parties de l'espèce <i>Peganum harmala L</i>	4
2	Les tiges de la plante <i>Peganum harmala L</i>	5
3	Les feuilles de la plante <i>Peganum harmala L</i>	5
4	Les fleurs de la plante <i>Peganum harmala L</i>	6
5	Les fruits de la plante <i>Peganum harmala L</i>	7
6	Les graines de la plante <i>Peganum harmala L</i> .	7
7	Répartition des sols salins du Nord de l'Algérie	14
8	Dispositif expérimental de la plante <i>Peganum harmala</i>	20
9	Schéma de dispositif expérimental de la plante <i>Peganum harmala</i>	20
10	les plants de <i>Peganum harmala</i> en différents concentration de NaCl	23
11	Plante de <i>Peganum harmala</i> .	23
12	l'effet de variation du NaCl sur la hauteur des plantes	24
13	l'effet de variation du NaCl sur le nombre des feuilles	25
14	l'effet de variation du NaCl sur le poids frais	26
15	l'effet de variation du NaCl sur le poids sec	27
16	l'effet de variation du NaCl sur la matière sèche	28

## LISTE DES ABREVIATIONS

- PH** : Potentiel hydrique
- Ppm** : La partie par million
- Mec/l** : Milliéquivalent par litre
- Na<sup>+</sup>** : Sodium
- Cl<sup>-</sup>** : Ion chlorure
- Ha** : Hectare
- K<sup>+</sup>** : Potassium
- Ca<sup>2+</sup>** : Ion calcium
- NO<sup>3-</sup>** : Ion nitrât
- HCo<sup>3+</sup>** : Bicarbonate
- SO<sup>4</sup>** : Sulfate
- H<sup>2</sup>PO<sup>4</sup>** : Acide phosphorique
- NaCl** : Chlorure de sodium
- g/l** : Gramme par litre
- T** : Traitement
- T0** : Eau de robinet témoin 0 g/l de NaCl
- T1** : Eau de robinet contenant 1 g/l de NaCl
- T2** : Eau de robinet contenant 2 g/l de NaCl
- T3** : Eau de robinet contenant 3 g/l de NaCl
- T4** : Eau de robinet contenant 4 g/l de NaCl
- T5** : Eau de robinet contenant 5 g/l de NaCl
- T6** : Eau de robinet contenant 6 g/l de NaCl

- T7** : Eau de robinet contenant 7 g/l de NaCl
- T8** : Eau de robinet contenant 8 g/l de NaCl
- T9** : Eau de robinet contenant 9 g/l de NaCl
- T10** : Eau de robinet contenant 10 g/l de NaCl

---

## INTRODUCTION

Depuis l'antiquité l'homme a employé des remèdes traditionnels à base de plantes qu'il avait à sa disposition. A travers les siècles, les traditions humaines ont développé la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour améliorer la santé humaine (**Iserin, 2001**).

Les ressources végétales spontanées constituent jusqu'à ce jour une source d'intérêt primordial pour l'homme et ses besoins. Elles représentent aussi un phytomédicament appréciable par la population de certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement. En Afrique, la médecine traditionnelle contribue à la satisfaction des besoins en matière de santé de plus de 80% de la population. Ces ressources comptent environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales. (**Bouallala et al., 2014**).

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Peganum*, ce dernier est largement distribué dans les régions arides et semi-arides. De nombreuses espèces de ce genre possède de nombreuses propriétés thérapeutiques et est fréquemment citée dans l'ethnobotanique et la phytothérapie. Parmi les espèces les plus connues se trouvent *Peganum harmala* connu sous le nom de Harmel, Elle est utilisée dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs et présente aussi un pouvoir allopathique contre la germination des adventices des cultures (**Benmeddour, 2010**).

Elle est considérée comme l'une des plantes médicinales les plus célèbres dans la médecine traditionnelle grâce à ses nombreuses vertus thérapeutiques tel qu'un antidouleur, antispasmodique, agent narcotique, pour le traitement des fièvres et même pour soigner les rhumatismes. (**Khan et al., 2017**).

L'objectif de notre travail est l'étude des effets de Na Cl sur les paramètres biométriques de *Peganum harmal L*

---

Cette étude sera subdivisée en trois chapitres :

Dans la première chapitre, nous faisons une étude bibliographique sur la description botaniques de plante *Peganum harmala*, origine et distribution, la systématique, composition chimique, usages de la plante et leur toxicité.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté la salinité et ses effets sur la physiologie et la croissance de la plante *Peganum harmala L.*

Le troisième chapitre portera sur le matériel et les méthodes de travail.

Enfin, nous rendons compte les résultats obtenus, ainsi que leurs discussions et nous finirons par une conclusion.

**Chapitre I**  
**Généralité sur la plante de *Peganum***  
***harmala L***

**I.1. GENERALITES**

*Peganum harmala* est une espèce vivace de la famille des zygophyllacées dans l'ordre des Zygophyllacées qui contient environ 30 genres et 250 espèces xérophytes et halophytes (Harchaoui, 2019).

Le genre *Peganum* tient son nom du grec, il est attribué aux espèces de la rue, alors que le nom de l'espèce harmala est dérivé de celui de la ville Libanaise Hermel (Mars, 2009). (Moussaoui et Chabane. 2019).

Il s'agit d'une espèce qui pousse spontanément dans les régions steppiques et semi-arides. Elle est native à l'Afrique du Nord, la région méditerranéenne, le Moyen Orient, l'Inde et Pakistan (Yousefi et al, 2009).

**I.2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE**

Cette plante est largement distribuée à travers le monde. Elle est particulièrement répandue dans les zones arides et sèches méditerranéennes dans les sols sableux et légèrement nitrés (Iserin, 2001).

Elles sont largement distribuées dans les régions arides, semi-arides, les terrains salés, et les pâturages désertiques (Tahrouch et al, 1998 ; Asgarpanah et Ramezanloo, 2012).

En Algérie, *Peganum harmala* est commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central. Il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des agglomérations (Ozenda, 1991).

**Tableu 1** : Répartition géographique de *Peganum harmala*

Continent	Régions
Europe	elle est très commune dans les zones sèches, de l'Espagne à la Hongrie jusqu'aux steppes de la Russie méridionale.
Asie	elle est répandue dans les steppes de l'Iran et du Turkestan jusqu'au Tibet.
Amérique du Nord	Aux Etats-Unis, on la trouve en Arizona et au Texas ou on la nomme « Mexican rue ».
Afrique	Elle est, particulièrement, abondante dans les zones arides méditerranéennes du Moyen-Orient au Nord de l'Afrique (Tunisie, Sahara septentrional et central en altitude, Hauts-Plateaux algériens et Oranie, Maroc oriental).

Source : (Hammiche et al, 2013).

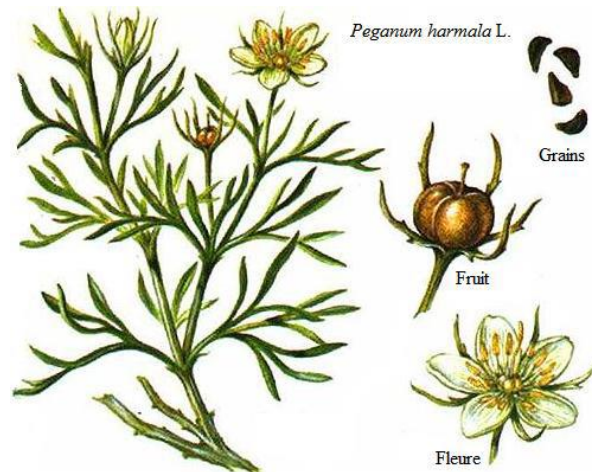
### I.3. SYSTEMATIQUE DE L'ESPECE

Selon la classification taxonomique de **Ozenda (1991)** *Peganum harmala L.* Est classé :

– Règne	: Végétal
– Embranchement	: Spermatophytes
– Sous embranchement	: Angiospermes
– Classe	: Magnoliopsida
– Sous classe	: Rosidae
– Ordre	: Sapindales
– Famille	: Zygophyllaceae
– Genre	: <i>Peganum</i>
– Espèce	: <i>Peganum harmala L.</i>

### I.4. DESCRIPTION BOTANIQUE

*Peganum harmala L.* est une plante vivace, herbacée, glabre, très ramifiée, pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur, avec de courtes racines rampantes qui peuvent atteindre une profondeur de 6,1 m, si le sol où elle pousse est très sec. Elle fleurit entre juin et août dans l'hémisphère nord (**Yousefi et al, 2009**).



**Figure 1:** Différentes parties de l'espèce *Peganum harmala L.* (**Healthyhomegardening.com, 2012**).

#### I.4.1. Les tiges

Sont dressées, très rameuses. Elles disparaissent l'hiver. Elles portent des feuilles alternes, découpées en lanières étroites. A leur extrémité, s'épanouissent les fleurs 20 *Peganum*

*harmala* L. Solitaires, assez grandes (25 à 30 mm) (Maire, 1933 ; Chopra *et al*, 1960 ; Ozenda, 1991).

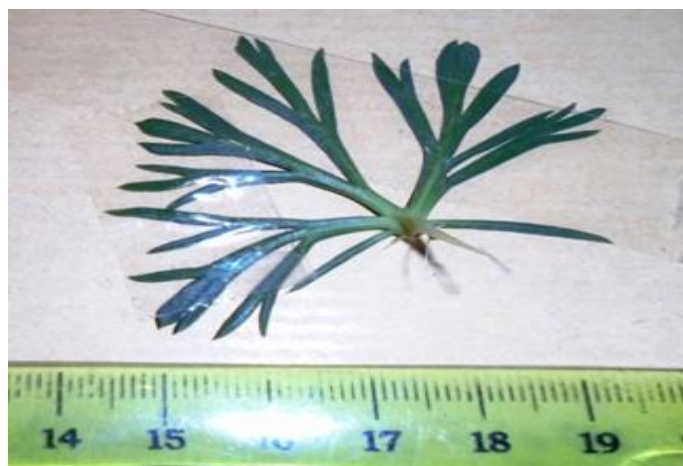


Source : originale (2022).

**Figure 2:** Les tiges de la plante *Peganum harmala L.*

#### I.4.2. Les feuilles

Sont allongées et irrégulièrement divisées en multiples lanières très fines pouvant atteindre 5x5 cm. Les feuilles supérieures ne dépassent pas 1,5 mm de largeur (Maire, 1933 ; Chopra *et al*, 1960 ; Ozenda, 1991).



Source : originale (2022).

**Figure 3:** Les feuilles de la plante *Peganum harmala L.*

**I.4.3. les fleurs**

*Peganum harmala* L. présente des fleurs assez grandes (25 à 30 mm), d'un blanc jaunâtre veinées de vert avec cinq sépales inégaux persistants, qui dépassent la corolle et des pétales oblongs, crèmes, lavés de rose-orangé, à nervures jaunes. Elles sont monoïques dotées de dix à quinze étamines à anthères longues de 8 mm, à filets très élargis et plats dans leur partie inférieure, et à gynécée de 8-9 mm de longueur, des ovaires globuleux de trois à quatre loges et des stigmates à 3 carènes insensiblement atténués en style (Maire, 1933 ; Chopra *et al.*, 1960 ; Ozenda, 1991).



**Figure 4:** Les fleurs de la plante *Peganum harmala* L. (Tarabsa, 2011).

#### I.4.4. Les fruits

Sont des petites capsules sphériques, avec trois chambres de 6 à 10 mm de diamètre, qui se tient droit sur sa tige et déprimées au sommet (Yousefi *et al*, 2009).



Figure 5 : Les fruits de la plante *Peganum harmala L.* (Tarabsa, 2011).

#### I.4.5. Les graine

Les capsules contiennent plus de 50 petites graines triangulaires (Asghari *et al*, 2004 et Moloudizargari *et al*, 2013). Ces graines sont nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé. Elles ont une saveur amère (Chopra *et al*, 1960).



Source : originale (2022).

Figure 6: Les graines de la plante *Peganum harmala L.*

### **I.5. LA COMPOSITION CHIMIQUE**

L'analyse photochimique des extraits de plantes a montré la présence d'alcaloïdes, coumarines, de saponines, de quinones de flavonoïdes libres (**Behidj-Benyounes et al, 2014**).

Les graines et les racines contiennent quatre alcaloïdes : l'harmaline, l'harmine, l'harmalol et la péganine (**Kemassi et al, 2014**).

La partie médicinale principale de la plante est la graine dans la phytothérapie moderne. Les Composés pharmacologiquement actifs de *Peganum harmala* sont plusieurs alcaloïdes, les  $\beta$ carbolinestels que l'harmine, l'harmaline, l'harman et l'harmalol et les dérivés de quinazoline, vasicine et vasicinone. (**Cheraghiniroumand et al., 2015**).

Des tests phytochimiques sur les trois extraits (éthanoïque, aqueux et hexanique) ont montré que la plante possède une richesse d'alcaloïdes (**Behidj-Benyounes et al, 2013**). Ainsi les études de (**Huashao et al, en 2013**) ont conduit à l'isolement des alcaloïdes, les stéroïdes, les flavonoïdes, les anthraquinones, les acides aminés et les polysaccharides des graines de *Peganum*, ses feuilles, fleurs, tiges et racines.

### **I.6. USAGES DE LA PLANTE**

Depuis un temps reculé, le *Peganum harmala* semble avoir été utilisé par les populations de l'ancien monde et particulièrement de l'Orient comme une plante médicinale ayant des propriétés emménagogues, anthelminthiques, antiparkinsoniennes, et enivrantes (**Claude, 1967**).

Les graines de *Peganum harmala* sont utilisées sur plusieurs formes (poudre, décoction, macération ou infusion) dans le traitement des diarrhées, des tumeurs et de l'avortement. Elle est utilisée comme un remède pour les événements douloureux (rhumatismaux, intestinaux et articulation douloureuse) (**Bellakhdar, 1997 ; Farouk et al, 2007**).

### **I.7. INTERET PHARMACEUTIQUE**

Les graines de *Peganum harmala* sont riches en alcaloïdes ( $\beta$ -carbolines) qui ont un effet pharmacologique dans divers domaines Ceux-ci incluent :

#### **I.7.1. Effets cardiovasculaires**

*P. harmala* est l'une des plantes médicinales les plus fréquemment utilisées dans le monde pour traiter l'hypertension et les maladies cardiaques (**Tahraoui et al, 2007**) il a également

été démontré dans diverses études pharmacologiques que l'extrait de *P. harmala* ou ses principaux alcaloïdes actifs, l'harmine, l'harmaline, l'harman et l'harmalol, ont différents effets cardiovasculaires. (Aarons *et al.*, 1977)

### **I.7.2. Effets antimicrobiens**

Diverses études ont montré différents effets antiparasitaires, (Astulla *et al.*, 2008) antifongiques, antibactériens (Nenaah , 2010).

### **I.7.3. Effet antiprotozoaire**

Diverses études ont été menées sur les effets in vitro et in vivo de différents extraits de *P. harmala* sur des formes de parasites de la leishmanie (Di Giorgio *et al.*, 2004)

### **I.7.4. Effet antibactérienne**

Une des autres caractéristiques importantes des alcaloïdes de *P. harmala* est leur activité bactéricide qui est comparable à celle des antibiotiques courants, qui ont de nombreux effets indésirables. Il a été démontré que différentes espèces de bactéries sont sensibles à ces alcaloïdes. Il est conclu que *P. harmala* et ses alcaloïdes pourraient probablement être utilisés pour le contrôle des isolats de bactéries résistantes aux antibiotiques. (Nenaah , 2010).

### **I.7.5. Effets antinéoplasiques, antiprolifératifs et antioxydants**

Depuis les temps anciens, *P. harmala* a été utilisé dans le traitement des cancers et des tumeurs dans certaines parties du monde. (Hamsa *et al.*, 2010) (Chen *et al.*, 2005).

L'activité antitumorale de *Peganum harmala L* et ses alcaloïdes actifs (principalement les bêta-carbolines) ont également attiré l'attention de nombreux chercheurs dans le monde entier, ce qui a conduit à diverses études pharmacologiques concernant cet effet important de *P. harmala*. Plusieurs auteurs ont rapporté la cytotoxicité de *P. harmala* sur des lignées de cellules tumorales in vitro et in vivo. (Li *et al.*, 2007).

### **I.7.6. Effets sur le système immunitaire**

Les alcaloïdes de bêta-carboline de *P. harmala* ont des effets immunomodulateurs dans plusieurs études (Farzin *et al.*, 2006), (Wang *et al.*, 1996). Les extraits de cette plante ont un effet anti-inflammatoire significatif via l'inhibition de certains médiateurs inflammatoires. (Bremner *et al.*, 2009).

### **I.7.7. Effets sur le système nerveux**

Dans la médecine traditionnelle, *P. harmala* a été utilisé parmi les sociétés pour traiter certains troubles du système nerveux comme la maladie de Parkinson, (**Leporatti et Ghedira , 2009**), dans des conditions psychiatriques (**Herraiz et al, 2010**). Comme la nervosité, (**Abu-Irmaileh et al, 2003**) et pour soulager des douleurs rigoureuses (**Farouk et al, 2008**)

### **I.7.8. Effets gastro-intestinaux**

L'extrait et les graines en poudre de *P. harmala* ont été utilisés dans la médecine populaire de différentes parties du monde pour traiter les coliques chez l'homme et les animaux (**Akhtar et al., 2000**) L'efficacité de cette plante dans le traitement des coliques est due à son effet antispasmodique (**Bnouham et al., 2002**). *P. harmala* possède également des effets nauséux (**Goel et al, 2009**) et émétiques (**Herraiz et al, 2010**) notables.

### **I.7.9. Effets antidiabétiques**

*P. harmala* a été traditionnellement utilisé pour traiter le diabète dans la médecine populaire de certaines parties du monde (**Bnouham et al, 2002**). Cet effet de *P. harmala* a été confirmé pharmacologiquement dans plusieurs études dont l'une a montré que la plante perdrait son activité hypoglycémique à des doses élevées au lieu de l'augmenter (**Nafisi et al, 2011**).

## **I.8. TOXICITE DE LA PLANTE**

Toutes les parties de la plante sont considérées comme toxiques, notamment les graines qui sont les plus riches en alcaloïdes (3 à 4%). La teneur des alcaloïdes est maximale en été (**Mahmoudian et al, 2002**).

Chez l'homme, les doses toxiques entraînent une dépression du système nerveux central, accompagnée d'un affaiblissement des fonctions motrices, de troubles de la respiration, d'un abaissement de la tension sanguine dû en grande partie à la faiblesse du muscle cardiaque et d'une chute de la température (**Kemassi et al, 2014**).

**CHAPITRE II**  
**LA SALINITE ET SES EFFETS**

## II.1. DEFINITION DE LA SALINITE

La salinité est définie selon plusieurs auteurs comme étant la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**Mahrouz, 2013 ; Nasri, 2014**). La salinisation est le phénomène d'accumulation des sels solubles (en particulier le sodium) à la surface du sol et dans la zone racinaire, occasionne des effets nocifs sur les végétaux qui vont induire une diminution des rendements et une stérilisation du sol (**Mermoud, 2001**).

Les sols sodiques ont un pH de plus de 8,2 avec une prépondérance de carbonate et bicarbonate de sodium. Ceci entraîne une saturation en sodium de la fraction argileuse, ce qui provoque la dispersion des particules d'argile, et comme conséquence de défaire la structure poreuse du sol (**Bannari et al, 1978**).

## II.2. IMPORTANCE DE LA SALINITE

La teneur en sels est seul plus important critère pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette teneur peut être exprimée en termes de conductivité électrique ou en ppm ou meq/l. La concentration totale est plus importante car la plupart des cultures répondent à la concentration ionique totale du milieu de croissance (effet osmotique) plutôt qu'à un ion spécifique. Généralement, une augmentation de la teneur en sels dans l'eau d'irrigation résultera dans une augmentation de la salinité de la solution du sol (**Hopkins, 2003**).

La vitesse et le degré de cette augmentation dépendent de : lessivage c'est-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en des besoins de la culture et l'efficacité du lessivage ; la composition ionique d'eau d'irrigation et la tendance de quelques ion ; tels que à précipitations après l'extraction de l'eau du sol ; Propriété physiques du sol tels que l'infiltration ; les caractéristiques hydriques et le drainage. (**Antipolis, 2003**).

### II.3.DEFINITION DE STRESS

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  (**Hopkins, 2003**). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels dans l'eau. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (**Tremblin, 2000**). On définit ordinairement sous le terme salinité, le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi un caractère salin (**Servant, 1975**).

### II.4.CONSEQUENCES D'UN STRESS SALIN

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. L'effet de la salinité est : 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, 1982**).

### II.5. LA SALINITE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE

#### II.5.1. Dans le monde

Les zones arides et semi-arides constituent environ les deux tiers de la surface du globe terrestre. Dans ces zones souvent marquées par des périodes sévères de sécheresse, la salinisation des sols est considérée comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel, que ce soit par la salinité (397 millions d'ha) ou par les conditions de salinisation associées aux teneurs en sodium (434 millions ha). En effet, la salinité s'étend sur plus de 6 % de la superficie totale de la planète, dont 3,8 % sont situés en Afrique. Ce phénomène devient de plus en plus inquiétante car la salinité réduit la superficie des terres cultivables et menace la sécurité alimentaire dans ces régions (**Benidire et al, 2015**).

**Tableau 2** : Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares

Régions	Superficie totale (10 <sup>6</sup> ha)	Sols salés (10 <sup>6</sup> ha)	%	Solssolide (10 <sup>6</sup> ha)	%
Afrique,Asie,Pacifique,AustralieEurope	1899.1	38.7	2.0	33.5	1.8
Amérique latine Proche orient	3107.2	195.1	6.3	248.6	8.0
Amérique du Nord	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
	2038.6	60.5	3.0	50.9	2.5
	1801.9	91.5	5.1	14.1	0.8
	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
Total	12781.3	397.1	3.1	434.3	3.4

Source : (MARLET et JOB, 2006).

### II.5.2. En Algérie

En Algérie les zones semi-arides et arides couvrent près de 95% du territoire (Benkhelif et al, 1999) ; On trouve principalement des sols salins dans ces zones, représentant environ 25% de ces terres (Halitim, 1988). Soit 3,2 millions d'hectares (Hamdy, 1999).

En Algérie, il n'est recensé aucune étude cartographique fiable et précise permettant de délimiter les zones touchées par la salinité des terres et la quantification de la teneur des sels dans le sol. Néanmoins il existe quelques données fragmentaires qui donnent une idée générale sur le phénomène de salinité et de la dégradation des terres (**Insid, 2008**)

(**Daoud et Halitim, 1994**) notent qu'en Algérie la salinisation secondaire à la suite de l'irrigation avec des eaux diversement minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètre irrigués.

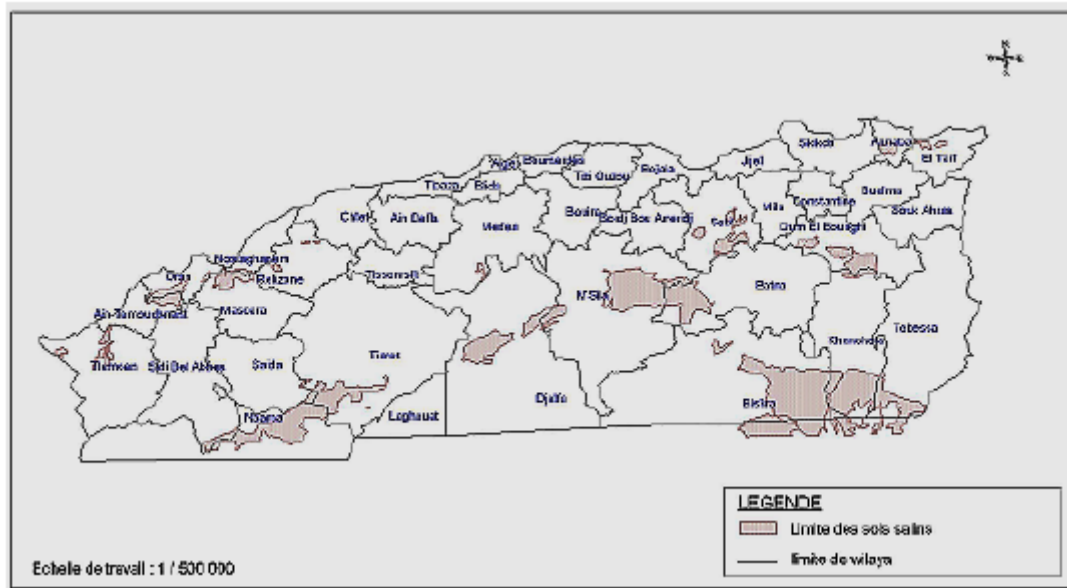


Figure 7 : Répartition des sols salins du Nord de l'Algérie (INSID, 2008).

## II.6. ORIGINE DES SOLS SALES

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

### II.6.1. Salinisation primaire

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

### II .6.2. Salinisation secondaire

Le phénomène de la salinisation secondaire lié à l'irrigation constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer de manière correcte (Stengel et al, 2009). Cette salinisation résultant des activités humaines, notamment à l'irrigation, se traduit par une accumulation de sels avec des effets sur les propriétés chimiques, physiques (dispersion des argiles, instabilité de la structure) et biologiques (effet sur le

développement des plantes par la pression osmotique de la solution du sol) (Cheverry et Rbert, 1998).

## II.7. LES COMPOSANTES DE LA SALINITE

Les composantes de la salinité sont : les stress osmotique (hydrique), ionique et nutritionnel.

### II.7.1. Le stress hydrique

Le sel inhibe la capacité des plantes à capter l'eau du sol. La sécheresse menant à un stress hydrique dans la plante, il se traduit par une série de modifications qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles. Le déficit hydrique joue un rôle direct sur la physiologie des plantes; toutes les fonctions physiologiques ne sont pas affectées en même temps et avec la même ampleur (Oudina et Selfaoui, 2016).

### II.7.2. stress ionique

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (Ghamnia, 2014). Ce composant supplémentaire de stress salin est attribuable au rapport  $(K^+)/(Na^+)$ , échangeable et la concentration du  $(Na^+)$  qui sont néfastes aux plantes. La toxicité du  $Na^+$  ionique peut être manifestée dans l'apoptose cellulaire dû à son déplacement de/ou substitution pour le  $(Ca^{+2})$ . Les fortes concentrations en  $(Na^+)$  peuvent perturber aussi les fonctions enzymatiques cytotogiques parce que le  $(K^+)$  est un activateur essentiel de plus de 50 enzymes, le  $(Na^+)$  est incapable de remplacer le  $(K^+)$  dans ce rôle. L'accumulation du sel dans la plantule peut réduire la surface foliaire photosynthétique à travers l'inhibition du  $(Na^+)$  de la division et l'expansion cellulaire (Lemzeri, 2007).

### II.7.3. stress nutritionnel

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le

sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate (**Kadri et Midoun, 2015**).

## **II.8. EFFET DE LA SALINITE SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE**

### **II.8.1. Effet de la salinité sur la germination**

Le stade plantule est le plus altérable dans le cycle de vie de la plante et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche. Ce stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (**Said et al, 2011 ; Tadrent, 2012**). Selon (**Rejili et al, 2006**), les semences répondent au stress salin en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination.

Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique et/ ou toxique ;

### **II.8.2. Effets osmotiques**

Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination (**Rejili et al, 2006 ; Nasri, 2014**).

### **II.8.3. Effets toxiques**

Les effets toxiques 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 ; Nasri, 2014**).

### **II.8.4. Effet de la salinité sur la croissance**

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes, ces effets se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre des feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Une baisse des poids de matière fraîche et sèche est aussi démontrée (**Nasri, 2014**). Ainsi que 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, 1982).

### **II.8.5. Effet de la salinité sur le développement**

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 (Khan *et al*, 1997 ; Bouaziz, 1980).

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

### **II.8.6. Effet de la salinité sur la photosynthèse**

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

### **II.8.7. Effet de la salinité sur le métabolisme de l'azote**

L'activité du nitrate réductase (NRA) diminue dans les feuilles de beaucoup de plantes pendant le stress salin. La première cause de la réduction de l'activité du NRA dans les feuilles est un effet spécifique associé à la présence du sel Cl dans le milieu externe. Cet effet de Cl semble être dû à la réduction de l'absorption du NO<sub>3</sub> - et par conséquent une concentration réduite du NO<sub>3</sub> - dans les feuilles, bien que l'effet direct du Cl sur l'activité de l'enzyme qui ne peut être écartée. Chez le Maïs (*Zeamayes L.*) le taux des nitrates

diminue dans les feuilles, mais augmente dans les racines sous stress salin et la NRA des feuilles diminue aussi par la salinité (Miryam, 2017).

## II.9. MECANISMES DE RESISITANCE A LA SALINITE

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, qui 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 exclu des feuilles, ces plantes sont dites « exclure ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites « inclure » 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).

### II.9.1. 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 ré excréter les ions Na<sup>+</sup> (Genoux et al, 1991).

### II.9.2. Inclusion

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu et al, 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alem et Amri, 2005). L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> et HCO<sup>-3</sup> sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca<sup>++</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> et H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> sont maintenus contre leur gradient (Hopkins, 2003).

**CHAPTER III**  
**MATERIEL ET METHODES**

**III.1. OBJECTIF DE L’ETUDE**

L’objectif de ce travail est l’étude des effets de NaCl sur la morphologie de *Peganum harmala* L.

**III. 2. MATERIELS VEGETALE**

Pour le matériel végétale on utilisé dans notre expérimentation les graines de *Pegamu harmala* L, dans la wilaya de Laghouat.

**III.3. LIEU D’EXPERIMENTATION**

Les grainans de *Pegum harmala* ont été récoltées à partir de plantes poussant dans la Laghouat, en Algérie, ont été préparés expérience dans département de sciences agronomiques (dans une serre) à l’Université de Amar Telidji de Laghouat.

**III.4. LES TRAITEMENTS UTILISENT**

Pour réalisation de notre essai, nous avons utilisé l’eau de robinet, additionné à

Chaque fois par une dose différente de NaCl comme suit :

Traitements	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
NaCl (g/l)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CE (ms/cm)	1,20	2,18	3,44	4,69	5,94	7,19	8,44	9,69	10,94	12,18	13,43
pH	7,57	7,87	7,88	7,90	7,92	7,94	7,95	7,97	7,98	7,99	7,99

**III.5. Dispositif expérimentale**

Notre expérience était basée sur l'utilisation d'un dispositif expérimental de type Bloc aléatoire complet avec 3 répétitions et un seul facteur étudié: la dose de salinité, qui varie de 0 à 10g/l avec 1 g intervalle, soit 10 traitements, et 10 répétitions par traitements, ce qu’est égale à 330 unités expérimentales.



Source : originale (2022)

Figure 8 : Dispositif expérimental de la plante *Peganumharmala*.

Bloc 1	T <sub>9</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>10</sub>
Bloc 2	T <sub>1</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
Bloc 3	T <sub>1</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>

Figure 9 : Schémade dispositif expérimental de la plante *Peganumharmala*

**III.6. LA MISE EN CULTURE**

Les graines sont disposé en boîte de Pétri et mise à l'étude à 25C, en suite, après la réussite de germination elles sont repiquer dans des pots 220 ml rempli de sol CE 0,363 Ms/cm et arroser avec l'eau de robinet jusqu'à l'apparition de la première feuille, par la suite les plants sont arroser avec les eaux salines indiqué précédemment dureé 40 jours.

**III.7. LES PARAMETRE DE CROISSANCE ONTMESURER:**

Selon les paramètres physiologiques suivants, nous pouvons construire cette étude :

**III.7.1. Hauteur**

Les valeurs des hauteurs sont prélevées à la fin de l’expérimentation (la coupe). Les hauteurs sont mesurées en centimètre (cm), du collet à l’apex.

**III.7.2. Nombre des feuilles**

Ils sont calculés pour chaque plante au moment de la coupe.

**III.7. 3. Poids frais total**

A la fin de l’expérimentation, nous avons pesé (en gramme «g») le poids frais total de chaque plant.

**III.7.4. poids sec total**

Après la réalisation de la pesée de poids frais de chaque plante, un prélèvement moyen d’échantillon se réalise à partir d’un mélange de toutes les plantes par bloc. Ensuite un séchage se réalise dans l’étuve à 75°C jusqu’à l’obtention d’un poids constant. Cette opération nous permet de calculer le poids sec et le pourcentage de matière sèche pour chaque plante.

**III.7.5. La matière sèche (MS%)**

Le pourcentage de matière sèche quantifie la biomasse totale d’une culture de la plante de *Peganum harmala* L produite sur la base du poids sec.

$$\{(m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)\} \times 100 = \%$$

**m1** : biomasse

**m2** : matière sèche

**III.8. LES ANALYSES STATISTIQUES**

Les résultats obtenus sont comparés par « ANOVA », a un seul facteur par le test de tukey en utilisant le logiciel ‘Statbox version 7’ a un seuil de 5% ansi que la comparaison multiple des moyennes par le test de Newman-keuls.

**CHAPITRE IV**  
**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

## IV.1. RESULTATS

Les résultats obtenus montrent clairement l'influence de NaCl sur les différents paramètres physiologiques étudiés, les figures et les tableaux ci-dessous mentent en détail les résultats obtenus.



Source : originale (2022)

Figure 10 : les plants de *Peganum harmala* arrosés sous NaCl.



Source : originale (2022)

Figure 11 : Plante de *Peganum harmala*.

## IV.1.1. Hauteur

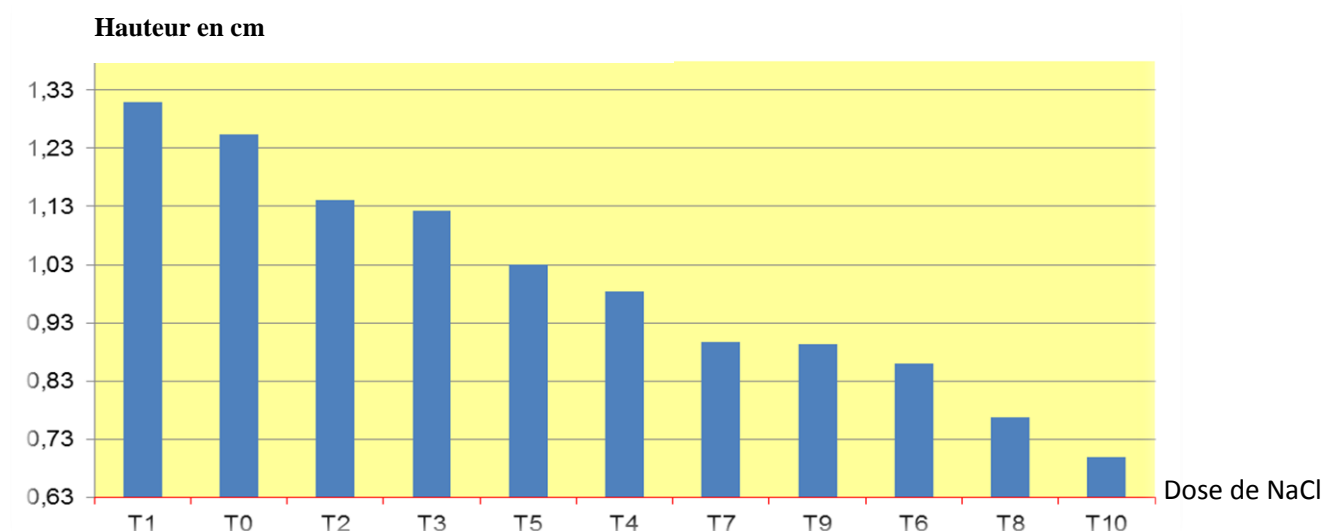
Tout d'abord, l'analyse de variance de la hauteur des plantes (annexe1) montre une différence très hautement significative ( $P = 0,000$ ).

Selon le tableau, les résultats obtenus montrent une hauteur très importante au niveau de  $T_0$  et  $T_1$  avec des valeurs de 1,25 et 1,31 successivement, suivi par les traitements  $T_2$  et  $T_3$  avec 1,14 et 1,12cm, ensuite les traitements  $T_4$  et  $T_5$  (0,98 et 1,03), par contre, au-delà de 5g/l la hauteur des plantes devient moins importante (0,86; 0,89 ; 0,76 ; 0,89 et 0,70) respectivement.

**Tableau 3 :** La hauteur des plants en centimètre « cm » à différentes concentrations de NaCl

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
<b>Moy</b>	1,25	1,31	1,14	1,12	0,98	1,03	0,86	0,89	0,76	0,89	0,70
<b>Écart-type</b>	±0,10	±0,22	±0,09	±0,08	±0,05	±0,15	±0,01	±0,08	±0,10	±0,19	±0,11
<b>Groupe</b>	A	A	AB	AB	ABC	ABC	BC	BC	C	BC	C

Observation scientifique de ces résultats indique une relation régressive entre la hauteur des plantes et la concentration de NaCl (Figure 11).



**Figure 12 :** l'effet de variation du NaCl sur la hauteur des plantes.

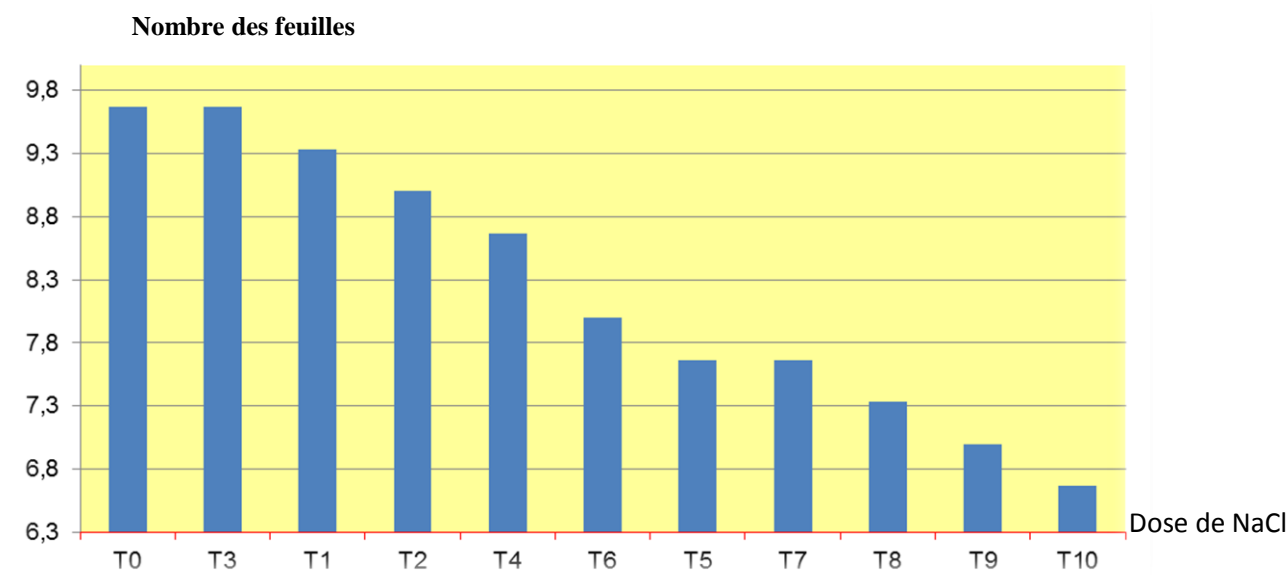
### IV.1.2. Nombre des feuilles

L'analyse de variance de nombre des feuilles des plantes (annexe 2) montre une différence très hautement significative ( $P= 0,000$ ).

Les résultats obtenus nous permettent d'enregistrer que les traitements  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ , et  $T_3$  possèdent des moyennes proches entre (9,00 à 9,66), contrairement aux autres traitements. Le tableau 4 et la figure 12 mettent en évidence l'influence régressive de NaCl sur le nombre des feuilles.

**Tableau 4 :** Le nombre des feuilles des plants à différentes concentrations de NaCl

	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	$T_8$	$T_9$	$T_{10}$
<b>Moy</b>	9,66	9,33	9,00	9,66	8,66	7,66	8,00	7,66	7,33	7,00	6,66
<b>Écart-type</b>	$\pm 0,18$	$\pm 0,65$	$\pm 0,55$	$\pm 0,18$	$\pm 0,18$	$\pm 0,18$	$\pm 0,55$	$\pm 1,81$	$\pm 0,39$	$\pm 0,76$	$\pm 0,18$
<b>Groupe</b>	A	AB	ABC	A	ABCD	BCDE	ABCDE	BCDE	CDE	DE	E



**Figure 13 :** l'effet de variation du NaCl sur le nombre des feuilles.

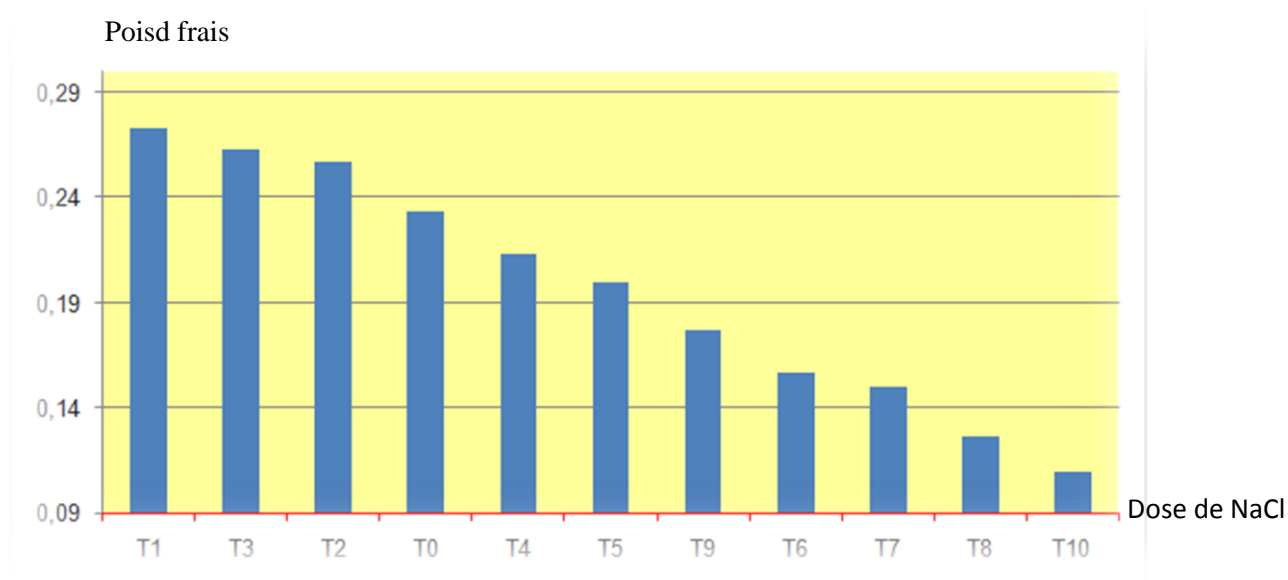
## IV.1 .3. Poids frais

Les résultats obtenus montrent un effet très hautement significatif du sel sur le poids frais (annexe3).

**Tableau 5** : Le poids frais des plants à différents concentration de NaCl

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Moy</b>	0,23	0,27	0,25	0,26	0,21	0,20	0,15	0,15	0,12	0,17	0,11
<b>Ecar-type</b>	±0,01	±0,04	±0,03	±0,09	±0,03	±0,047	±0,03	±0,04	±0,02	±0,04	±0,04
<b>Groupes</b>	AB	A	AB	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B

D'après nos résultats (tableau 5 et figure 13 ), on observe que la valeur du poids frais est élevée au niveau de T1 et T3 avec une valeur de 0,27 et 0,26, et nous constatons une diminution des traitements T0,T2 ,T4,T5 avec des taux de 0,23 ; 0,25 ; 0,21 ,0,20 ; puis T6 ,T7,T8 ,T9 avec des taux de 0,15 ; 0,15 ; 0,12 ; 0,17 successivement, Pour atteindre la valeur la plus basse de 0,11 au niveau de T10.



**Figure 14** : l'effet de variation du NaCl sur le poids frais.

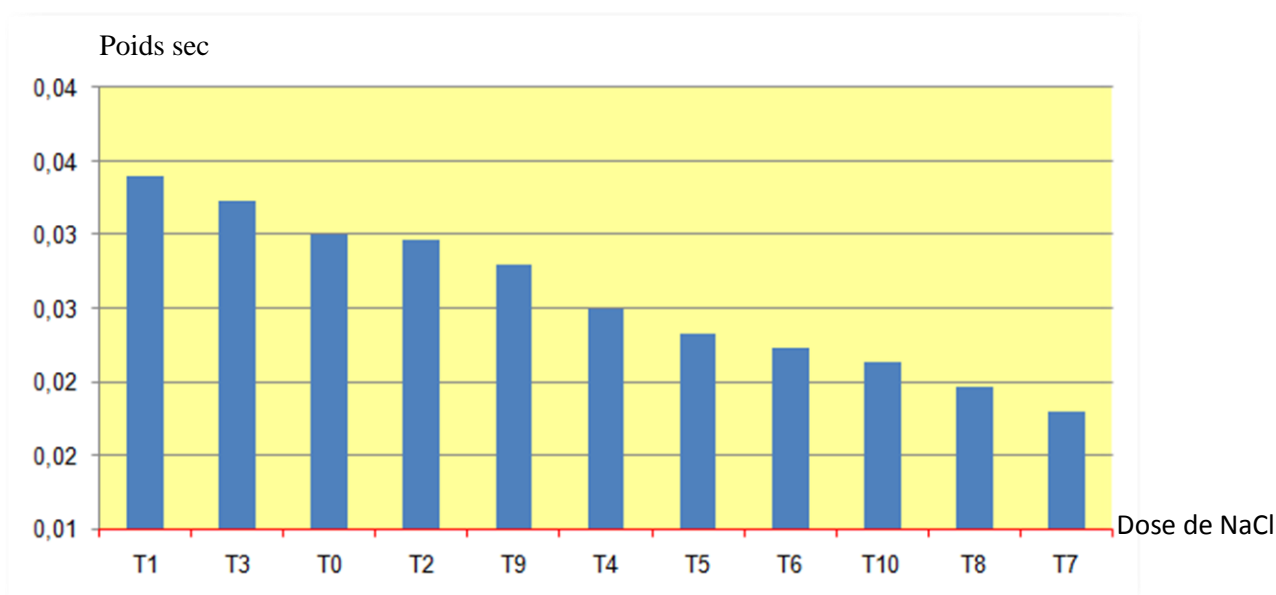
## IV.1 .4. Poids sec

Les résultats obtenus à partir de l'analyse de variance (Annexe 4) ont montré une différence de poids sec.

**Tableau 6** : Le poids sec des plants à différents concentration de NaCl

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Moy</b>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
<b>Ecar-type</b>	±0,00	±0,00	±0,00	±0,01	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00

Les résultats enregistrés (tableau 6) ont montré une diminution du poids sec avec des valeurs proches, nous avons enregistré au niveau T0 jusqu'à T3, la même valeur 0,03 ; il diminue progressivement à T4 jusqu'à T10 avec une valeur constante de 0,02 (à T7 enregistré 0,01) (figure 15).



**Figure 15** : l'effet de variation du NaCl sur le poids sec.

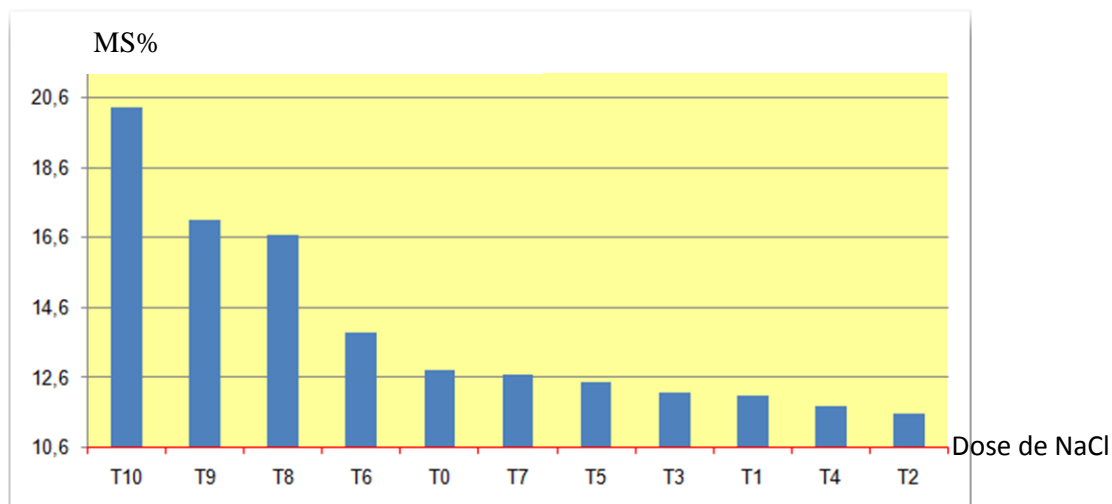
## IV.1 .5. Matière sèche (MS)

Les résultats de l'analyse de variance (annexe 5) montrent des différences élevées de matière sèche (dm) sous l'influence de NaCl.

**Tableau 7** : La matière sèche des plants à différents concentration de NaCl

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Moyenne	12,80	12,06	11,53	12,17	11,76	12,47	13,85	12,68	16,65	17,09	20,293
Ecart type	±1,71	±1,02	±0,88	±1,05	±0,69	±1,21	±1,71	±0,07	±3,43	±1,39	± 3,52
Groupe	B	B	B	B	B	B	B	B	AB	AB	A

A travers ces résultats, nous constatons une augmentation significative des valeurs de matière sèche au fur et à mesure avec la concentration de NaCl, où nous enregistrons des valeurs homogènes depuis T0 jusqu'à T7 (entre 11 à 13%), suivie par T8 et T9 avec des valeurs de 16,65 et 17,09 ; et atteignant la valeur la plus élevée 20,29 au niveau de T10.



**Figure 16** : l'effet de variation du NaCl sur la matière sèche.

## IV.2.DISCUSSION

Notre étude de la tolérance de *Peganum harmala* à la salinité s'est appuyée sur l'analyse d'un certain nombre de paramètres physiologiques déterminés sur la plante de *Peganum*. Les réponses physiologiques de cette plante se sont clairement manifestées par des modifications générales au niveau de la croissance et du développement de la plante.

Les résultats présentés dans ce travail montrent que la salinité en général réduit la croissance des parties de la plante. Elle influence les différents paramètres physiologiques tels que la hauteur, le nombre des feuilles, la biomasse fraîche et le taux de matière sèche. Cet effet dépressif des sels est confirmé par **(Lakhdari, 1986)** qui déclare que le sel diminue la croissance de l'appareil végétatif par la réduction du nombre des feuilles.

La réduction de la croissance, dans les conditions d'un stress salin est attribuée à plusieurs facteurs, parmi lesquelles l'accumulation des ions, aussi bien en  $\text{Na}^+$  qu'en  $\text{Cl}^-$  à des teneurs élevées dans les tissus foliaires qui est la cause principale des contraintes ioniques au niveau des tissus de la plante **(Munns et al, 2006)**.

Selon **(Lépengué et al, 2009)**, le stress salin cause un déséquilibre nutritionnel qui en résulte l'inhibition de l'absorption des éléments nutritifs essentiels comme le  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$  par les phénomènes de compétition minérale de fixation apoplasmique.

En plus, une plante cultivée sur sol riche en sel doit faire face à sa pénétration dans ses tissus. Celui-ci est rejeté ou accumulé par les différents organes, tissus, cellules et compartiments cellulaires. Les ions chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) et sodium ( $\text{Na}^+$ ) pénètrent via les racines, transportés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là ils se trouvent soit stockés (plantes de type inclure), les feuilles sont riches en ( $\text{Na}^+$ ) que les tiges et les racines, donc, et le mécanisme de tolérance au sel est dû à la compartimentation des ions toxiques en particulier l'ion sodium dans la vacuole ; soit au contraire, ils sont très peu retenus dans leurs feuilles (plantes de type exclure), et cette accumulation décroît selon la séquence racines-tiges-feuilles, et ces ions sont alors véhiculés par la sève phloémique jusqu'aux racines **(Levigneon et al, 1995)**.

Par ailleurs, la diminution de la croissance des parties aériennes peut aussi être expliquée par des perturbations des taux des régulateurs de croissance dans les tissus,

particulièrement l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel (**Fahad,S et al., 2015**).

Dans tous les cas, cette réduction de la croissance des différentes parties aériennes est considérée comme une stratégie adaptative nécessaire à la survie des plantes exposées à la salinité (**Daroui et al,2013**),Ceci permet à la plante d'emmagasiner de l'énergie nécessaire pour faire face au stress afin de réduire les dommages irréversibles occasionnés, quand le seuil de la concentration létale est atteint (**Benmahioul et al,2009**).

# **CONCLUSION**

## CONCLUSION

En conclusion de notre expérience liée au *Peganum Harmala L*, qui est l'une des plantes les plus importantes de la flore algérienne et parmi les plantes les plus utilisées par les guérisseurs traditionnels.

Nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet du chlorure de sodium (NaCl) sur la croissance de *Peganum Harmala L*, et les facteurs étudiés sont la longueur, le nombre de feuilles, le poids sec, le poids humide et la matière sèche

Dans les conditions de notre étude, ce travail nous a permis de conclure que :

- ✓ Les concentrations élevées de chlorure de sodium (NaCl), qui varient de 0 à 10g/l avec 1 g d'intervalle agissent négativement sur la croissance de *Peganum harmala L*.
- ✓ Les effets de concentrations de chlorure de sodium (NaCl) ont une influence négative sur la hauteur, le nombre de feuilles, le poids frais.
- ✓ Augmentation de la matière sèche avec l'augmentation de la concentration en chlorure de sodium (NaCl).
- ✓ au-delà de 4g/l de NaCl le résultat sera plus négatif.

Enfin, l'objectif de cette étude a été atteint, ce qui, nous l'espérons, bénéficiera de nos travaux dans de futures études dans ce domaine.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- **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.
- **Antipoliss., (2003).** Les cahiers du plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens Etude bibliographique. 71 P.
- **Asghari G., Saidfar G. and Mahmudi S. (2004).** Biotransformation of aromatic aldehydes by cell cultures of *Peganum harmala* L. and *Silybum marianum* (L.) Gaertn. *Iran. J. Pharm.*, 2, 127-130.
- **Aarons DH, Rossi GV, Orzechowski RF. (1977).** Cardiovascular actions of three harmala alkaloids: Harmine, harmaline, and harmalol. *J Pharm Sci.* ;66:1244–8.
- **Astulla A, Zaima K, Matsuno Y, Hirasawa Y, Ekasari W, Widyawaruyanti A, (2008).** Alkaloids from the seeds of *Peganum harmala* showing antiplasmodial and vasorelaxant activities. *J Nat Med.* ;62:4702.
- **Abu-irmaileh BE, Afifi FU. (2003).** Herbal medicine in Jordan with special emphasis on commonly used herbs. *J Ethnopharmacol.* ;89:193–7.
- **Akhtar MS, Iqbal Z, Khan MN, Lateef M. (2000).** Anthelmintic activity of medicinal plants with particular reference to their use in animals in the Indo±Pakistan subcontinent. *Small Rumin Res.* ;38:99–107.
- **Abdul, H., Muhammad Z. A. Khan A. M. ( 2006).** Comparative effects of NaCl and seasalt on seed germination of coastal halophytes. *Pak. J. Bot.*, 38(5): 1605-1612.
- **Benidire L., Daoui K., Fatemi Z A., Achouak W., Bouarab L., Oufdou K., (2015)** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (3). PP 840-851.
- **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 PA., Tester M., Very A., Asentenac H., Casse F., (2003).** Functional analysis of AtHKT1 in *Arabidopsis* shows that Na<sup>+</sup> recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *EMBO Journal*, Vol. 22: 2004- 2014.
- **Bouaziz E., (1980).** Tolérance à la salure de la pomme de terre. *Physiol. Vég.* 18(1) : 11-17.
- **Bellakhdar J, (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Saint Etienne, 764 p.
- **Bremner P, Rivera D, Calzado M.A, Obon C, Inocencio C, Beckwith C., (2009).** Assessing medicinal plants from South-Eastern Spain for potential anti-inflammatory effects targeting nuclear factor-Kappa B and other pro-inflammatory mediators. *J Ethnopharmacol.* ;124:295–305.
- **Behidj-benyounes N, Dahmene, T, Allouche, N and Laddad, A., (2014).** Phytochemical, Antibacterial and Antifungal Activities of Alkaloids Extracted from *Peganumharmala* (Linn.) Seeds of South of Algeria. *-Asian Journal of Chemistry*; 26, (10), 2960- 2964.
- **Behidj-benyounesnassima, Dahmanethoraya, Aknouche, Demmouchekamilia. (2013).** Screening phytochimique et evaluation de l'activite antimicrobienne des

## Références bibliographiques

---

alcaloïdes des feuilles de *Peganumharmala* L. récoltées dans la région de M'SILA. *Sciences & Technologie C* – (38) .27-37.

- **Bnouham M, Mekhfi H, Legssyer A, Ziyat A. (2002).** Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes Metab.* ;10:33–50.
- **Benmeddour T. (2010).** Etude du pouvoir allélopatique d l'Harmel (*Peganum harmala* L.), Le laurier rose (*Nerium oleander* L.) et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Magister en biologie et physiologie végétale. Université Ferhat Abbas. Sétif.
- **Bois, G. (2005).** Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhisés en milieu salin et soclique. Thèse de doctorat 187p.
- **Cherbuy B., (1991).** Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagraf, école. Nat. Renne, 170p.
- **Cheverry C., Rbert M., (1998)** -La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau. Etude et Gestion des sols, Vol. 5, No. 4: 217- 226.
- **Chopra C., Abrol B.K. and Handa K.L. (1960).** Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed UNESCO, Rome., 97.
- **CLAUDE L, (1967).** Contribution à l'étude du *Peganum harmala* L. (Hermel).Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Saint-Joseph, Beyrouth, 74p.
- **Chen Q, Chao R, Chen H, Hou X, Yan H, Zhou S, et al. (2005).** Antitumor and neurotoxic effects of novel harmine derivatives and structure-activity relationship analysis. *Int J Cancer.* ;114:675–82.
- **Cheraghiniroumand Mina, Hoseinfarzaei Mohammad, Gholamrezaamin(2015).** Medicinal properties of *Peganumharmala* L. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy: a review. *Journal of traditional Chinese Medicine.* ;35(1) :104-109 ISSN0255- 2922.
- **Daoud Y., Halitim A., (1994).** irrigation et salinisation au Sahara Algérienne. Sècheresse Vol 5, N°3. PP 151-160.
- **Di giorgio C, Delmas F, Ollivier E, Elias R, Balansard G, Timon-david P. (2004).** *In vitro* activity of the beta-carboline alkaloids harmine, harmine, and harmaline toward parasites of the species *Leishmania infantum*. *Exp Parasitol.* ;106:67–74.
- **Goel N, Singh N, Saini R. (2009).** Efficient *in vitro* multiplication of syrian rue (*Peganum harmala* L.) using 6-benzylaminopurine pre-conditioned seedling explants. *Nat Sci.* ;7:129–34.
- **Halitim, A., (1988).** Sols des régions arides d'Algérie. Office de publications universitaires, Alger: 39- 40pp.
- **Hamdy, A., (1999).** Saline irrigation and management for a sustainable use. In: Advanced short course on saline irrigation proceeding, Agadir.152- 227pp.
- **Haouala F., Ferjani H., 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. Biotechnologie, Agronomie, Société et environnement, Vol. 11, N°3 : 235- 244.

## Références bibliographiques

---

- **Hopkins W G., (2003).** Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruscelles.P 61-476.in NaCl stress environments. *Plant Physiology*. 109 (3): 735- 742.Ingénieur, Université de Ouargla, 67 P.
- **Harchaoui L. (2019).** Effet antimitotique et cytotoxique des alcaloïdes de la fraction et des extraits aqueux des feuilles de *Peganum harmala* L. (Thèse de Magistère). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou,Algérie.
- **Hamsa TP, Kuttan G. (2010).** Harmine inhibits tumour specific neo-vessel formation by regulating VEGF, MMP, TIMP and pro-inflammatory mediators both *in vivo* and *in vitro*. *Eur J Pharmacol.* ;649:64–73.
- **Herraiz T, Gonzalez D, Ancin-azpilicueta C, Aran VJ, Guillen H. (2010).** bêta-Carboline alkaloids in *Peganum harmala* and inhibition of human monoamine oxidase (MAO) *Food Chem Toxicol.* ;48:839–45.
- **Insid., (2008).** Caractérisation de l'état actuel de la salinité dans le périmètre irrigué de la Mina.
- **Iserin P. (2001).**Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres, 143, 225 ,226 p.
- **Kadri, A , Midou ,N ,( 2015).** effet du stress salin sur quelques paramètres biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.), thème de master, université KasdiMerbah-Ouargla, p60.
- **Khan M., Hamid A.,Salahuddin A., Quasem A., Karim M.,(1997).** Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions accumulation of different types of rice (*Ovsya sativa*).*J. Agronomy and science*: 149-161.
- **Kemassi A, Bouziane N, Boual Z,ould el hadjm.D. (2014).** Activité biologique des huiles essentielles de *Peganumharmala*L. (*Zygophyllaceae*) et de *Cleomearabica*L. (*Capparidaceae*) sur *Schistocercagregaria*(Forskål,1775). Article original : *Pharmacognosie*. *Phytothérapie* 12 :348-353.
- **Khan nissar ahmad, Rainaaamir, Wagay nasir aziz and Tantray younas Rasheed (2017).** Distribution, Status, Pharmacological, and Traditional importance of *Peganumharmala* L. *International journal of Advance Research in Science and Engineering*.6. (6) Issue No.08 [www.ijarse.com](http://www.ijarse.com)
- **Lemzeri, H. (2007).** Réponses écophysiologicals de trois espèces forestières du genre *Acacia*, *Eucalyptus* et *Schinus* (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. mölle*) soumises à un stress salin, thèse de magister, Université Mentouri Constantine, 50p.
- **Leporatti ML, Ghedira K. (2009).** Comparative analysis of medicinal plants used in traditional medicine in Italy and Tunisia. *J Ethnobiol Ethnomed.* ;5:31.
- **Lakhdari F., (1986).** Influence de la salinité sur la croissance et la nutrition minérale d'une solanacée, la tomate. Thèse de doctorat d'État, p.
- **LI, W., AN, P., LIU, X., Khan, M.A., Tsuji, W. and Tanaka, K. (2008).** The effect of light, temperature and bracteoles on germination of polymorphic seeds of *Atriplex centralasiatica* Iljin under saline conditions. *Seed Sci. & Technol.*, 36, 325-338
- **Lachiheb K., Neffati M. et Zid E. (2004).** Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. In *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens* . CIHEAM. Zaragoza. (Cahiers Option s Méditerranéennes; n° 62 : 89 -93
- **Marlet S et Job J. O., (2006).** Processus et gestion dela salinité des sols. Traité d'irrigation, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. 28P.

## Références bibliographiques

---

- **Miryam O., (2017).** Recherche des marqueurs biochimiques de la tolérance à la salinité chez le Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Thèse de doctorat en Sciences biologiques, Université Oran I Ahmed Ben Bella, 115p.
- **Moussaoui L., Chabane L. (2019).** Effet antimitotique et cytotoxique des flavonoïdes des feuilles de *Peganum harmala* L. (Thèse de Magistère). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Mars brigitte, (2009).** The Desktop Guide to Herbal Medicine. Publisher ReadHowYouWant, 492 p.
- **Maire R. (1933).** Études sur la flore et la végétation du Sahara central, Impr. La Typo-lit., 1, 272.
- **Moloudizargari M., Mikaili P., Aghajanshakeri S., Hossein A.M. and Shayegh J. (2013).** Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* L. and its main alkaloids. *Pharmacogn.*, 7(14), 199–212.
- **Mansour M.M.F., O.Y. Lee-stadelmann & E.J. Stadelmann, A; (1993)** - Solute potential and cytoplasmic viscosity in *Triticum sativum* and *Hordeum vulgare* under salt stress. A comparison of salt-resistant and salt-sensitive lines and cultivars. *J. Plant Physiol.*, 142, 623-628.
- **MARCUM K.B. (2006).** Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: constraints and developments. *Agri. Water Manag.*, 80, 132-146.
- **Nasri S., (2014)** -Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances algériennes d'arganier (*Arganiaspinosal.*).Mémoire de Magister en Foresterie, Université Abou BekrBelkaid- Tlemcen, 92p.
- **Nenaah G. (2010).** Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of *Peganum harmala* (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia.* ;81:779–82.
- **Nafisi S, Asghari MH, Nezhadi MA, Ekhtiari MS. (2011).** Possible antidiabetic effect of *Peganum harmala* on streptozocine-induced mouse. *World Appl Sci J.* ;14:822–4.
- **Oudina , A et Selfaoui, H.,(2016).** Effet de la salinité combinée à l'acide salicylique sur les paramètres biochimiques et de croissance de l'*Atriplexhalimus*L. au stade juvénile, thème de master, université kasdimerbah-ourgla, 60pp.
- **Ozenda P. (1991).** Flore et végétation du Sahara 3ème édition, augmentée. Ed CNRS, Paris., 662.
- **Piri K., Anceau C., El jaafari S., Lepoivre P., Semal J.,( 1994).** Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. L'amélioration des Plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris: 311- 320.
- **Rejili M ., Neffatp M., Vadel M.A., (2006).** Comportement germinatif de deux populations de *Lotus creticus*. L en présence du NaCl. *Revue des RégionsArides*, 1(17) :65-78.
- **Said B., Abdelmajid H., (2011)** - Effet de stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *atriplex* *Revue « natures& technologie »*, N°.5: 72 - 79.

## Références bibliographiques

---

- **Servant JL ., (1975)** -Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphe EDINRA, SES, MONTPLLER.
- **Stengel P., Brucklerl., Balesdent J., (2009).** Le sol. Paris, France. 182.
- **Tadrent F., (2017)-** Dosage de la proline et la glycine bêtaïne chez quatre variétés de lentilles (*Lens culinaris* L.) sous stress salin. Mémoire de Master en Biologie et physiologie végétale, université des Frères Mentouri Constantine ,62p.
- **Tremblin G ., (2000).** Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse. P 109-116.
- **Tahraoui A, El-hilaly J, Israili ZH, Lyoussi B. (2007).** Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province) *J Ethnopharmacol.* ;110:105.
- **Yousefi R., Ghaffarifar F. & dalimi A. (2009).** The Effect of *Alkanna tinctoria* and *Peganum harmala* Extracts on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER) in vitro. *Iranian Journal of Parasitology* 4, 9-47p.
- **Yousefi R., Ghaffarifar F. and Dalimi A.A. (2009).** The Effect of *Alkanna tinctoria* and *Peganum harmala* Extracts on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER) in vitro. *Iran. J. of Parasit.*, 4, 40-47.
- **Yensen N. P. (2008).** Halophyte uses for the twenty-first century. In *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*. Ed. Springer Science + Business Media. 367-396.
- **Zid E., (1982).** Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. *Rev. FAC. Sc. Tunis*, 2 : 195- 205.

# ANNEXES

**Annexe 1.** Analyse de variance de la hauteur des plantes

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	1,547	32	0,048		
Var. FACTEUR 1	1,147	10	0,115	6,715	0,000
Var. BLOCS	0,059	2	0,030	1,730	0,201
Var. RÉSIDUELLE	0,342	20	0,017		

**Annexe 2.** Analyse de variance du nombre des feuilles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	50,061	32	1,564		
Var. FACTEUR 1	34,727	10	3,473	6,586	0,000
Var. BLOCS	4,788	2	2,394	4,540	0,023
Var. RÉSIDUELLE	10,545	20	0,527		

**Annexe 3.** Analyse de variance du poids frais

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	0,172	32	0,005		
Var. FACTEUR 1	0,096	10	0,010	4,251	0,003
Var. BLOCS	0,030	2	0,015	6,648	0,006
Var. RÉSIDUELLE	0,045	20	0,002		

**Annexe 4.** Analyse de variance du poids sec

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	0,002	32	0,000		
Var. FACTEUR 1	0,001	10	0,000	2,128	0,072
Var. BLOCS	0,001	2	0,000	6,403	0,007
Var. RÉSIDUELLE	0,001	20	0,000		

**Annexe 5.** Analyse de variance du métier sèche

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var. TOTALE	322,586	32	10,081		
Var. FACTEUR 1	239,530	10	23,953	6,470	0,000
Var. BLOCS	9,018	2	4,509	1,218	0,317
Var. RÉSIDUELLE	74,038	20	3,702		