

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université Dr Tahar Moulay-Saïda*  
*Faculté des sciences de la nature*  
*Departement De Biologie*



*Mémoire élaborer en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie*  
*Spécialité : Biotechnologie végétale*

*Présenté Par :*

*Melle :*

*MEZOURA Asmaa*

*MOKHTARI Fatiha*

*sous thème*

*Contribution à L'étude des potentialités  
germinatives des graines d'Atriplex canescens  
(Pursh) Nutt*

*Soutenu publiquement*

*Le : 28/06/2018*

*Devant la Commission du jury, Composés par :*

<i>Mme HACHEM .y</i>	<i>Maitre de conférences/B/</i>	<i>U T.M.de Saida</i>	<i>Président</i>
<i>Mr.Ammam.A</i>	<i>Maitre de conférences/B/</i>	<i>U T.M.de Saida</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr. HENNI.M</i>	<i>Maitre de conférences/B/</i>	<i>U T.M.de Saida</i>	<i>Encadreur</i>

*Année Académique : 2017-2018*



## Remerciement

*Avant tout, louange à Dieu tout puissant de nous avoir accordée la force, le courage et les moyens de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*\*C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à l'égard de notre promoteur monsieur HENNI .M pour avoir proposé ce thème, nous lui reconnaissons son entière disponibilité ,son aide inestimables et ses conseils sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.*

*Aux membres de jury, qui ont en obligeance de bien vouloir examiner et juger ce modeste travail :*

*Mme : Hachem .Y*

*Maître de conférences enseignante Université de Saida le président de ce jury.*

*Mr : Ammam .A*

*Maître de conférences Université de Saida examinateur de ce travail.*

*Nous remercions dans la même pensée tous nos amis.*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect A :Mes chers parents symbole d'amour et de tendresse , qui est tant privée pour me satisfaire , pour leurs sacrifices .*

*Mes beaux frères et adorables soeurs pour leurs soutiens moraux .*

*Toute la Famille ;chacun par son nom.*

*Mes collègues de la promotion biologie 2017-2018*

*Et tous mes Amis*

*MEZOURA Asmaa*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect A :Mes chers parents symbole d'amour et de tendresse , qui est tant privée pour me satisfaire , pour leurs sacrifices .*

*Mes beaux frères et adorables soeurs pour leurs soutiens moraux .*

*Toute la Famille ;chacun par son nom.*

*Mes collègues de la promotion biologie 2017-2018*

*Et tous mes Amis*

*MOKHTARI Fatiha*

## Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumés (Français, Anglais, Arabe)	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

### **Chapitre I : Généralités sur les halophytes et les atriplex**

<b>1) Les halophytes.....</b>	<b>3</b>
1-1) Généralités... ..	3
1-2) Définition .....	3
1-3) Les types des halophytes .....	3
1-3-1) Euhalophytes ou halophytes vrais .....	3
1-3-2) Pseudo-halophytes .....	4
1-4) Classification des halophytes.....	4
1-4-1) Les plantes sensibles .....	4
1-4-2) Les plantes assez résistantes .....	4
1-4-3) Les plantes résistantes .....	4
1-4-4) Les plantes très résistantes.....	4
<b>2) Description de la famille des Chenopodiacees .....</b>	<b>5</b>
2-1) Distribution .....	5
2-2) Botanique .....	5
2-3) Intérêts des chenopodiacees.....	6
2-4) Les principaux genres de la famille des chenopodiacees .....	6
<b>3) Le genre Atriplex : .....</b>	<b>6</b>
3-1) Origine du genre Atriplex.....	6
3-2) Botanique et physiologie .....	7
3-3) Taxonomie .....	7
3-3-1) Classification préphylogénétique (Quézel et Santa, 1963) .....	8
3-3-2) Classification phylogénétique (A.P.G.) (Guignard et Dupont, 2004) .....	8
3-4) Répartition des <i>Atriplex</i> dans le monde.....	8
3-5) Variabilité phénotypique des <i>Atriplex</i> .....	9
3-6) Description de quelques espèces d' <i>Atriplex</i> .....	10
3-6-1)- <i>Atriplex halimus</i> .....	10
3-6-2)- <i>Atriplex nummularia</i> .....	12

3-6-3) <i>Atriplex canescens</i> .....	13
3- 6-3-1) Exigences climatiques d' <i>Atriplex canescens</i> .....	14
3- 6-3-2) Exigences édaphiques <i>Atriplex canescens</i> .....	14
3- 6-3-3) Les principaux usages d' <i>Atriplex canescens</i> .....	14
3-7) Valeurs écologique et économique de l' <i>Atriplex</i> .....	15
3-7-1) Mise en valeur des sols pauvres.....	15
3-7-2) Fixation des dunes.....	15
3-7-3) Mise en valeurs des sols salés.....	15
3-7-4) Intérêt fourrager .....	15
3-7-5) Intérêt médical .....	16

## Chapitre II : La graine et la germination

1) Définitions .....	18
1.1) La graine .....	18
1.2) La germination .....	18
2) Structure de la graine.....	19
3) Les types de graines .....	19
3.1) Les graines à réserves amylacées .....	19
3.2) Les graines à réserves lipidiques .....	20
3.3) Les graines à réserves protéiques (protéagineuses) .....	20
4) Morphologie et physiologie de la germination .....	21
4.1) Morphologie de la germination .....	21
4.2) Physiologie de la germination .....	21
5) Conditions de la germination .....	21
5.1) Conditions extérieurs .....	21
a) Eau .....	21
b) Température.....	22
c) Oxygène .....	22
d) Lumière (photosensibilité des semences) .....	22
5.2) Conditions intérieurs : .....	22
a) Maturation .....	22
b) Dormance .....	22
c) Inhibitions de germination.....	22
6) Les différentes phases de la germination.....	23
6-1) L'imbibition .....	23
6.2) La germination <i>sensu stricto</i> .....	23
6.3) La croissance .....	23
7) Le processus de la germination.....	24
8) Types de germination .....	25
8.1) Germination épigée.....	25
8.2) La germination semi-hypogée .....	26
8.3) Germination hypogée .....	26
9) Les facteurs de la germination .....	27

9-1) Les facteurs génétiques .....	27
9.2) Les facteurs avant récolte .....	27
9.3) Les facteurs de la récolte .....	27
9.4) Les facteurs après récolte .....	28
9.5) Les facteurs de la germination.....	28
<b>10) Différents obstacles de la germination .....</b>	<b>28</b>
10.1) Dormance embryonnaire .....	28
10.2) Inhibitions tégumentaires .....	29
10.3) Inhibitions chimiques.....	29
<b>11) Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination .....</b>	<b>29</b>
11.1) Naturellement .....	29
11.2) Artificiellement.....	29
a) Stratification .....	29
b) Froid.....	30
c) Lixiviation .....	30
d) Traitements oxydants.....	30
e) Scarification.....	30

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

<b>1) Matériel.....</b>	<b>31</b>
<b>2) Méthodes.....</b>	<b>33</b>
2-1) Station et récolte des graines.....	33
2-2) Préparation des graines .....	34
2-3) Mise en germination des grains .....	34
2- 4) Test de germination préliminaire .....	35
2-5) Traitements de la levée de la dormance.....	35
2-5-1) Traitements physiques .....	35
A) Trempage dans l'eau froide.....	35
B) Trempage dans l'eau chaude .....	35
C) Traitement mécanique (scarification) .....	35
D) La stratification à froid .....	35
2-5-2) Traitements chimiques.....	36
A) Par l'acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	36
<b>3) Paramètres étudiés.....</b>	<b>36</b>
3-1) Le taux de germination (TG) .....	36
3.2) La cinétique de germination .....	36
<b>4) Analyse statistique .....</b>	<b>36</b>

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

<b>1) Test de germination préliminaire .....</b>	<b>39</b>
<b>2) Traitements physiques et chimiques .....</b>	<b>40</b>
2-1) Graines de taille moyenne.....	40
a) Taux de germination .....	40

b) Cinétique de germination .....	42
2-2) Graines de taille grande .....	42
a) Taux de germination .....	42
b) Cinétique de la germination .....	44
<b>3) Discussion.....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>48</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>50</b>

## **Résumé :**

Ce travail consiste à étudier les aptitudes germinatives des graines d'*Atriplex canescens*. Le test de pré-germination (germination naturelle sans aucun traitement) révèle une différence significative ( $P < 5\%$ ) du taux de germination entre d'une part, les graines de taille petite (0,3 à 0,5 cm) avec un taux de germination de l'ordre de 80% et d'autre part, les graines de taille moyenne (0,5 à 0,7 cm) et grande (0,7 à 1,1 cm) qui ont un taux de germination de l'ordre de 30% et 20% respectivement. Ces deux derniers taux faibles s'expliqueraient par la rigidité des téguments séminaux de ces deux catégories de graines (inhibition tégumentaire).

Les traitements physiques et chimiques appliqués pour lever cette inhibition tégumentaire ont permis d'améliorer le taux de germination des graines dormantes qui augmente à 60% après scarification mécanique par le papier de verre ou chimique par trempage des graines dans l'acide sulfurique fort (96-98%) pendant 10mn.

**Mots clés :** Germination, *Atriplex canescens*, Inhibition tégumentaire, Scarification.

## **Summary:**

This work consists in studying the germinal capacities of the seeds of *Atriplex canescens*. The test of pre-seeding (natural seeding without any treatment) reveals a significant difference ( $P < 5\%$ ) of the rate of seeding between on one hand, the seeds of small size (0,3 in 0,5 cms) with a rate of seeding of the order of 80 % and on the other hand, the medium-sized seeds (0,5 in 0,7 cms) and big (0,7 in 1,1 cms) which have a rate of seeding of the order of 30 % and 20 % respectively. These two last ones low rate would give some explanation by the rigidity of the seminal integuments of these two categories of seeds (inhibition tégumentaire).

The physical and chemical treatments (processings) applied to raise this tégumentaire inhibition allowed to improve the rate of seeding of the still seeds which increases in 60 % after mechanical scarification by the sandpaper or chemical by soaking of seeds in the strong sulphuric acid (96-98 %) during 10mn.

**Keywords:** seeding, *Atriplex canescens*, Inhibition tégumentaire, Scarification.

**المخلص:** يهدف هذا العمل الى دراسة القدرات الانتاشية لبذور القطف الأمريكي. يكشف اختبار الاولى للانتاش (الانتاش الطبيعي بدون أي معالجة) عن فرق معنوي ( $P < 5\%$ ) في معدل الإنتاش بين البذور الصغيرة الحجم (0.3 إلى 0.5 سم) معدل إنتاش حوالي 80 % وبذور متوسطة الحجم (0.5 إلى 0.7 سم) وكبيرة (0.7 إلى 1.1 سم) التي لديها معدل إنتاش 20 % و 30 % على التوالي. يمكن تفسير هذين المستويين الأخيرين من خلال صلابة قشرة هاتين الفئتين من البذور (التثبيط الغشائي).

إن المعالجات الفيزيائية والكيميائية المستخدمة لإزالة هذا التثبيط جعلت من الممكن تحسين معدل إنتاش البذور النائمة التي تزداد إلى 60% بعد الخدش الميكانيكي بواسطة ورق الخشن أو المادة الكيميائية عن طريق غمس البذور في حمض الكبريتيك القوي (96-98 %) لمدة 10 دقائق.

**الكلمات المفتاحية:** الإنتاش، القطف الأمريكي ، تثبيط غشائي ، الخدش.

## Liste des figures :

<b>Figure 01</b> : Caractéristique morphologie d' <i>Atriplex halimus</i> .....	11
<b>Figure 02</b> : Quelques Caractères morphologique d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	12
<b>Figure 03</b> : Quelques caractères morphologiques d' <i>Atriplex canescens</i> .....	13
<b>Figure 04</b> : Structure de la graine dicotylédone.....	19
<b>Figure 05</b> : Courbe théorique de la germination d'une semence.....	24
<b>Figure 06</b> : Graines à germination épigée.....	26
<b>Figure 07</b> : Graines a germination semi-hypogée.....	26
<b>Figure 08</b> : Graine à germination hypogée.....	27
<b>Figure 09</b> : Protocole expérimental.....	37
<b>Figure 10</b> : Taux de germination préliminaire des graines d' <i>Atriplex canescens</i> .....	39
<b>Figure 11</b> : Taux de germination des graines d' <i>Atriplex canescens</i> de taille moyenne.....	40
<b>Figure 12</b> : Cinétique de germination des graines d' <i>Atriplex canescens</i> de taille moyenne.....	42
<b>Figure 13</b> : Taux de germination des graines d' <i>Atriplex canescens</i> de taille grande.....	43
<b>Figure 14</b> : Cinétique de la germination des graines d' <i>Atriplex canescens</i> de taille grande.....	44

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Nombre approximatif des espèces d'Atriplex dans diverses régions et pays arides et semis arides du monde. ....	9
<b>Tableau 02</b> : Test de l'effet des traitements sur la germination des graines de taille moyenne.....	41
<b>Tableau 03</b> : Test de l'effet des traitements sur la germination des graines de taille grande .....	44

## Liste des Photos

<b>Photo 01</b> : <i>Atriplex halimus</i> L. ....	11
<b>Photo 02</b> : Feuilles d'atriplex halimus .....	11
<b>Photo 03</b> : Feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> .....	12
<b>Photo 04</b> : Feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> .....	13
<b>Photo 05</b> : Station d' <i>Atriplex canescens</i> dans la commune de Maamora. ....	33
<b>Photo 06</b> : Arbuste échantillonné et branche fructifère d' <i>Atriplex canescens</i> .) ....	33
<b>Photos 07</b> : Nombre de répétitions pour chaque traitement .....	34
<b>Photo 08</b> : Mise en papier aluminium des graines .....	35
<b>Photo 09</b> : Résultats de la germination préliminaire des graines d' <i>Atriplex canescens</i> (Source : nous même le 20/03/ 2018) .....	40
<b>Photo 10</b> : Graines de taille moyenne traitées avec l'acide sulfurique (98%) pendant 10 min. ....	41
<b>Photo 11</b> : Graines de taille grande traitées avec le papier de verre.....	43

## Liste des abréviations

**NaCl** : Chlorure de sodium

**A.P.G** : Angiosperm Phylogeny Group

**g** : Gramme

**l** : Litre

**cm** : Centimètre

**g/l** : Gramme par litre

**T ECH** : Traitement eau chaude

**T EF** : Traitement eau froide

**T SC** : Traitement par scarification

**T ST F** : Traitement par stratification à froid

**AS.M( H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)** : Traitement par l'acide sulfurique moyenne

**P.V.G3** : Traitement par scarification avec le papier de verre

**Ed** : Eau distillée

**J** : Jour

**%** : Pourcentage

**°C** : Celsius

**TM** : Test préliminaire (témoins) moyenne

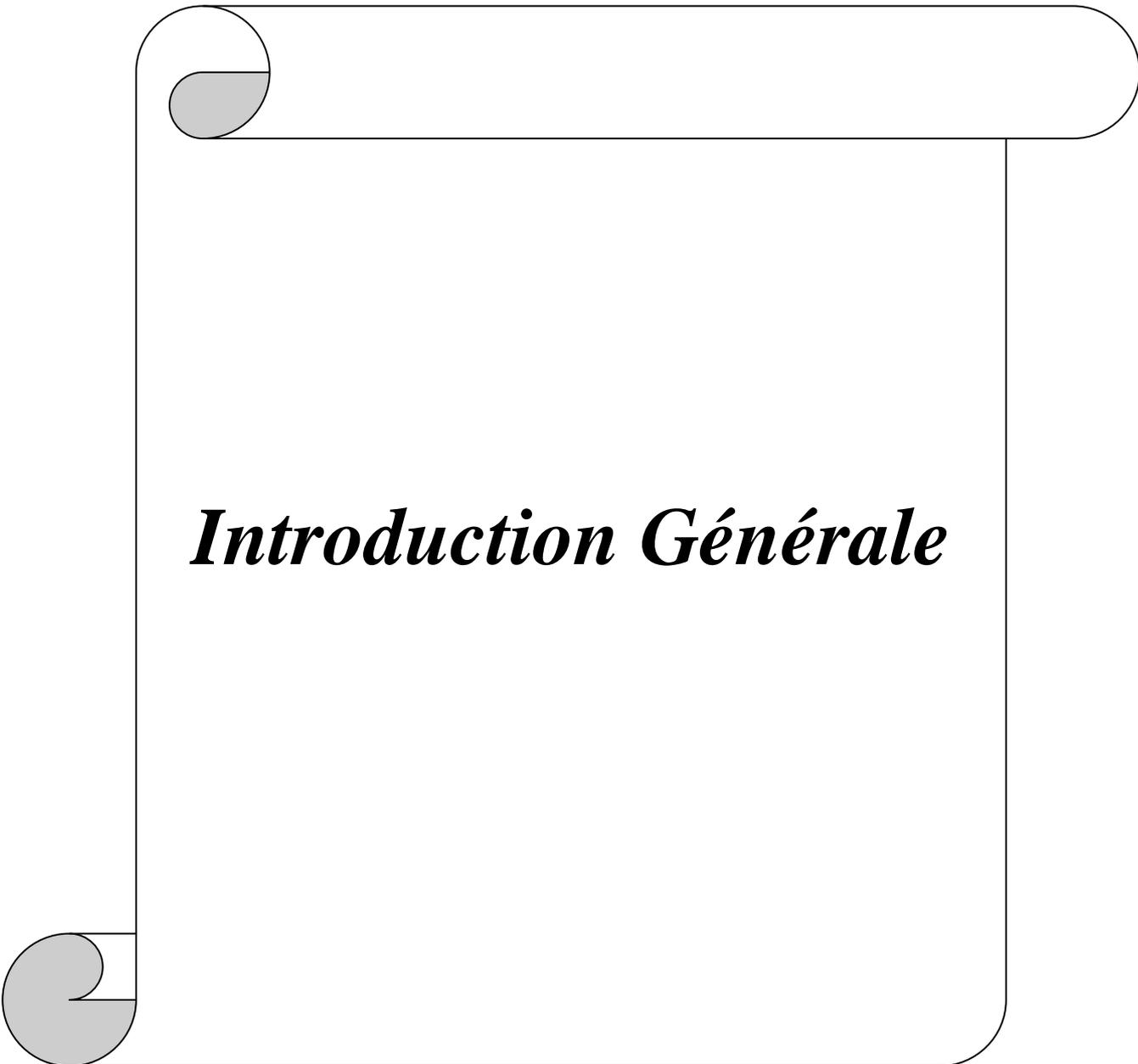
**mM** : Mille mol

**m** : Mètre

**mg** : Milli gramme

**mg/g** : Milli gramme par gramme

**ml** : Milli litre



# ***Introduction Générale***

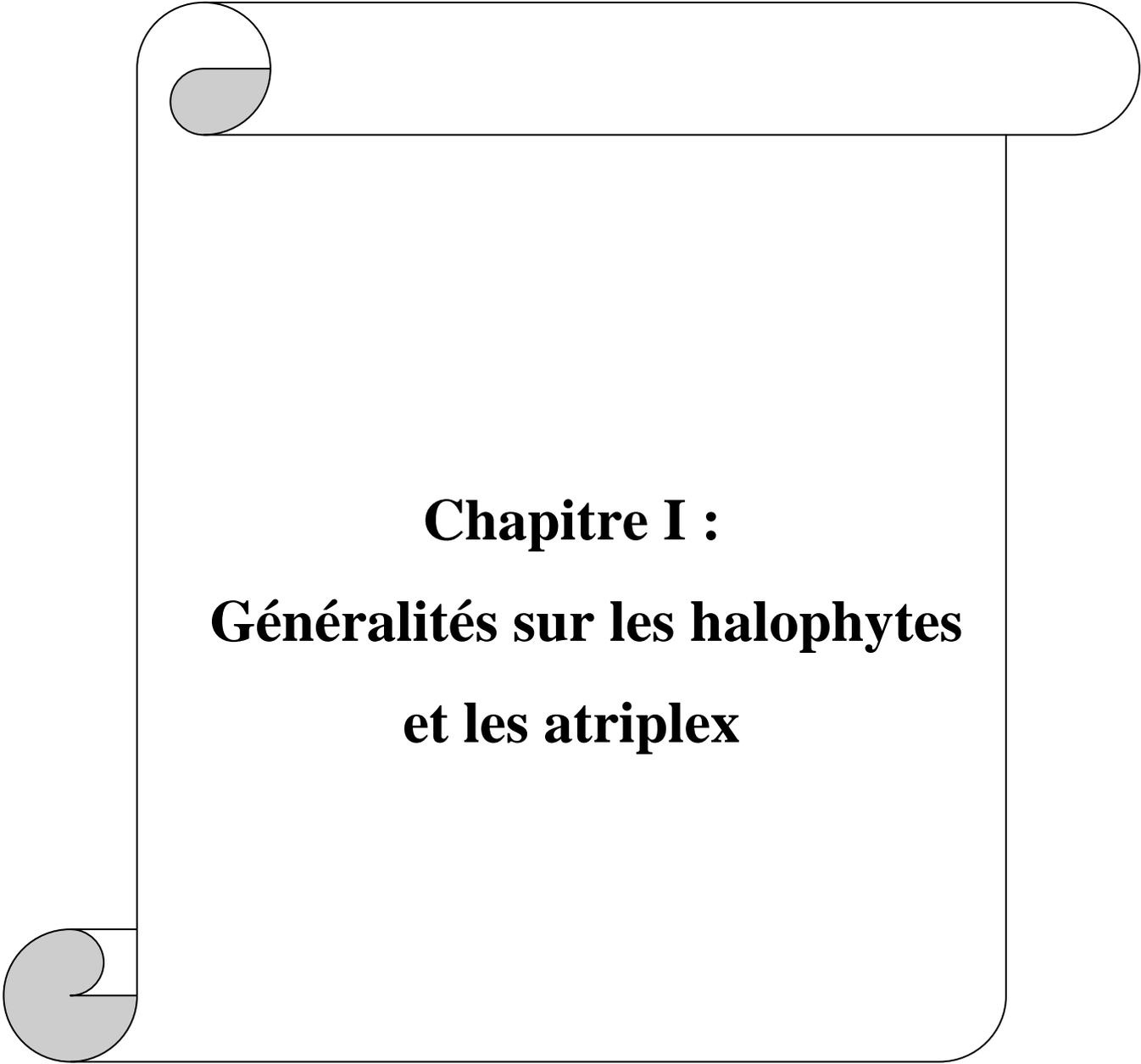
### Introduction :

En Algérie, la dégradation de la steppe se manifeste avec acuité, notamment dans les zones steppiques. Ces zones, dont les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour les habitants, sont en effet depuis des années soumises à une dégradation croissante. Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibre écologique et socio-économique (**le Houérou, 1985 ; Aidoud 1996 ; Bedrani 1999**). Les changements climatiques (faibles précipitations avec une irrégularité très marquée), les facteurs anthropozoïques (surpâturage, céréaliculture, défrichement, arrachage des ligneux...) ainsi que les conditions socio-économiques, contribuent fortement à cette dégradation.

Les zones steppiques de la wilaya de Saida, à l'instar des autres régions steppiques, vivent un déséquilibre écologique continu résultant souvent de la dégradation quasi permanente, causées par l'exploitation et l'utilisation anarchique et irrationnelle tels que le surpâturage et le défrichement conjuguées aux aléas climatiques caractérisés par une période de sécheresse assez longue. Ceci a pour conséquences la réduction du couvert végétal, l'érosion des sols, la mise en danger et la menace de disparition de cet écosystème et surtout la diminution de la biodiversité (**KEFIFA, 2005**).

Face à cette situation alarmante, les pouvoirs publics ont optés à la fin des années 1994 dans le cadre des restaurations des steppes, pour l'introduction d'une plante américaine (*Atriplex canescens*) comme un des moyens pour lutter contre la désertification et subvenir aux besoins fourragés d'un cheptel en croissance constante. Les plants d'*Atriplex canescens* sont préalablement cultivés en pépinière durant trois mois avant d'être transplantés en zones steppiques. L'agrèage des plants avant leur transfert aux périmètres est basé essentiellement sur la hauteur de la partie aérienne (entre 15 et 20 cm) sur leur vitalité et leur état sanitaire (**HENNI et MEHDADI, 2012**).

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'augmentation du taux de réussite des plants d'*Atriplex canescens* cultivés en pépinière à travers l'étude et l'amélioration des aptitudes germinatives des graines de cette espèce en faisant recours aux traitements physiques et chimiques les plus utilisées.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and a grey shaded area on the left side, partially unrolled at the top and bottom.

**Chapitre I :**  
**Généralités sur les halophytes**  
**et les atriplex**

## **1) Les halophytes :**

### **1-1) Généralités :**

Les halophytes, dont les conditions optimales de la croissance ne sont fournies que par des sols salés, se rencontrent d'abord en bordure des rivages maritimes, ou elles sont soumises plus particulièrement à l'action du chlorure de sodium (sur 35g de sels dissous par litre d'eau de mer, il y'a environ 30g de NaCl). La plupart des espèces d'intérêt agronomique sont rangées dans le groupe des Glycophytes, plantes dites sensibles aux sels. A l'inverse, un certain nombre de plantes dites halophytes qui sont naturellement tolérantes aux sels et poussent aussi bien voir mieux dans un environnement salin qu'en conditions normales (LEVIGNE RON, 1995).

### **1-2) Définition des halophytes :**

Les halophytes, terme venant du grec halo (sel) et phyton (plante) sont aussi appelées des plantes halophiles (HOPKINS, 2003). Ce sont des plantes qui croissent sur des sols très salins. D'après HAMDY et LIETH (1999), une halophyte est une espèce pouvant se produire seulement dans des conditions naturellement salines. LE HOUEROU (1992), à identifié les halophytes comme des plantes qui, en conditions naturelles, sont exclusivement trouvées sur des sols salés. Cette définition ne signifie pas que les plantes halophiles ont nécessairement besoin de salinité pour leur croissance et leur développement, au contraire, de nombreuses halophytes augmentent avec succès et produisent des biomasses en absence de salinité tel que *Tamarix sp. et Atriplex sp.*

### **1-3) Les types des halophytes :**

#### **1-3-1) Euhalophytes ou halophytes vrais**

Quelques plantes atteignent une croissance optimale et accomplissent leur cycle de vie uniquement en présence de concentrations élevées en sels, ce sont des halophytes vrais ou euhalophytes (ASLOUM, 1990).

**1-3-2) Pseudo-halophytes :**

D'une manière rigoureuse " halophyte " n'est pas synonyme de plante halophile qui étymologiquement signifie " plante aimant le sel. En effet, certains halophytes, bien que pouvant résister à d'importantes accumulations de sel dans le milieu extérieur, se comportent normalement sur des sols non salés et ne sont donc que des " halophytes facultatives " ou pseudo-halophytes (BINET, 2003)

**1-4) Classification des halophytes :**

HELLER *et al*, (1998) montrent qu'on peut classer les halophytes en quatre catégories d'après leur résistance au sel :

**1-4-1) Les plantes sensibles :** qui commencent à être affectées (baisse de rendement de 20% pour les concentrations de 2 à 3 g/l) comme chez les haricots, pois, fève, melon, ail, abricotier, noyer....

**1-4-2) Les plantes assez résistantes :** qui tolèrent de 3 à 5 g/l: luzerne, trèfle d'Alexandrie, carotte, pêcher....

**1-4-3) Les plantes résistantes :** qui acceptent jusqu'à 10g/l comme la Tomate, le Mais (sous certains climats), l'Avoine, le Blé, le seigle, l'Orge, le Ray-grass, le Sorgho (sensiblement dans l'ordre de résistance croissante).

**1-4-4) Les plantes très résistantes :** d'un intérêt spécial pour la culture en sol salé comme Chou, Asperge, Riz, Cotonnier, Palmier (Jusqu'à 18 g/l). La famille des chénopodiacées est particulièrement riche en halophytes (Salicornia, Suaeda, Salsola, Atriplex, etc....)

## 2) Description de la famille des Chénopodiacées :

### 2-1) Distribution :

Les Chénopodiacées sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions, littorales de la mer méditerranée, de la mer caspienne et de la mer rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale, aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans le Karoo en Afrique méridionale, en Australie et dans les pampas argentines. Elles poussent également comme des herbacées sur les sols riches en sel, surtout en présence d'écoulements d'eau et de terrains accidentés (Mulas, 2004).

### 2-2) Botanique :

Du point de vue morphologique, les Chénopodiacées sont caractérisés par des racines profondes et pénétrantes, destinées à absorber la plus grande quantité d'eau possible, et par des feuilles alternées, petites et farineuses ou recouvertes de poils, lobées, parfois épineuses, formées de manière à réduire les pertes en eau dues à la transpiration. Certains genres ont des tiges pulpeuses (charnues), à courts segments internodaux, entièrement dépourvues de feuilles, ce qui donne aux plantes un aspect singulier semblable à celui d'un cactus. Les fleurs, peu visibles et regroupées en inflorescences en épi ou à cyme, sont petites, hermaphrodites ou unisexuelles et sont pollinisées par le vent. Les pétales et les sépales, très semblables, sont généralement constitués par cinq, trois ou deux lobes de couleur marron ou verdâtre. Généralement les anthères, en nombre égal ou à peine inférieur à celui des segments du périanthe, sont disposées au sommet de l'ovaire ou sur un disque (Rosas, 1989). La formule florale classique est :  $5S + 5P + 5E + 3C$ . Le gynécée est toujours gamocarpellé, uniloculaire et uniovulé (avec l'ovule courbe et parfois séminifère en s'enfonçant). L'ovaire est constitué par une seule loge, trois carpelles et deux étamines; il produit un seul ovule lequel, en mûrissant, produit un akène à calice marcescent et contenant des graines petites, très desséchées, qui sont remarquable du fait de leur longévité; ces graines sont dites macrobiotiques. Ainsi, on a retrouvé des graines de chénopode blanc de plus de 1500 ans; cette longévité exceptionnelle explique la difficulté à détruire et à éradiquer certaines espèces de cette famille (Chalandre, 2000)

### **2-3) Intérêts des chénopodiacées :**

De nombreuses espèces sont des sources de pâture importantes pour les régions désertiques ou steppiques et d'une manière générale, la famille fournit un certain nombre d'espèces qui sont les composants majeurs de nombreux environnements arides ou rudéraux. Certaines espèces sont utilisées dans l'alimentation de l'homme (la betterave : *Beta vulgaris*) et le bétail (la betterave fourragère) (**Abdelraheim et al, 2012**)

### **2-4) Les principaux genres de la famille des chénopodiacées :**

Parmi les dicotylédones, les Chenopodiaceae ont la proportion la plus élevée de genres halophytes (44%). Avec environ 312 espèces halophytes c'est probablement la famille dans laquelle la tolérance au sel est la plus répandue et mieux étudiée; en particulier les genres importants à savoir : *Atriplex*, *Salicornia*, et *Suaeda* (**Youcefi, 2011**).

### **3) Le genre Atriplex :**

L'*Atriplex* est le nom d'un genre de plantes de la famille des chénopodiacées comprenant environ une centaine d'espèces des régions tempérées et chaudes. Parmi ces espèces : *Atriplex canescens*, *Atriplex portulacaoides*, *Atriplex prostrata*, *Atriplex halimus* (**BOSSARD et al, 1984**). Plusieurs espèces du genre *Atriplex* ont fait l'objet de travaux de recherche, ces premiers travaux ont porté sur l'aspect fourrager et la nutrition minérale, la résistance et la tolérance à la salinité et à la sécheresses (**LE HOUEROU, 1992**).

### **3-1) Origine du genre Atriplex :**

Le genre *Atriplex* (les arroches) appartient à la famille des Amarantacées (Classification APG II, 2003), autrefois classé dans les chénopodiacées. Il se rencontre dans la plupart des régions du globe réparties dans les zones tempérées, méditerranéennes et subtropicales, entre 20 et 50° de latitude Nord et Sud (**LE HOUEROU, 1992**). Les espèces appartenant à cette famille sont des halophytes ; plusieurs recherches affirment leurs grandes capacités à affronter le phénomène de la salinisation des sols (**MALCOM, 2000**). Vu que les sols salins sont typiques des milieux arides, de nombreuses espèces présentent également des adaptations xérophytiques (**MULAS, 2004**).

**3-2) Botanique et physiologie :**

Les espèces du genre *Atriplex* présentent un polymorphisme morphologique prononcé se manifestant au niveau de la taille et la forme des feuilles, des valves fructifères et des graines, et de la production de biomasse en général (**BEN AHMED et al, 1996**). Elles sont essentiellement des plantes herbacées (**WATSON et DALLWITZ, 1992**) et font partie des 10% d'angiospermes qui développent des fleurs unisexuées (**LEBELHARDENAC S, 1997**). Les fleurs sont monoïques solitaires ou en glomérule, disposées au niveau de l'aisselle foliaire, mais aussi en épis terminaux. Les fleurs mâles sont dépourvues de bractéoles, avec un périanthe en 3-5 parties. Les fleurs femelles sont protégées par deux bractéoles séparées ou à conrescence au moins à la base. Le fruit est contenu dans les bractées. La graine est droite, rarement horizontale *cyclobae* ; en forme de fer à cheval ou demis cercle (**ROSAS, 1989**). Les feuilles possèdent des poils se terminant par une grosse cellule, retenant l'eau, et sur la face inférieure se trouve une farine blanchâtre (**DRENNAN et PAMMENTER, 1982**). L'anatomie foliaire est de type Kranz, c'est à dire qu'elle présente une gaine de cellules chlrenchymatiques de grandes dimensions qui entourent les tissus vasculaires. L'anatomie Kranz est associée au métabolisme à haute efficacité photosynthétique, qui prend le nom C4 (**RAVEN et al, 1992**). Dans le métabolisme C4, l'anhydride carbonique se lie au pyruvate pour former l'acide oxaloacétique, composé de quatre atomes de carbones. Ce mécanisme se vérifie dans le mésophile où cette composition est transformée en acide malique ; ensuite, une fois que les grandes cellules qui composent la gaine entourant les vaisseaux vasculaires sont atteintes, il est décarboxylé et l'anhydride (carbonique libéré) entre dans le cycle de Calvin, tandis que le pyruvate revient dans le mésophile où commence un nouveau cycle (**TAIZ et ZEIGER ; 1991**).

**3-3)Taxonomie :**

Selon la classification classique, basée surtout sur les caractères morphologiques, le genre *Atriplex* avec environ 417 espèces est le plus grand dans la famille des Chénopodiacées (**Francllet et Le Houerou, 1971**). Pour la classification phylogénétique (A.P.G.), sur des bases de la biologie moléculaire (analyse cladistique), la famille des Chénopodiacées est incluse dans la famille des Amarantacées dont le genre *Atriplex* compte quelques 300 espèces (**Judd et al, 2002**).

Nous pouvons donc présenter la systématique du genre *Atriplex* selon les deux classifications comme suit :

### **3-3-1) Classification préphylogénétique (Quézel et Santa, 1963)**

- ✓ Embranchement : Spermaphytes
- ✓ Sous-embranchement : Angiospermes
- ✓ Classe : Dicotylédones
- ✓ Sous-classe : Apétales
- ✓ Ordre : Centrospermales
- ✓ Famille : Chénopodiacées
- ✓ Genre : *Atriplex*

### **3-3-2) Classification phylogénétique (A.P.G.) (Guignard et Dupont, 2004)**

- ✓ Règne : Plantae
- ✓ Sous-règne : Tracheobionta
- ✓ Embranchement : Spermatophyta
- ✓ Sous-Embranchement : Magnoliophyta (Angiospermes)
- ✓ Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)
- ✓ Sous-classe : Caryophyllidae
- ✓ Superordre : Caryophyllanae
- ✓ Ordre : Caryophyllales
- ✓ Famille : Amarantacées
- ✓ Genre : *Atriplex*

### **3-4) Répartition des *Atriplex* dans le monde :**

Dans le monde, 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 (FRANCIET et LE HOUEROU, 1971). En Algérie, l'*Atriplex* est spontané 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...). 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)

**Tableau 1- Nombre approximatif des espèces d'Atriplex dans diverses régions et pays arides et semis arides du monde (Le Houérou, 1992)**

Pays ou région	Nombre d'espèces et/ou sous-espèce	Pays ou région	Nombre d'espèces et/ou sous-espèce
Etat- 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	18
Proche orient	36	Syrie	17
Mexique	35	Palestine&Jordan	17
Argentine	35	Algérie&Tunisie	17
Californie	32	Bolivie& Pérou	16
Chili	30		

### **3-5 )Variabilité phénotypique des Atriplex :**

L'aspect de la plante peut varier d'un pied à l'autre, voir même d'une branche à une autre suivant l'état de développement et la saison (**Ozenda, 1983; Le Houérou, 1992**). C'est un arbuste très rameaux qui a une hauteur de l'ordre de 0.3 à 1 m comme *Atriplex semibaccata*, *Atriplex glauca*, et de l'ordre de 1 à 3 m comme *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* (**Ben Ahmed, 1995**). Le port est variable, dressé ou étalé, érigé ou intriqué. Les feuilles sont alternes, brièvement pétiolées, grandes (5 à 6 cm) sur les jeunes pousses du printemps et très petites sur les rameaux de l'automne. Une variabilité dans la morphologie des poils vésiculeux est également signalée. En effet, chez *Atriplex nummularia*, les poils ont une forme ovoïde, alors que chez *Atriplex halimus* le poil est globuleux. En ce qui concerne les valves fructifères, on décèle la présence de plusieurs formes : lisses à marges entières (*Atriplex halimus* var. *halimus*) ou dentées (*Atriplex halimus* var. *Schweinfurthii*) (**Francllet et Le Houérou, 1971; Hsini, 2001**), d'autres triangulaires, plus ou moins tuberculées à marges dentées (*Atriplex glauca*), succulentes et spongieuses (*Atriplex semibaccata*), (**Francllet et Le Houérou, 1971**).

**Smaoui (1972) et Osmond et al, (1980)** ont montré que 40 % des Atriplex étudiés sont des plantes en C3 (*Atriplex triangularis*) et les autres (60%) sont des plantes en C4 (*Atriplex halimus*, *Atriplex spongiosa*). Les Atriplex présentent aussi une variabilité importante pour la tolérance à la salinité.

### **3-6)Description de quelques espèces d'Atriplex :**

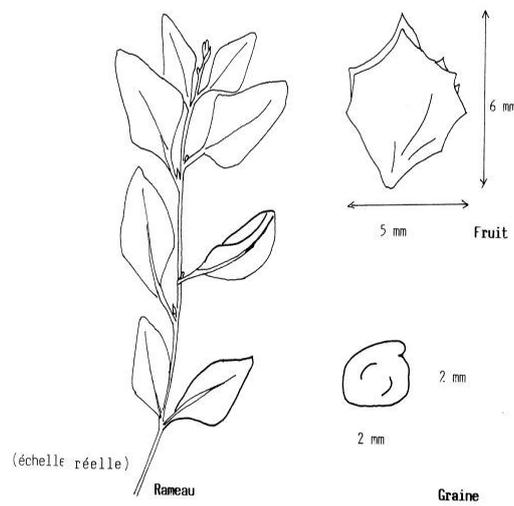
#### **3-6-1) *Atriplex halimus* :**

C'est un arbuste natif d'Afrique du Nord (Photo : 1) où il est très abondant (**Kinet et al, 1998**). Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne. *Atriplex halimus* est un arbuste fourrager autochtone qui tolère bien les conditions d'aridité : sécheresse, salinité (**souayah et al ,1998**). C'est un Arbuste de 1 à 3 m de haut, très rameux, formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3 m de diamètre. Les feuilles sont alternées, pétiolées, plus au moins charnues, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, assez grandes et font 2 à 5 cm de longueur et 0,5 à 1 cm de largeur (fig. 1). L'inflorescence est monoïque, en panicule d'épis, terminale et nue. La valve fructifère est cornée à la base. La graine est d'une teinte roussâtre (**Francllet et Le Houérou, 1971, Quezel et Santa, 1962, Mesbah, 1998 ; in Maalem, 2002**)

*Atriplex halimus* est un arbuste halophile des steppes arides, important dans l'économie d'élevage des pays de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Bon rétenteur des sols, cette plante a aussi une importance écologique. Or, les formations à *Atriplex halimus* sont de plus en plus dégradées (Pourrat et Dutuit, 1994). Il est présent dans des régions où le déséquilibre écologique s'accroît et où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes. Cependant, le surpâturage, les contraintes climatiques et l'absence de gestion rationnelle des parcours ont conduit à une forte dégradation de leurs peuplements (Dutuit, 1999). Cette espèce peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétale et animale dans les régions démunies (**Le Houérou, 1992**)



**Photo 01 :** *Atriplex halimus* L.



**Figure 01 :** Caractéristique morphologie d'*Atriplex halimus*



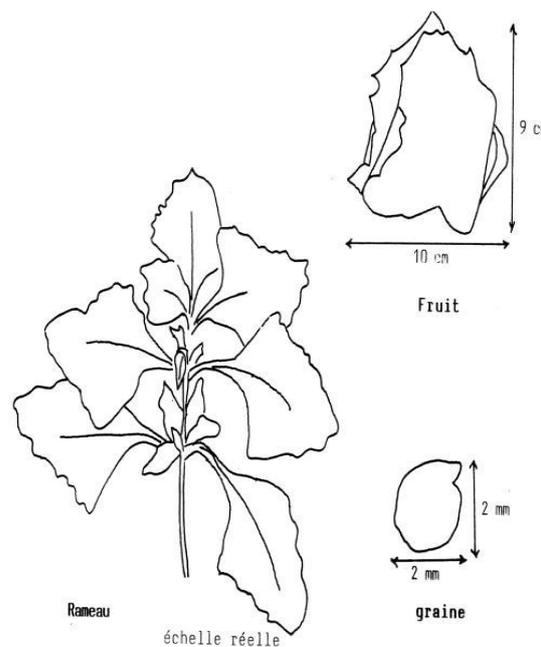
**Photo 02 :** Feuilles d'*atriplex halimus* (Source : [sahara-nature.com](http://sahara-nature.com))

**3-6-2) *Atriplex Nummularia* :**

Arbuste érigé (Photo 3), ascendant, plus au moins rameux, de 1 à 3 m de haut, plante dioïque se propageant souvent par marcottage. Feuilles alternes, de 2,5 à 5 cm sur 2 à 5 cm, gris verdâtre, pétiolées, à poils vésiculeux blanchâtres et trinervées. Inflorescences mâles en épis aphyllés, groupées en panicules terminales, inflorescence femelles en grappes feuillées, parfois mélangé avec l'inflorescence mâle le long de l'axe. Valve fructifère presque libre, arrondies, épaisse et indurées à la base (**Franclét et Le Houérou, 1971**).



**Photo 03 :** *Atriplex nummularia* (Maalem., 2002)



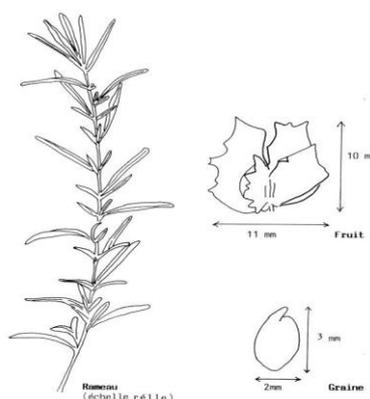
**Figure 02 :** quelques Caractères morphologique d'*Atriplex nummularia*

**3-6-3) *Atriplex canescens* :**

L'air d'origine d'*Atriplex Canescens* s'étend du Mexique central au Canada (Amérique du nord). Elle est introduite en Afrique du nord à partir des états unis (Nouveau Mexique, Arizona), et à partir de la Tunisie vers l'Algérie pour être utilisée dans les projets de fixation des dunes (GOUGUE, 2005). L'*Atriplex canescens* (Photo 4) est un arbuste buissonneux de 1 à 3m de hauteur, formant une touffe pouvant atteindre 3m de diamètre avec une proportion importante de biomasse lignifiée. Les rameaux à la base de couleur blanche, ils sont nombreux et longs, souvent marqués et peuvent être redressés ou couchés au sommet. Les feuilles (fig. 3) de couleur verte grisâtre, entières, alternes, et courtement pétiolées de 3 à 5 cm de long et de 0.3 à 0.5 cm de large. Les inflorescences sont dioïques, pour les inflorescences males sont en épis simples ou panicules localisées au sommet, et pour les inflorescences femelles sont axillaires ou en épis subterminaux. Les valves fructifiées sont pédonculées, plus ou moins dentées de 0.8 à 1.5 cm de large. Les graines vêtues de 4 ailes à bords denticulés ont des dimensions de 10 à 20 mm (FRANCLET et HOUEROU, 1971).



**Photo 04 :** Feuilles d'*Atriplex canescens*



**Figure 03 :** Quelques caractères morphologiques d'*Atriplex canescens*

**3-6-3-1) Exigences climatiques d'*Atriplex canescens* :**

Elle se trouve dans les étages bioclimatiques semi aride et aride supérieur et moyen, à hiver chaud et froid (**FRANCKET et LE HOUEROUS, 1971**) entre des isohyètes de 150 à 200 mm dans son aire d'origine d'optimum et de température qui peut aller de - 2°C jusqu'à +35°C (**HAMIDI, 2000**). Elle peut résister également à la sécheresse, et tout cela explique la grandeur de l'aire de répartition de cette espèce dans le monde (**FRANCKET et LE HOUEROU 1971**).

**3-6-3-2)Exigences édaphiques *Atriplex canescens* :**

L'*Atriplex canescens* est très hétérogène, elle peut être cultivée sur des sols divers, et non fertiles dans des climats différents (**LE HOUEROUS, 1985**) et se développe sur des sols dont la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée peut dépasser 20 mmhos/cm (**FRANCKET et LE HOUEROUS 1971**).

**3-6-3-3) Les principaux usages d'*Atriplex canescens* :**

- Plante ornementales grâce à la couleur blanche à gris argenté des feuilles ; elle est plantée en bordure des aires de pique nique et de camping.
- L'*Atriplex canescens* introduit en Algérie offre un bon fourrage, abondant, palatable et assez nutritif avec un développement et une croissance rapide (**MC ARTHUR et al, 1983 ; PEDERSEN et al, 1983 ; CIBILS, 1990**).
- Cette plante résiste à la sécheresse et à la salinité, elle est utiliser dans la réhabilitation des zones dégradées (**BARROW, 1990**).
- La plante vivante est résistante au feu (s'enflamme difficilement), elle est utilisées dans la lutte contre le feu (**BROWN et al, 2000**)
- Son système racinaire important empêche l'érosion des sols.
- C'est une plante fourragère appréciée par les moutons, chèvres...., les graines sont également consommées.
- Dans les pharmacopées traditionnelles, les racines et les fleurs sont utilisées contre la piqure d'insectes et également contre la toux et le mal de dent.
- *Atriplex canescens* fut utilisée avec succès dans la réhabilitation de zones dégradées et salines dans le sud ouest des Etats Unis (**MC FARLAND et al, 1990**)

### **3-7) Valeurs écologiques et économiques de l'Atriplex :**

#### **3-7-1) Mise en valeur des sols pauvres :**

Les Atriplex sont les arbustes les mieux adaptés aux régions arides et aux sols pauvres. La couverture d'Atriplex accroît considérablement la perméabilité des sols et le drainage dans les horizons superficiels. Elle permet la reconstitution d'un tapis végétal herbacé. Les Atriplex permettent également de remettre en état de nombreux pâturages à flore et sols dégradés. Selon **Francllet et Le Houerou (1971)**,

#### **3-7-2) Fixation des dunes :**

L'emploi des Atriplex s'est révélé extrêmement efficace pour la fixation des dunes. 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 (**BENREBIHA, 1987**).

#### **3-7-3) Mise en valeur des sols salés :**

Les plantations d'Atriplex peuvent permettre la récupération des zones salées. *Atriplex halimus* est particulièrement résistant à des concentrations élevées de NaCl (eau de mer) grâce à sa physiologie adaptée au stress salin (accumulation de la proline) (**Belkhodja et Bidai, 2004, 2007**). Les Atriplex peuvent aussi "désaliniser" les sols. En effet, la teneur en NaCl atteint 20 % de la matière sèche pour *Atriplex nummularia* (**Sarson, 1970 In Benrebiha, 1987**). Il est possible d'extraire d'un hectare 1100 kg de NaCl en une année de culture (**Francllet et Le Houerou, 1971**)

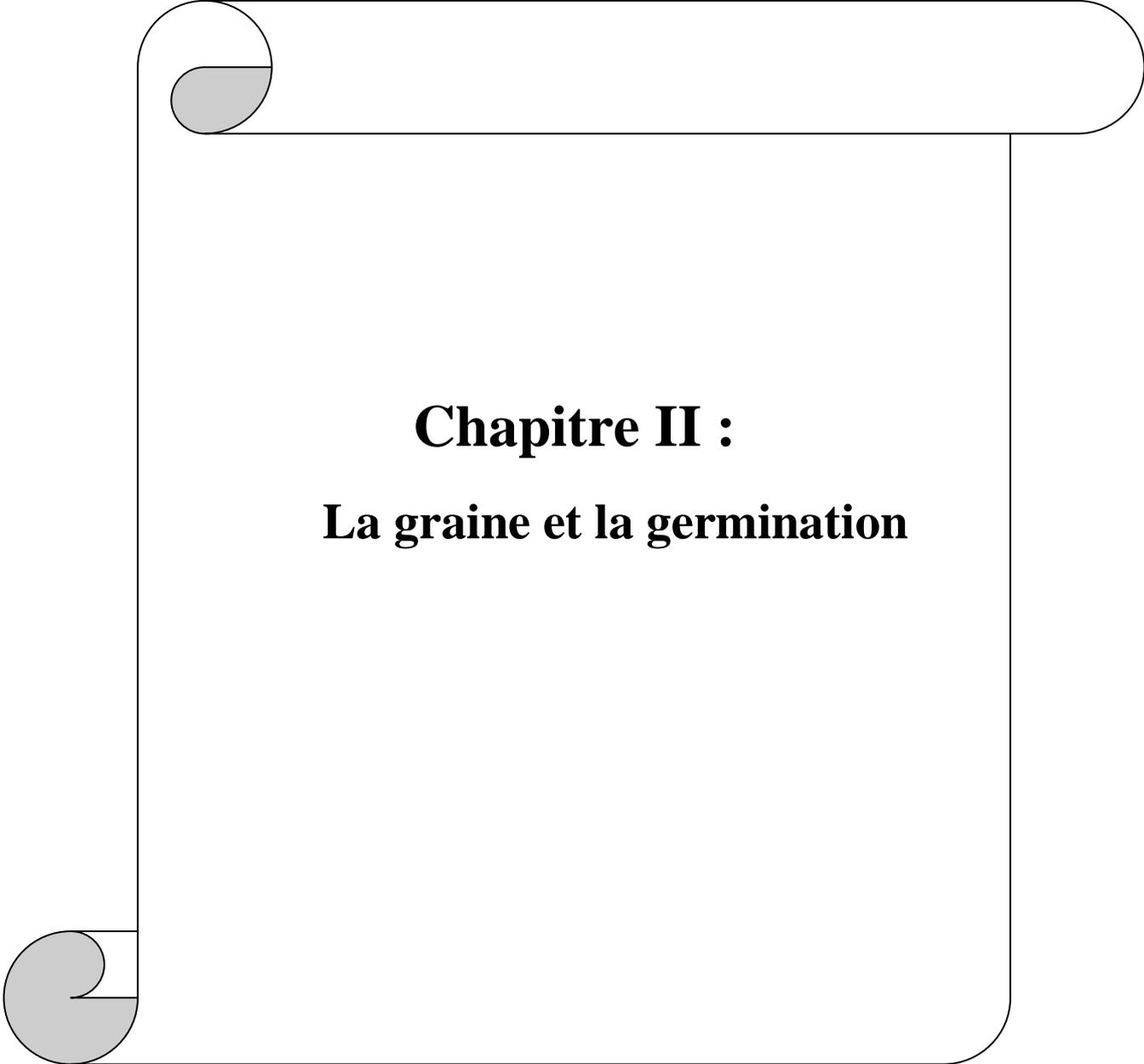
#### **3-7-4) Intérêt fourrager :**

Les nappes d'Atriplex peuvent être utilisées dans l'alimentation des animaux (ovins) par pâturage direct à des périodes (été, automne et hiver) où les autres espèces fourragères font défaut. D'autre part, la teneur en protéines brutes varie de 12 à 18 % de la matière sèche. Des préparations de concentrés riches en protéines peuvent être réalisées à partir des Atriplex (**Francllet et Le Houerou, 1971**). Les espèces *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* ont une teneur en matière azoté totale (MAT) de l'ordre de 20 à 25 % de la matière sèche, avec une teneur en lysine avoisinant 7 % des MAT. La présence de grandes quantités de sels et la présence de certaines substances secondaires peuvent limiter leur valeur nutritionnelle. Toujours est-il que l'abreuvement est crucial, pour des ovins qui vont

consommer l'équivalent de 100 à 200 g de NaCl par jour. Certaines espèces d'Atriplex ont un taux élevé de calcium sous la forme d'oxalates. L'appétibilité des Atriplex est un faux problème. En effet, des observations ont montré que l'*Atriplex glauca*, normalement très peu appétible, le devient dans certaines conditions. De nombreuses études ont mis en évidence le fait qu'en associant la culture de l'orge aux arbustes fourragers appartenant au genre Atriplex, la production d'orge a augmenté de 25 %; de plus, le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orge et les arbustes d'Atriplex en été et en automne (**Brandle, 1987 In Mulas et Mulas, 2004**).

### **3-7-5)Intérêt médical :**

Atriplex sont des plantes utilisées depuis très longtemps en médecine traditionnelle par les arabes du moyen Orient. Elles étaient préconisées aux malades présentant les symptômes de diabétiques (soif, fréquence urinaire élevée, fatigue). Une mixture d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* L., des feuilles de *Juglans regia* L., de *Olea europaea* L. et de *Urtica dioica* L. diminue le taux de glucose dans le sang (**Said et al, 2007 In Ighilhariz, 2008**).



**Chapitre II :**  
**La graine et la germination**

## **1) Définitions :**

### **1-1) La graine :**

La graine est un organe complexe de réserves, qui permet la multiplication de l'espèce et le passage des saisons défavorables. Elle résulte du développement d'un ovule fécondé ; elle contient l'embryon et les substances nutritives. Elle constitue une structure de protection qui permet à la plante de résister pendant des périodes plus ou moins longues face aux conditions défavorables saisonnières (température extrêmes, sécheresse) pendant lesquelles la plante serait incapable de pousser, ni même parfois de vivre. Les graines peuvent ne jamais se développer si les conditions climatiques défavorables se prolongent (AMMARI, 2011)

### **1-2) La germination :**

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer, elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (HOPKINS, 2003).

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (DEYSSON, 1967).

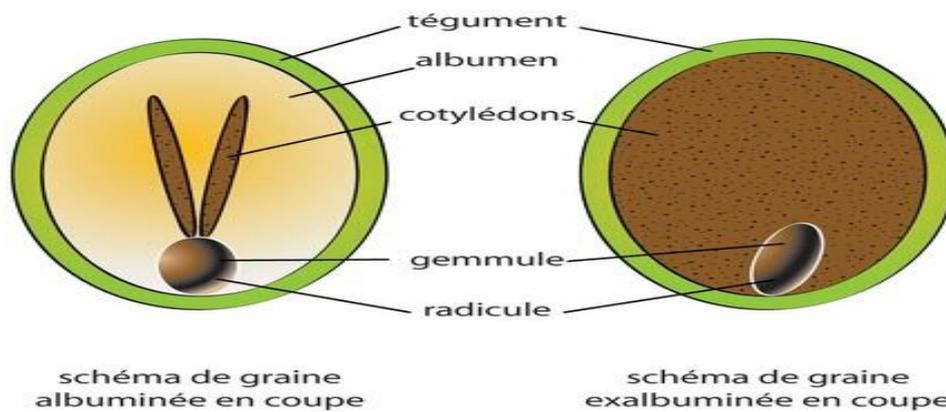
D'après MACIEJEWSKI in AMMARI (2011), la germination désigne l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine, commence une vie active et se développe grâce à l'énergie contenue dans les réserves de la graine. L'induction de la germination n'est possible que si certaines conditions d'environnement sont respectées (chaleur, air, humidité) et que l'embryon n'est pas en l'état de dormance

En effet, la germination est une série de réactions métaboliques dans la graine imbibée et qui culminent à l'émergence de la plantule. La germination au sens strict du terme est caractérisée par le passage d'une semence de l'état de vie ralentie à un stade qui amène l'embryon au seuil d'une croissance active et certaine (BINET et BRUNEL, 1968).

## 2) Structure de la graine :

La graine, partie interne du fruit, est un organisme vivant et fragile comportant trois éléments qui sont (fig. 4):

- *L'embryon* : plante en miniature, est constitué de trois parties: une radicule, une gemmule et un ou deux cotylédons.
- *L'albumen* : tissu parenchymateux homogène et continu, contient des réserves nutritives.
- *Les téguments* : constituent les éléments protecteurs de l'embryon et de l'albumen.



**Figure 04** : structure de la graine dicotylédones

## 3) Les types de graines :

Les graines peuvent être classées au regard de leurs compositions en réserves séminales, ou selon leur teneur en eau. La composition en réserves séminales des graines est importante d'un point de vue nutritionnel, mais également pour leur conservation. En effet, certains composés comme les acides gras peuvent être très sensibles à la dégradation (oxydation) lors du stockage des graines et entraîner une perte de vigueur, voire la mort des graines par l'induction de chaînes radicalaires générant des espèces toxiques dérivées de l'oxygène. On distingue trois grands groupes de graines en fonction de la nature de leurs réserves séminales :

**3-1) Les graines à réserves amylacées :** telle que le blé, qui contiennent beaucoup d'amidon (75 à 80%), des protéines (15 à 20%) et peu de lipides (1 à 2%).

**3-2) Les graines à réserves lipidiques :** qui se distinguent en deux sous-groupes :

- celles contenant plus de protéines que de lipides, c'est notamment le cas du soja dont les graines renferment 20-30% de lipides, plus de 40% de protéines et très peu d'amidon ;
- celles contenant plus de lipides que de protéines, c'est le cas du colza dont les graines renferment 40-50% de lipides et environ 20% de protéines.

**3-3) Les graines à réserves protéiques (protéagineuses) :** qui contiennent de 40 à 45% d'amidon, mais également des protéines et peu de lipides.

Cependant, d'un point de vue physiologique et en lien avec la conservation des graines (stockage à sec notamment), une autre classification des graines prend en compte leur teneur en eau. Trois grands types des graines sont ainsi définis : les orthodoxes, les intermédiaires et les récalcitrantes (**Côme & Corbineau 2000**).

**-Les graines orthodoxes :** supportent une très forte déshydratation et peuvent présenter, lors de leur dissémination, une teneur en eau de seulement 5% sans perte de viabilité lors de leur conservation à sec. Elles représentent la majorité des graines et sont qualifiées de tolérantes à la dessiccation.

**-Les graines intermédiaires :** sont des graines orthodoxes mais dont la vigueur chute drastiquement lorsque leur teneur en eau devient inférieure à 8%.

**-Les graines récalcitrantes :** sont riches en eau à maturité et qui contiennent 40 à 50% d'eau. Elles ne tolèrent pas la dessiccation, se conservent mal, et on les retrouve principalement dans les forêts tropicales et subtropicales.

#### **4) Morphologie et physiologie de la germination :**

##### **4-1) Morphologie de la germination :**

La graine s'imbibe d'eau et 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 (le ciel). Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (MEYER et al, 2004).

##### **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 (MICHEL, 1997)

#### **5) Conditions de la germination :**

Pour une croissance naturelle de la germination, il existe des conditions extérieures (Eau, température, oxygène, lumière) et des conditions intérieures (maturation, dormance, inhibition de germination) :

##### **5-1) Conditions extérieures :**

La graine exige la réunion des conditions extérieures favorables à savoir : l'eau, l'oxygène, la température et la lumière.

**a) Eau :** D'après CÔME (1975), le moment de la germination l'absorption d'eau (imbibition) est rapide pendant les premières heures puis devient plus lente ensuite (l'eau 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).

**b) Température** : Ce facteur joue un grand rôle dans la vitesse des réactions biochimiques; la température optimale de la germination est de (20°C-25°C) (CÔME, 1975).

La température a deux actions :

- Soit directe par l'augmentation de la 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).

**c) Oxygène** : la germination exige de l'oxygène comme tout organe vivant, et selon CÔME, (1975) l'embryon ne peut utiliser que l'oxygène dissous dans la germination.

**d) Lumière (photosensibilité des semences)** : La lumière est un facteur important au stade germination, mais en ne lui accorde souvent qu'un rôle accessoire (CHERFAOUI, 1987)

### **5-2) Conditions intérieurs :**

**a) Maturation** : Une semence est mure lorsqu'elle a atteint sa déshydratation naturelle maximale qui permet sa récolte, ou lorsqu'elle est libérée par la plante (CÔME, 1975).

**b) Dormance** : dans une semence, c'est l'embryon qui germe. C'est lui qui donne naissance à la nouvelle plante, il constitue la partie vivante et la partie active de la semence. La dormance embryonnaire se caractérise par le fait qu'elle subsiste lorsqu'on enlève les enveloppes de la semence ou quand on supprime le facteur qui la provoque, la dormance embryonnaire s'installe souvent au cours du développement de la semence sur la plante lors de sa maturation morphologique, il s'agit alors d'une dormance embryonnaire primaire (CÔME, 1975).

**c) Inhibitions de germination** : on appelle inhibition de germination tout phénomène qui s'oppose à la germination d'un embryon non dormant (CÔME, 1975) ; il existe deux types d'inhibition :

**-Inhibitions tégumentaires :** Une inhibition tégumentaire se caractérise par le fait que la germination devient possible après la suppression des enveloppes séminales. Très souvent, il n'est pas nécessaire d'enlever complètement les enveloppes, une scarification plus ou moins importante suffit. Toutes les inhibitions tégumentaires agissent au niveau de l'embryon, en le plaçant dans des conditions défavorables à sa germination (CÔME, 1975).

**-Inhibitions chimiques :** Des substances très diverses sont capables d'inhiber totalement ou de retarder la germination. Le rôle physiologique exact de ces substances sont mal connus et parfois très discutés. On a vraisemblablement exagéré leur importance dans les conditions naturelles (CÔME, 1975).

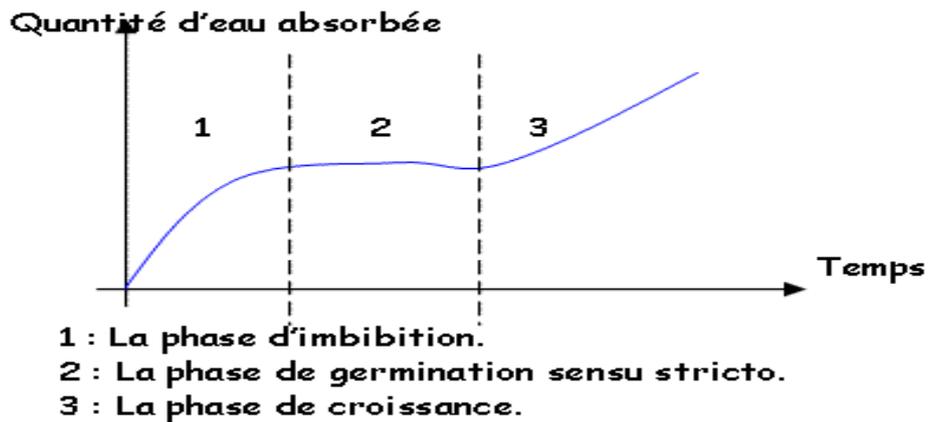
### **6) Les différentes phases de la germination :**

Le processus de germination commence dès que la graine sèche est hydratée. Elle est classiquement décrite en trois phases correspondant aux phases de prise en eau de la graine suite à son imbibition (Bewley & Black 1994 ; Fait *et al.*, 2006 ; Nonogaki *et al.*, 2010).

**6-1) L'imbibition :** est la phase pendant laquelle la graine absorbe rapidement une grande quantité d'eau aboutissant à la réhydratation de tous les tissus. Les activités métaboliques peuvent ainsi reprendre et la respiration est très importante.

**6-2) La germination *sensu stricto* :** qui est caractérisée par une stabilisation de la prise en eau par la graine. Au cours de cette phase, la graine peut être réversiblement déshydratée sans dommage pour sa viabilité. Cette phase se termine par l'émergence de la racicule (ou d'une partie de l'embryon) au travers des téguments.

**6-3) La croissance :** manifestée par une reprise de l'absorption d'eau. Cette phase correspond à l'installation et au développement de la plantule



**Figure 05** : courbe théorique de la germination d'une semence (CÔME ;1982)

La cinétique de la germination se fait en trois phases :

- La phase I : correspond à une prise d'eau rapide.
- La phase II : est une phase de plateau qui se termine par la sortie de la radicule.
- La phase III est caractérisée par la reprise de l'imbibition. Seules les phases I et II correspondent à la germination au sens strict, alors que la phase III est une phase de croissance (BEWLEY, 1997).

### **7) Le processus de la germination :**

La germination est un processus complexe de sorte que tous les caractères morphologiques et physiologiques sont à considérer pour mieux comprendre son déroulement. L'induction de la germination n'est possible que si certaines conditions d'environnement sont réunies (chaleur, air, humidité) et si l'embryon n'est pas en état de dormance. Aussi, elle commence par l'imbibition des tissus de la graine caractérisée par une absorption d'eau du milieu extérieur. Cette absorption d'eau favorise l'hydrolyse et la dégradation des tissus de réserves contenant les carbohydrates, lipides, protéines en des formes simples assimilables (acide pyruvique, acides aminés, acides gras) qui seront transportées plus tard jusqu'aux points de croissance de l'embryon. A la suite de cette dégradation des colloïdes des tissus, la graine se gonfle et le tégument se rompt le plus souvent au niveau du micropyle favorisant ainsi l'émergence des points de croissance. L'intensité respiratoire et l'activité enzymatique augmentent en fonction de la teneur en eau de la graine. Ainsi, au niveau des mitochondries (sièges de la respiration cellulaire), sont oxydés les produits simples, mobiles et assimilables en gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), en eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et en énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) ce processus favorise les réactions nécessaires à la germination, aux mitoses et à l'élongation cellulaire (GUYOT, 1978).

Lorsque la semence germe, l'embryon augmente de volume, se dégage des enveloppes et vit d'abord en parasite sur les réserves accumulées dans la semence. L'embryon a bien germé lorsqu'il montre sa capacité à assurer le développement de ses parties (radicule et gemmule) hors des limites de la semence qui le contient. Tous ces organes croissent en nombre, en dimension et en poids (frais ou sec) de façon irréversible. La croissance est donc avant tout un changement quantitatif, on passe ainsi insensiblement d'un embryon hétérotrophe à une jeune plante autotrophe (**BINET et BRUNEL, 1968**).

### **8) Types de germination :**

Les plantules peuvent être regroupées en trois (3) types de germination, basés essentiellement sur la position prise par les cotylédons après la germination (**RAKOUTH cité par SOME, 1991**). Ce sont:

- La germination épigée ou phanérocotylaire
- La germination semi-hypogée
- La germination hypogée ou cryptocotylaire

Certains auteurs cependant, comme **DE LA MENSBRUGE (1966)** distinguent deux types fondamentaux qui sont les germinations épigée et hypogée, assimilant la germination semi-hypogée à une germination épigée.

#### **8-1) Germination épigée :**

La graine est soulevée hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyl qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entrenœud donne l'épicotyl. Les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (elles sont plus simples que les futures feuilles) (**AMMARI, 2011**).



**Figure 06 :** Graines à germination épigée

### **8-2) La germination semi-hypogée :**

Dans ce type de germination les cotylédons restent à ras de terre mais sont visibles et s'ouvrent pour libérer la gemmule. Ce type de germination a été observé chez *Parkia biglobosa* (SOME, 1991). Les cotylédons sont généralement plus ou moins charnus et caducs.



**Figure 07 :** Graines à germination semi-hypogée

### **8-3) Germination hypogée :**

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (AMMARI, 2011) L'élongation se fait alors dans la gemmule. Les cotylédons gardent leur attache avec la partie inférieure de la tigelle. Ils alimentent ainsi pendant quelques temps (plusieurs semaines souvent) la plantule, mais après l'épuisement des matières de réserves, ils se dessèchent et disparaissent.



**Figure 08 :** Graine à germination hypogée

### **9) Les facteurs de la germination :**

L'ensemble des facteurs qui interviennent au moment de la germination mais aussi tout au long de la vie d'une semence, depuis sa création sur la plante mère jusqu'à sa reprise d'activité, exercent une influence sur le comportement de cette semence lorsqu'elle est mise à germer. Ainsi, la qualité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs que **Côme (1993)** regroupe en quatre catégories: les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination (**Côme 1993**).

**9-1) L'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences** sont quelques-uns des **facteurs génétiques** qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences. Par exemple, **Chaussat et Chapon(1981)** mettent en évidence une relation directe entre le poids de la graine et sa vitesse de germination pour différentes espèces du genre *Triticum*.

**9-2) Les facteurs avant récolte** correspondent, entre autres au climat (température, pluie et lumière) ; à la position des semences sur la plante mère ; à l'âge de la plante mère.

**9-3) Les facteurs de la récolte**, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination ; la date de récolte est donc importante.

**9-4) Les facteurs après récolte**, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (Côme, 1993). Par exemple, le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir. Pour de nombreuses espèces (céréales, tournesol), il est clairement établi que la durée et les conditions de conservation des semences jouent un grand rôle (Baskin & Baskin 1998). L'âge des semences peut aussi modifier les conditions nécessaires à leur germination, notamment les conditions thermiques (Barton, 1936).

**9-5) Les facteurs de la germination** : c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. Les plus couramment étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. Ainsi, la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné.

Les inhibiteurs de germination, le substrat (profondeur du semis et granulométrie) et les conditions des tests au laboratoire (pH du milieu, densité de semences) sont aussi des facteurs qui peuvent influencer la qualité germinative des semences.

## **10) Différents obstacles de la germination :**

Ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante ; la partie active de la semence) placé dans des conditions convenables (MAZLIAK, 1982). L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, embryonnaire ou due à des substances chimiques associées aux graines, ou dormance complexe (BENSAID, 1985).

Des graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (SOLTNER, 2001).

### **10-1) Dormance embryonnaire :**

Dans ce cas, les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il

perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (CHERFAOUI, 1987)

### **10-2) Inhibitions tégumentaires :**

Les téguments des graines inhibent la germination avec des degrés divers, elles provoquent l'imperméabilité à l'eau et l'oxygène (BINET et BOUCAUD, 1968). La membrane dure et épaisse retarde l'absorption d'eau, par l'effet de leur cellules mortes ; et la présence d'une couche imperméable (mucilages), et par l'effet d'une couche à cellules jointive, qui elles provoquent la diminution de la porosité donc la diminution de la perméabilité (CHAUSSAT et al, 1975). D'après BEADLE(1952), les graines enfermées dans les valves fructifères ont 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).

### **10-3) Inhibitions chimiques :**

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles, leurs nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK, 1982). La plante sécrète des substances chimiques qui s'opposent à la germination telle que : acide abscissique, acide caféique, ammoniac, éthylène...etc. (DOMINIQUE, 2007).

## **11) Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination :**

La levée de dormance se fait naturellement ou artificiellement.

**11-1) Naturellement :** par l'altération des enveloppes sous l'effet des alternances de sécheresse et d'humidité, de gel et de réchauffement (DOMINIQUE, 2007).

**11-2) Artificiellement :** par des différentes méthodes, on peut citer :

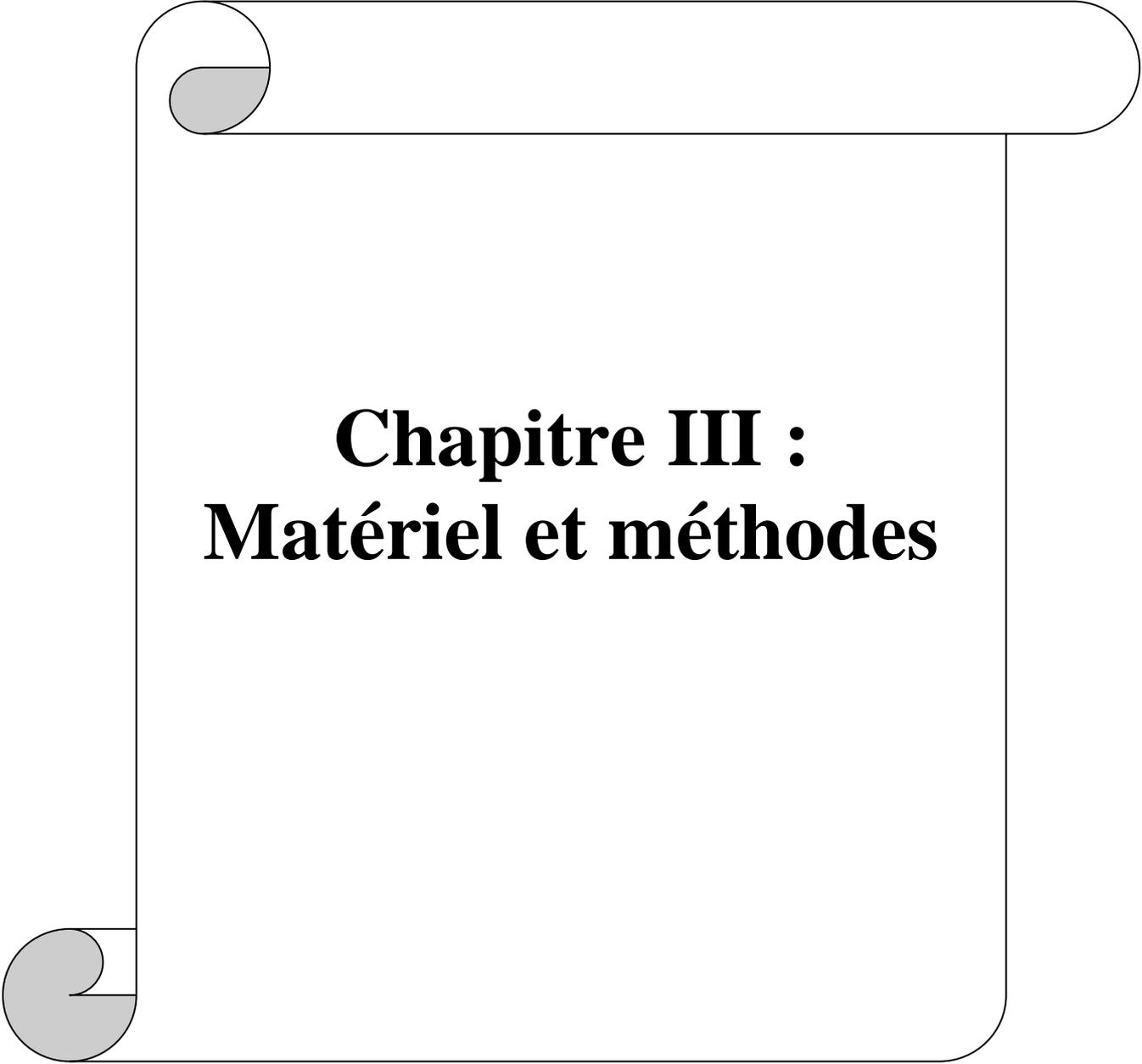
**a) Stratification :** ce traitement utilisé empiriquement depuis longtemps consiste à placer les semences au froid dans un milieu humide (terre, sable, tourbe) en période déterminée selon l'espèce (JEAM et al, 1998).

**b) Froid :** c'est une technique qui consiste à placer les semences au froid à des températures basses mais positives (MAZLIAK, 1998). La quantité de froid nécessaire pour obtenir un tel résultat, c'est-à-dire la température à appliquer et la durée du traitement dépend évidemment de l'espèce ou de la variété considéré (MAZLIAK, 1998).

**c) Lixiviation :** par le trempage ou le lavage à l'eau, pour éliminer les inhibiteurs hydrosolubles (JEAM et al, 1998).

**d) Traitements oxydants :** on a souvent préconisé l'emploi d'eau oxygénée pour améliorer la germination on pensant qu'elle fournit de l'oxygène à l'embryon (MAZLIAK, 1982).

**e) Scarification :** il suffit souvent de blesser plus ou moins profondément les enveloppes pour faciliter la germination. Peut être effectuée par des différentes méthodes, par de façon **mécanique** (coupe, pique, décortication, battage des enveloppes...) ; (CHERFFAOUI, 1987), ou par voie **chimique** (immersion des semences dans l'acide sulfurique concentrée (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ou par lyophilisation dans l'azote liquide...) ; (JEAM et al, 1998).



# **Chapitre III : Matériel et méthodes**

Dans ce travail, l'objectif fixé est d'étudier l'effet de quelques traitements physiques et chimiques sur le taux et le délai de la germination des graines d'*Atriplex canescens*. Pour atteindre cet objectif nous avons utilisé le matériel et les méthodes suivants :

### **1) Matériel :**

- Etuve d'incubation réglée à 25°C.
- Réfrigérateur
- Boîtes de Pétri en plastique stériles
- Bêchers en verre stériles
- Passoire
- Becque benzène
- Papier filtre stériles
- Papier de verre
- Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) à 98%
- Eau de Javel (pour l'utilisation comme désinfectant)
- Eau distillée stérile
- Matériel végétal : graines d'*Atriplex canescens*

## 2) Méthodes :

### 2-1) Station et récolte des graines :

La récolte des graines d'*Atriplex canescens* a eu lieu dans une station de la région de Maamora située à 42 Km au sud de la wilaya de Saida. Cette station (Photos 05) représente un parcours steppique planté depuis 1999 en *Atriplex canescens* par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS-Saida).



**Photo 05** : Station d'*Atriplex canescens* dans la commune de Maamora. (Source : nous même)

Les graines ont été récoltées au mois de décembre 2017 (à maturation) sur des arbustes (plante mère) choisis aléatoirement (Photo 06 ).



**Photo 06** : Arbuste échantillonné et branche fructifère d'*Atriplex canescens*. (Source : nous même)

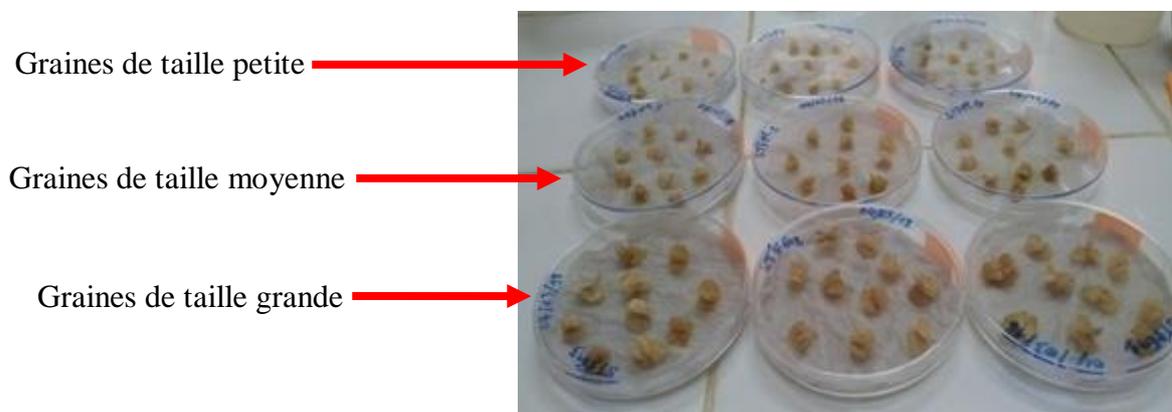
### **2-2) Préparation des graines :**

Les graines ont été décortiquées manuellement puis désinfectées dans l'hypochlorite de Na dilué pendant 10 min. Elles sont ensuite rincées 03 fois à l'eau distillée, puis placées dans des sacs en papier étiquetés et conservé au réfrigérateur à 4°C. Selon Chaussat et Chapon(1981), la taille et le poids des graines ont une relation directe avec leur vitesse de germination. Ainsi, les graines ont été séparées en trois lots selon leur taille :

- des graines de taille petite : 0.3cm à 0.5cm
- des graines de taille moyenne : 0.5cm à 0.7 cm
- des graines de taille grande : 0.7cm à 1.1cm

### **2-3) Mise en germination des graines :**

Les graines ont été placées dans des boîtes de Pétri (10 graines par boîte), tapissées de deux feuilles de papier filtre imbibées de 4 ml d'eau distillée. Nous avons retenu trois (03) répétitions pour chaque catégorie de taille (petite, moyenne et grande) et pour chaque traitement (Photo 07 ). Les boîtes sont ensuite placées dans une étuve, à la température de 25°C. L'imbibition se fait tous les jours durant les trois semaines de l'incubation (21 jours).



**Photos 07** : Nombre de répétitions pour chaque traitement

### **2-4) Test de germination préliminaire :**

Les graines n'ont subi aucun traitement.

### **2-5) Traitements de la levée de la dormance**

D'après Roussal (1984), de nombreuses techniques ont été utilisées pour rendre les semences perméables. Nous avons appliqué différents traitements sur les graines ayant un taux de germination inférieur à 50%.

#### **2-5-1) Traitements physiques :**

##### **A) Trempage dans l'eau froide :**

Les graines sont trempées dans de l'eau du robinet puis placées à température ambiante pendant 24 à 48 heures (Wahbi *et al.*, 2010).

##### **B) Trempage dans l'eau chaude :**

Les graines sont placées dans de l'eau bouillante (100°C), puis laissées (environ 12h) jusqu'au retour à température ambiante (Wahbi *et al.*, 2010).

##### **C) Traitement mécanique (scarification) :**

Les graines sont frottées à l'aide de papier de verre (effet abrasif) pour réduire l'épaisseur du tégument (Deymie, 1984).

##### **D) La stratification à froid :**

Les graines sont déposées sur une feuille de papier aluminium (Photos 08) puis refermées. Elles sont ensuite placées dans le réfrigérateur à 4°C pendant 4 jours et donc soumises à un traitement au froid humide (Weaver et Jordan, 1985).



**Photo 08** : Mise en papier aluminium des graines

## **2-5-2) Traitements chimiques :**

### **A) Par l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) :**

Les graines sont mises au contact de l'acide sulfurique (98%) pendant 5mn, 10mn et 15mn, puis lavées à l'eau courante (Hiltner, 1902).

## **3) Paramètres étudiés :**

La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque boîte durant 21 jours. Pour la présente étude, les paramètres retenus, à la fin du test est le taux de germination et la cinétique de germination.

### **3-1) Le taux de germination (TG) :**

Le taux de germination selon COME (1970) correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semis. En effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre des graines germées}}{\text{Nombre total mis en germination}} \times 100$$

### **3-2) La cinétique de germination :**

La cinétique de la germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines des espèces traitées par des traitements physiques et chimiques.

$$\text{Taux quotidien de germination} = \frac{\text{Nombre des graines germées quotidiennement}}{\text{Nombre total mis en germination}} \times 100$$

## **4) Analyse statistique :**

Nous avons utilisé le test de Fisher avec un risque  $\alpha = 5\%$  pour comparer les résultats obtenus et déterminer leur degré de significativité.

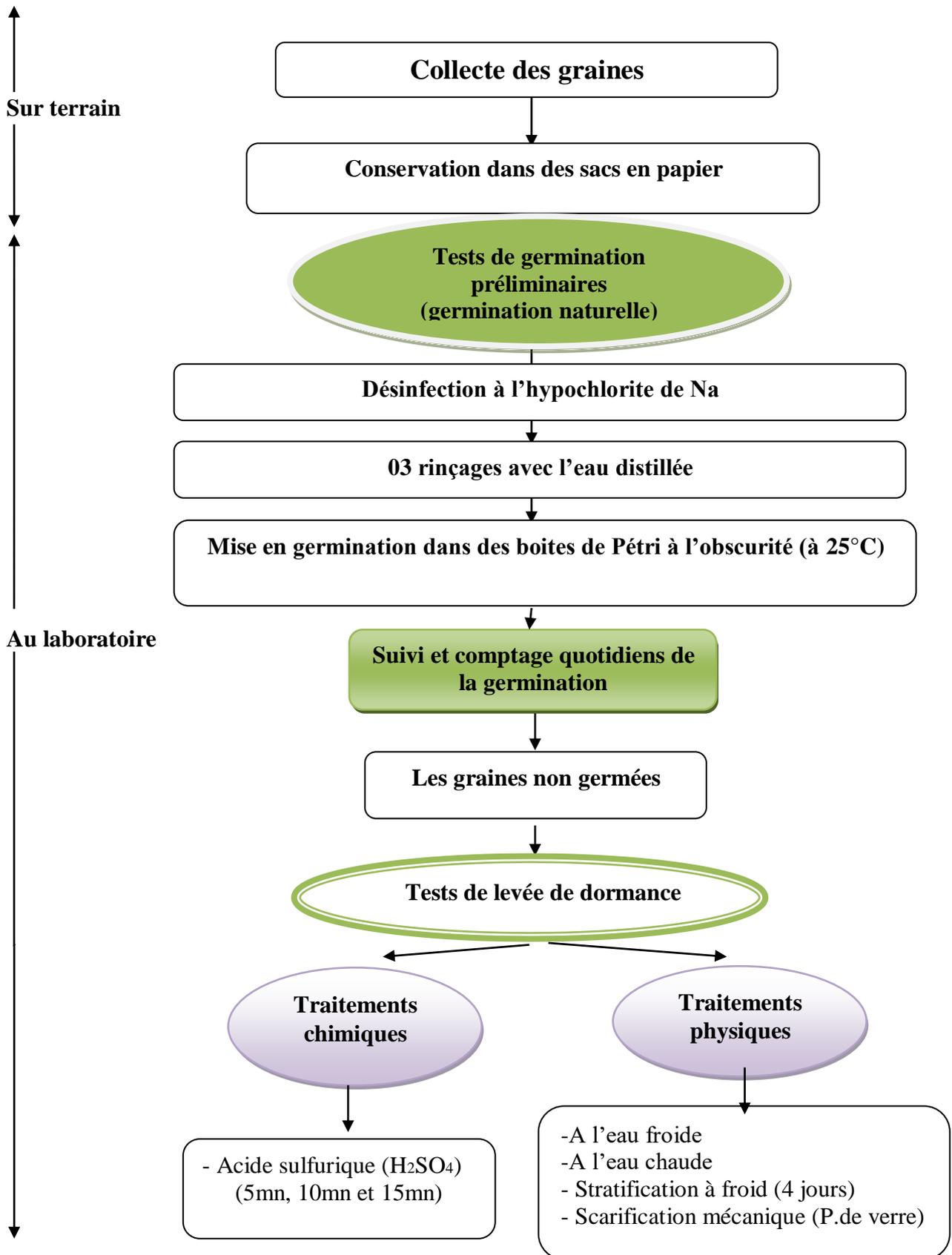
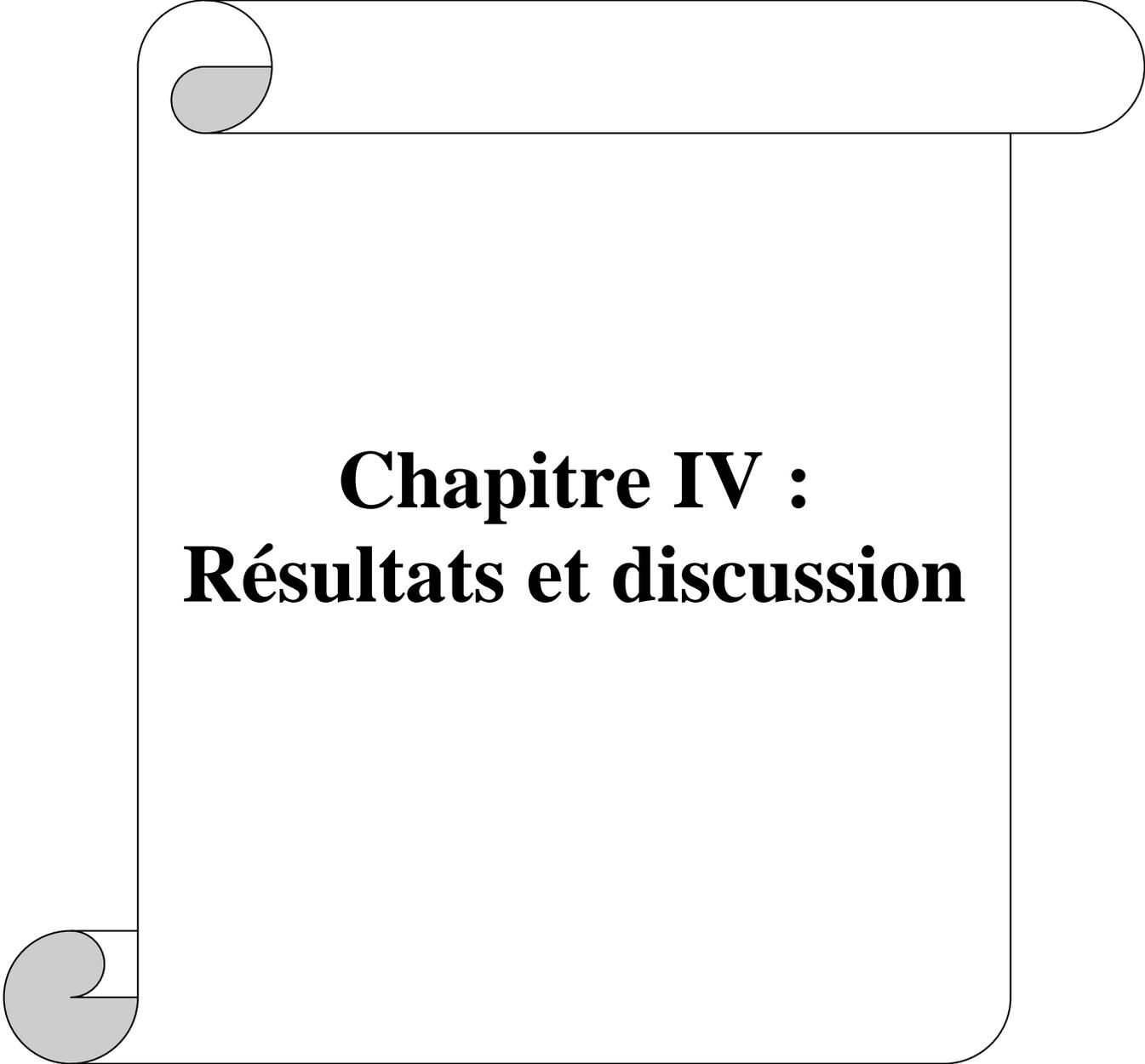


Figure 09: Protocole expérimental

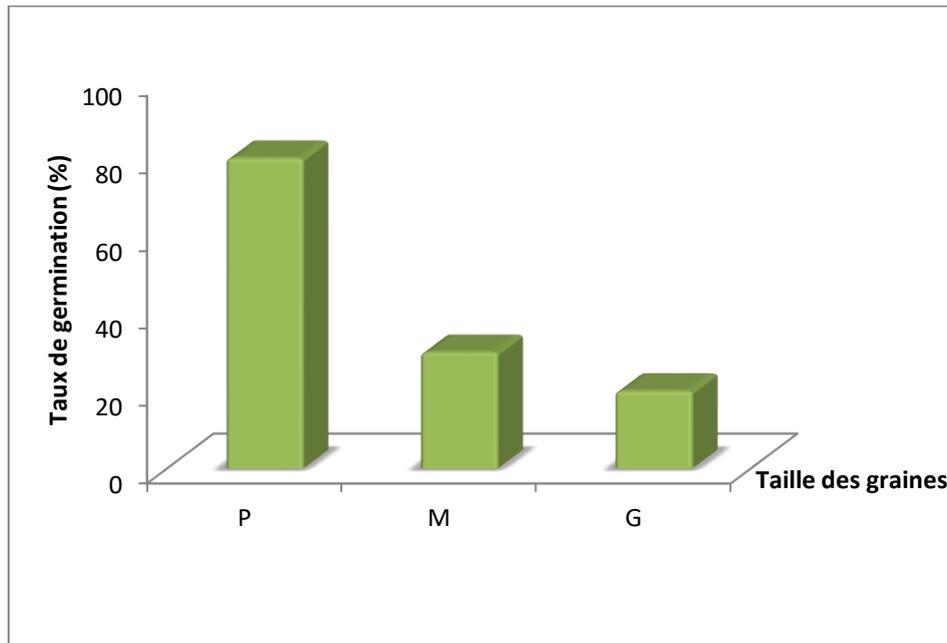


# **Chapitre IV :** **Résultats et discussion**

Les résultats de germination préliminaire et des traitements physiques et chimiques appliqués sur les graines d'*Atriplex canescens* sont présentés et interprétés dans ce chapitre.

### 1) Test de germination préliminaire :

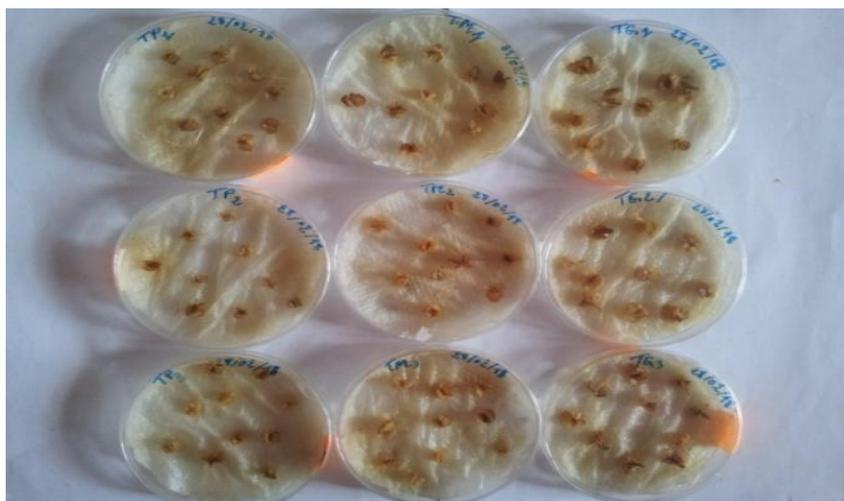
Les résultats du test préliminaire de la germination des graines d'*Atriplex canescens* sont présentés dans la figure ( 10 )



**Figure 10:** Taux de germination préliminaire des graines d'*Atriplex canescens*.

Ces résultats montrent que les graines d'*Atriplex canescens* de petite taille ont un pourcentage de germination très élevé atteignant 80% sans aucun traitement physique ou chimique. Le taux de germination des graines de taille moyenne et grande est très faible avec des pourcentages de l'ordre de 30% et 20% respectivement.

L'analyse statistique à l'aide du test de Fisher à  $\alpha=5\%$  montre l'effet significatif ( $P=0,0021$ ) de la taille des graines sur le taux de germination. Nous constatons une différence du taux de germination très significative entre les graines de taille petite et de taille moyenne ( $P=0,009$ ) d'une part, et entre les graines de taille petite et de taille grande ( $P=0,002$ ) d'autre part. Cette différence est non significative en les graines de taille moyenne et de taille grande ( $P=0,343$ ).



**Photo 09 :** Résultats de la germination préliminaire des graines d'*Atriplex canescens*

(Source : nous même le 20/03/ 2018)

A gauche (TP1, TP2, TP3) : Graines de taille petite.

Au milieu (TM1, TM2, TM3) : Graines de taille moyenne.

A droite (TG1, TG2, TG3) : Graines de taille grande.

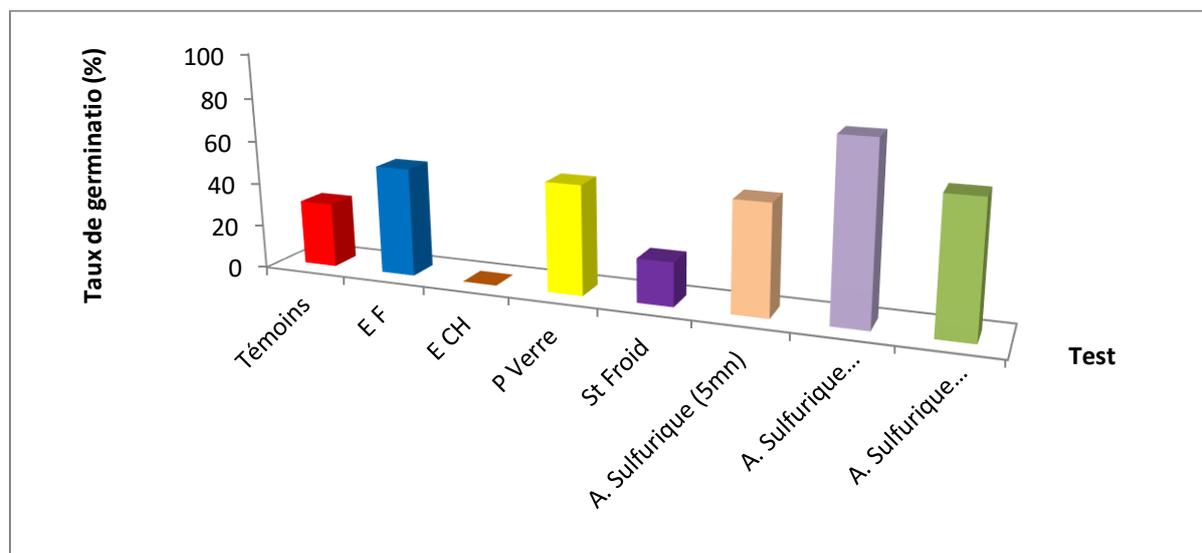
## 2) Traitements physiques et chimiques :

Ces traitements ne concernent que les graines qui ont un taux de germination inférieur à 50%, soit les graines de taille moyenne (30%) et grande (20%).

### 2-1) Graines de taille moyenne :

#### a) Taux de germination :

Les taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne après les traitements physiques et chimiques sont représentés par la figure (11)



**Figure 11:** Taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne.

D'après ces résultats, nous constatons que le taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne s'accroît après quelques traitements. Il passe de 30% (témoins) à un taux de 50% pour les traitements : eau froide, papier de verre et l'acide sulfurique pendant 5mn. Il atteint 80% et 60% après traitement avec l'acide sulfurique pendant 10 mn et 15mn respectivement.

Le test de Fisher à  $\alpha=5\%$  (Tableau 02) montre un effet significatif ( $P=0,0025$ ) de la scarification avec l'acide sulfurique pendant 10 min. sur le taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne. L'effet des autres traitements reste non significatif.



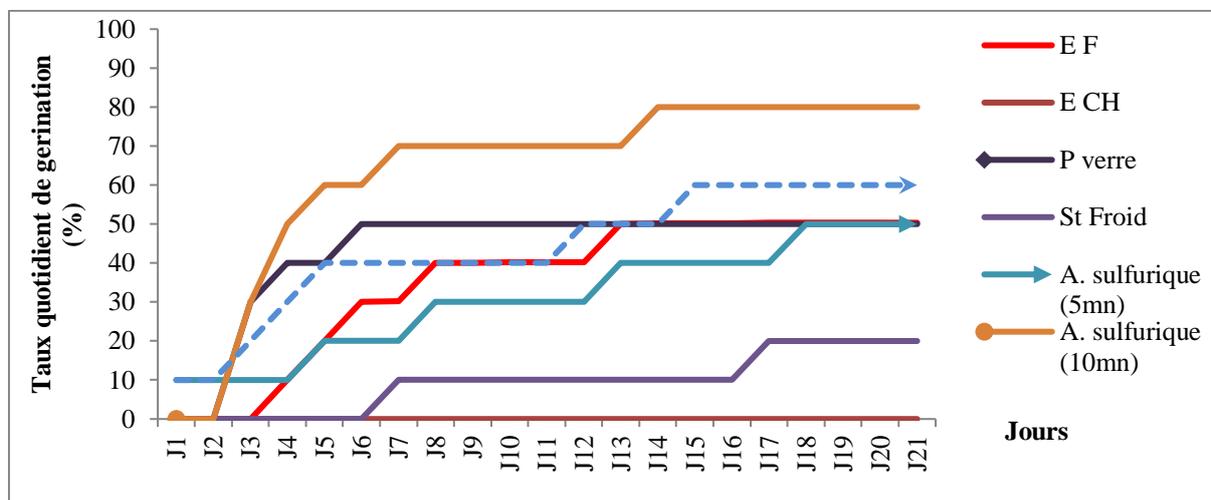
**Photo 10 :** Graines de taille moyenne traitées avec l'acide sulfurique (98%) pendant 10 min.

**Tableau 02 :** Test de Fisher (effet traitements/germination des graines de taille moyenne)

	P-value	Observation
Témoin-Eau froide	0,474	Non significative
Témoin-Eau chaude	0,322	Non significative
Témoin-Papier de verre	0,647	Non significative
Témoin-Stratification au froid	0,983	Non significative
Témoin-A. sulfurique (5min.)	0,809	Non significative
Témoin-A. sulfurique (10min.)	<b>0,025</b>	<b>Significative</b>
Témoin-A. sulfurique (15min.)	0,206	Non significative

### b) Cinétique de germination :

Les taux de germination quotidien des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne sont illustrés par la figure (12)



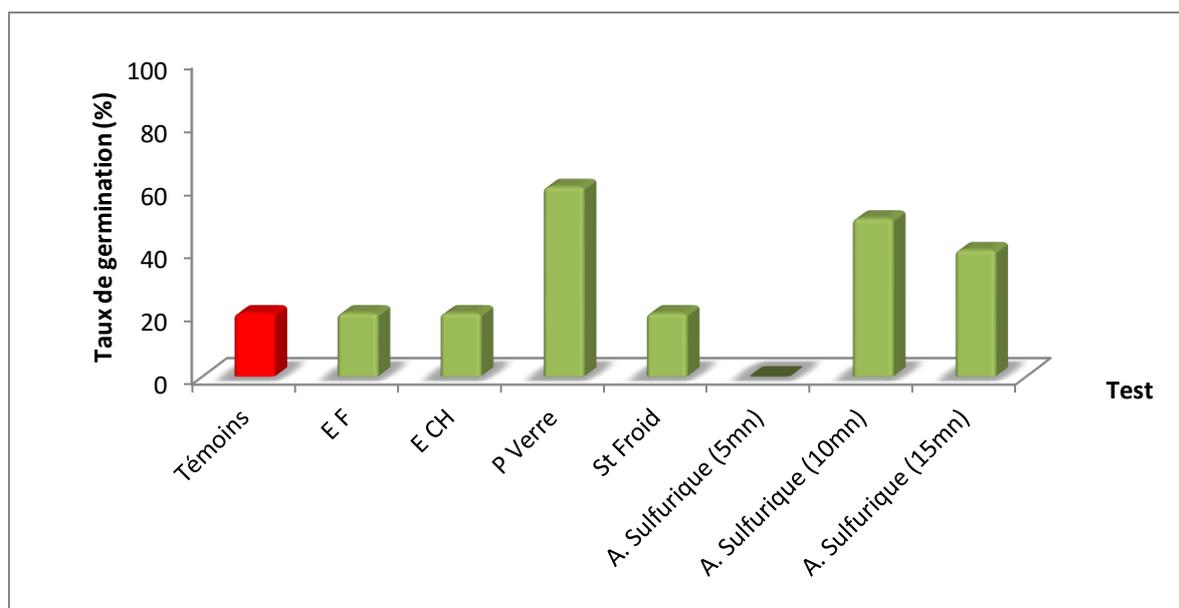
**Figure 12:** Cinétique de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne

D'après ces résultats, nous constatons que la germination des graines d'*Atriplex canescens* débute le premier jour pour l'ensemble des traitements et elle augmente à un maximum de 20% pour le traitement avec de l'eau chaude et la stratification au froid, alors qu'elle dépasse 50% pour les autres traitements. Notant que ce dernier pourcentage (50%) est enregistré au bout de quatre jours pour le traitement des graines avec de l'acide sulfurique pendant 10mn et six jours pour le traitement avec le papier de verre. La germination de la moitié des graines semis prend entre douze et vingt-un jours pour les traitements avec de l'eau froide et l'acide sulfurique pendant 5min et 15min. Le meilleur taux de germination (soit 80%) est obtenu après quatorze jours de la date de semis pour les graines traitées avec de l'acide sulfurique pendant 10 min.

### 2-2) Graines de taille grande :

#### a) Taux de germination :

Les taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille grande après les traitements physiques et chimiques sont représentés par la figure (13)



**Figure 13 :** Taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille grande.

Selon ces résultats, nous remarquons que le taux de germination s'améliore pour trois types de traitement. Il augmente de 20% (témoins) à 40% et 50% respectivement pour le traitement avec de l'acide sulfurique pendant 15 min. et 10 min., pour atteindre le maximum de 60% pour le traitement avec le papier de verre.



**Photo 11 :** Graines de taille grande traitées avec le papier de verre

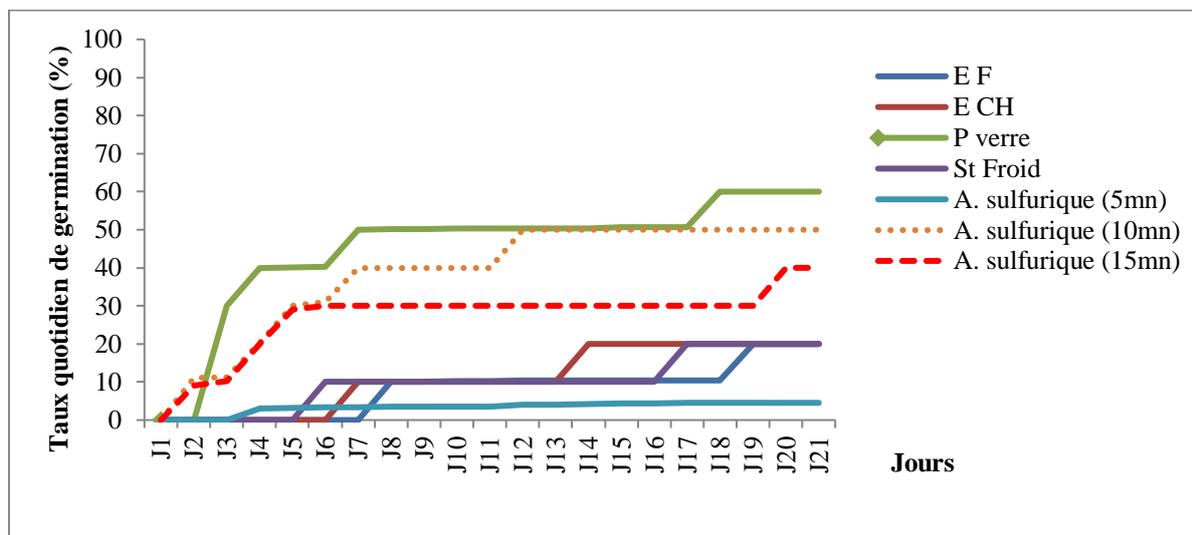
D'après le test de Fisher à  $\alpha=5\%$ , nous remarquons un effet très significatif ( $P=0,009$ ) sur le taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille grande traitées avec l'acide sulfurique pendant 10 min. D'autre part, la scarification de ces graines avec le papier de verre exerce un effet hautement significatif ( $P=0,0001$ ) sur leur taux de germination.

Tableau 03 : Test de Fisher (effet traitements/germination des graines de taille grande)

	P-value	Observation
Témoin-Eau froide	0,999	Non significative
Témoin-Eau chaude	0,999	Non significative
Témoin-Papier de verre	0,0001***	<b>Hautement significative</b>
Témoin-Stratification au froid	0,999	Non significative
Témoin-A. sulfurique (5mn)	0,796	Non significative
Témoin-A. sulfurique (10mn)	0,001**	<b>Très Significative</b>
Témoin-A. sulfurique (15mn)	0,046*	<b>Significative</b>

b) Cinétique de la germination :

Les taux de germination quotidienne des graines d'*Atriplex canescens* de taille grande sont illustrés par la figure (14)

Figure 14 : cinétique de la germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille grande.

Selon les résultats obtenus, nous remarquons que les graines d'*Atriplex canescens* commencent à germer dès le premier jour. Cette germination augmente dans les jours suivants mais elle reste inférieure à 20% pour les différents types de traitement à l'exception des graines traitées par scarification avec le papier de verre et l'acide sulfurique pendant 10mn. Pour ces deux derniers traitements, le taux de germination est de 30% à partir du troisième et cinquième jour respectivement. Il est de l'ordre de 50% dès le septième et le douzième jour respectivement. Le taux de germination maximal (soit 60%) est enregistré au bout de dix-huit jours pour les graines traitées par scarification avec le papier de verre.

### 3) Discussion :

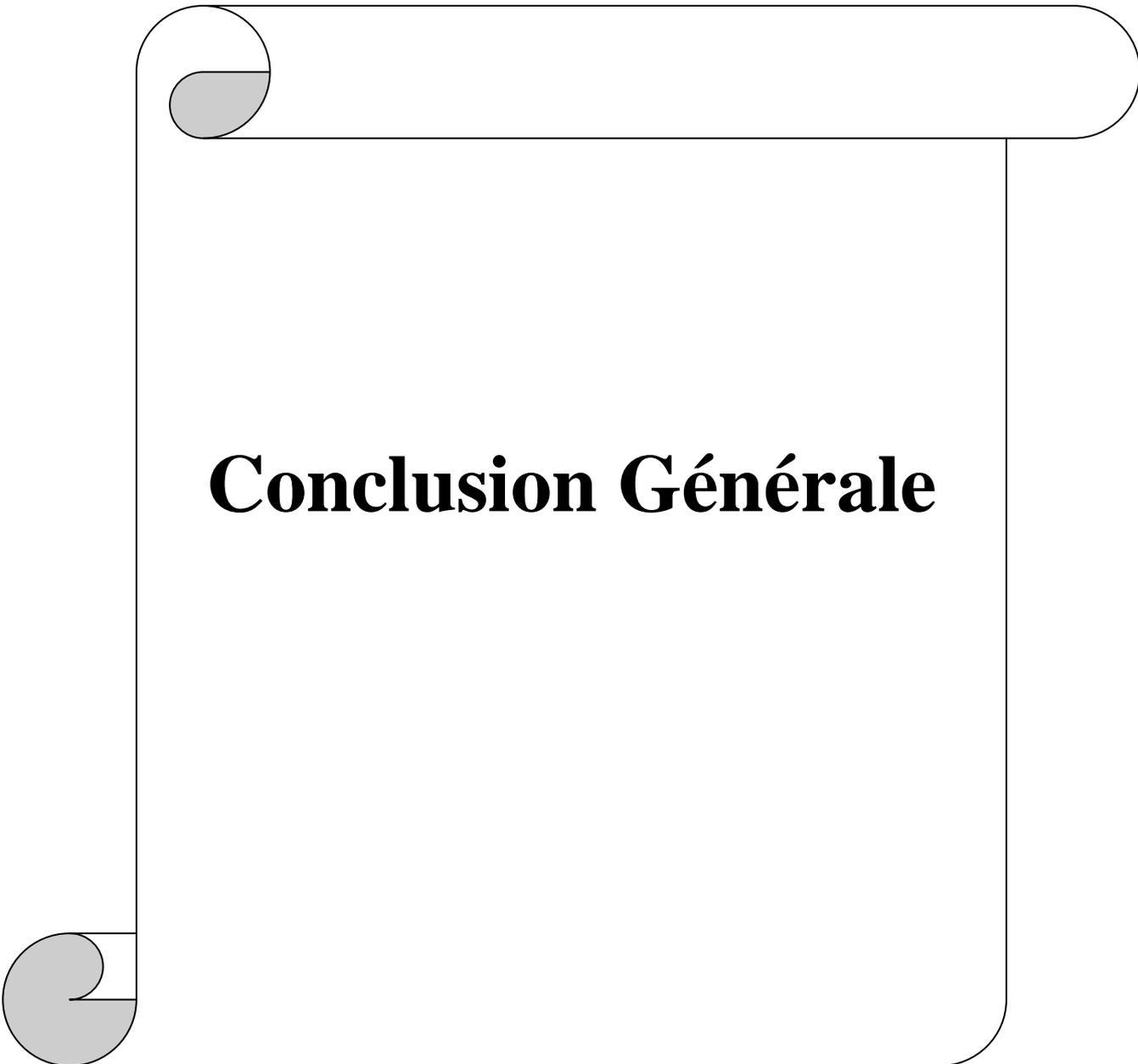
Cette étude a été entreprise pour étudier le comportement germinatif des graines d'*Atriplex canescens* et d'augmenter leur taux de germination en cas d'inhibition tégumentaire par les tests physiques et chimiques les plus connus.

Les résultats du test de germination préliminaire montrent une différence du taux de germination selon la taille des graines qui peuvent être séparées en trois catégories : petites (0,3 à 0,5 cm), moyennes (0,5 à 0,7 cm) et grandes (0,7 à 1,1 cm). Le test de Fisher à  $\alpha=5\%$  montre que cette taille exerce un effet significatif ( $P=0,0021$ ) sur les aptitudes de la germination des graines et confirme qu'elle s'ajoute à d'autres facteurs de dormance résultants des conditions de formation et de maturation des graines sur la plante-mère (conditions génétiques et environnementales) (**Chadoeuf-Hannel 1985**). En effet, le taux de germination élevé (80%) des graines de taille petite sans aucun traitement peut être justifié par la fragilité de leurs téguments permettant l'absorption facile de l'eau et de l'oxygène nécessaires à la germination. Toutefois, les faibles taux de germination des graines de taille moyenne (30%) et grande (20%) indiquent que ces deux catégories de graines présentent une dormance qui s'expliquerait par la dureté de leurs téguments inhibiteur de la germination (**CÔME, 1975 ; GUYOT, 1978**).

La levée de la dormance tégumentaire des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne et grande a été envisagée par des traitements physiques et chimiques très utilisés (**Wahbi et al., 2010 ; Yakoubi, 2014**) à savoir : trempage dans l'eau froide, dans l'eau chaude (à 100°C), la stratification au froid, la scarification avec le papier de verre et avec de l'acide sulfurique pendant 5min., 10min. et 15min.

Les résultats de ces expérimentations montrent, d'une part, une légère amélioration du taux de germination des graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne et grande qui varie entre 40% et 50% après traitement de ces graines avec l'eau froide et l'acide sulfurique pendant 5min. et 15min. comparativement aux graines témoins dont le taux de germination ne dépassent pas 30%, mais selon le test de Fisher à  $\alpha=5\%$ , cette amélioration n'est pas significative ( $0,999>P>0,046$ ). Cependant, des taux de germination plus élevés sont obtenus après traitement des graines de taille moyenne avec de l'acide sulfurique pendant 10min. (un taux de 80%) et celles de taille grande avec le papier de verre (un taux de 60%). Le test de Fisher à  $\alpha=5\%$  indique l'effet significatif ( $0,025>P>0,0001$ ) de ces deux traitements sur l'amélioration du taux de germination des graines.

D'autre part, le traitement avec le papier de verre et l'acide sulfurique ont un impact positif sur la cinétique de la germination des graines. Nous constatons que la germination de la moitié des graines (50%) est obtenue dès le quatrième jour pour les graines de taille moyenne traitées avec l'acide sulfurique pendant 10min. Pour le traitement avec le papier de verre, le taux de 50% est enregistré dès le sixième jour pour les graines de taille moyenne et le septième jour pour les graines de taille grande. Le taux de germination maximal (80% et 60%) de ces deux catégories de graines est atteint respectivement après 14 jours et 18 jours de la date de semis.



# **Conclusion Générale**

### **Conclusion générale :**

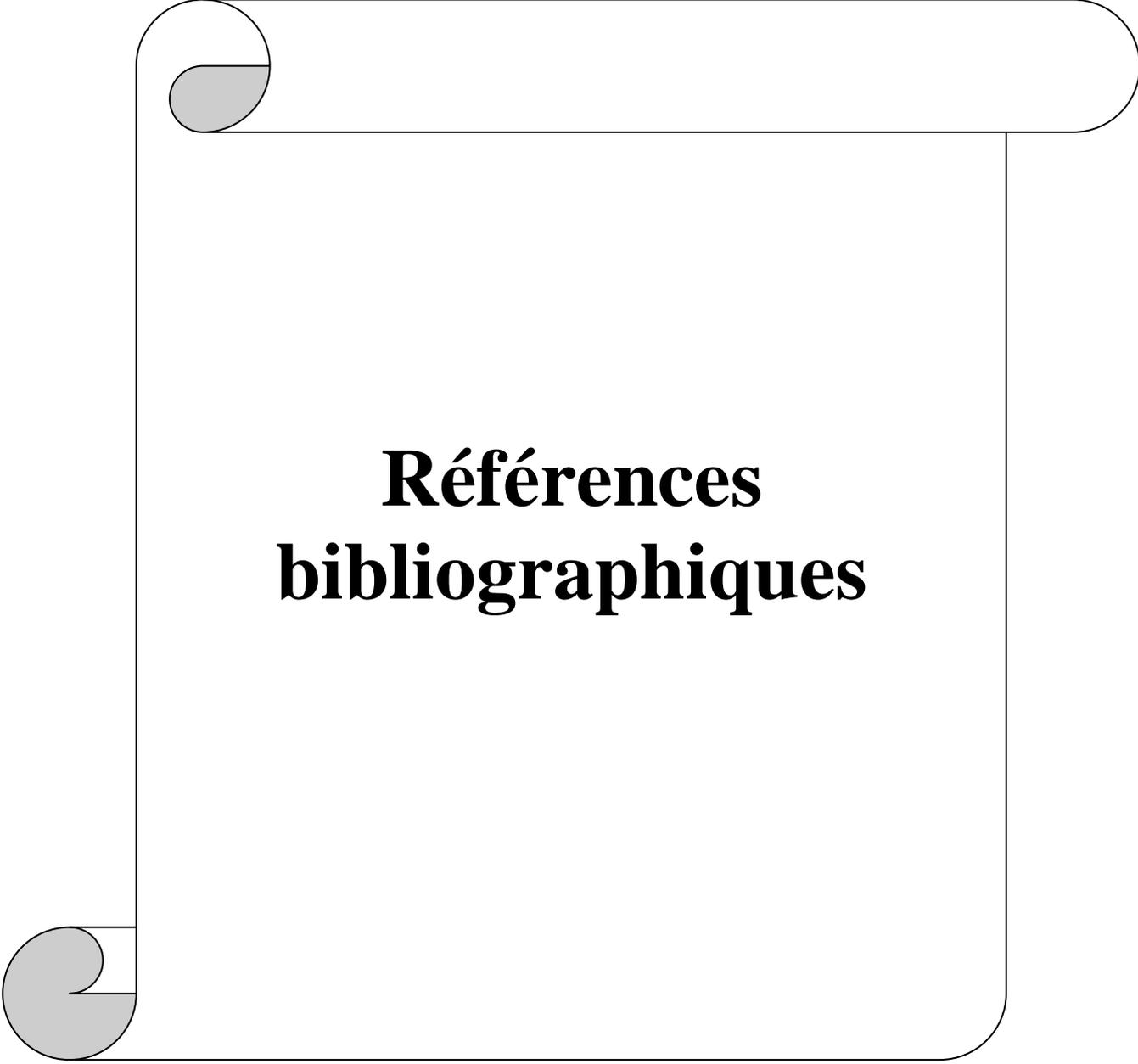
L'inhibition tégumentaire joue un rôle écologique important pour les espèces végétales. Elle évite aux semences de donner naissance, dès leur dissémination, à des plantules susceptibles d'être détruites par des conditions climatiques défavorables à leur croissance. Toutefois, cette dormance tégumentaire peut compromettre le déclenchement de la germination au moment opportun, c'est-à-dire lors de l'installation de conditions favorables, si les téguments de la graines sont totalement imperméables ou pas suffisamment perméables à l'eau et à l'oxygène (Côme, 1970).

Dans ce contexte, cette étude a été entreprise pour évaluer les aptitudes germinatives des graines d'*Atriplex canescens* et lever la dormance des graines dormantes. Les tests de germination préliminaire montrent que les graines d'*Atriplex canescens* de taille petite (0,3 à 0,5 cm) présentent une capacité de germination élevée (80%) qui s'expliquerait par la fragilité de téguments et leur perméabilité à l'eau et à l'oxygène sans aucun traitement préalable. Or, les graines d'*Atriplex canescens* de taille moyenne (0,5 à 0,7 cm) et grande (0,7 à 1,1 cm) présentent une dormance tégumentaire à l'origine de leur capacité de germination naturelle très faible (30% et 20% respectivement).

Les résultats des traitements physiques et chimiques employées pour lever cette inhibition tégumentaire montrent l'efficacité de deux traitements :

- **La scarification avec le papier de verre** qui entraîne un raffinement du tégument et permet l'imbibition rapide de la graine et l'entrée d'eau dans les réserves ce qui déclenche la germination par la suite. Cependant, cette scarification manuelle est inadaptée à une grande échelle (en pépinière).

- **La scarification avec l'acide sulfurique pendant 10 min.** qui semble le traitement le plus efficace et pratique pour la levée de cette dormance tégumentaire. En effet, l'acide sulfurique étant un puissant déshydratant provoque des fissures dans les téguments en permettant une meilleure imbibition de la graine, ainsi, la germination est accélérée. D'autre part, la scarification avec l'acide sulfurique peut être effectuée avec un équipement simple et à un coût peu élevé. Le principal inconvénient est le danger pour le personnel dans l'emploi de l'acide d'où la nécessité d'imposer des précautions de sécurité rigoureuses (JAOUADI, et al. 2004).



# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques :**

- 1) **AMMARI S., 2011-** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p
- 2) **Abbad A, Cherkoui M, Wahid N., El Hadrami A, et Benchaabane A, 2004(b)** variabilités phénotypique et génétique de trois population naturelles d'*Atriplex halimus* (L) compte rendus biologie .Vol 327 , Issue 4 371-380
- 3) **Abd El Raheim M., D., Saleh Ibrahim, A., Gamal A. E.H., S., Asmaa M., R.,** Secondary métabolites and antifertility potential of *Atriplex farinosa* Forssk., *Phytopharmacology*. 2012. p16-25.
- 4) **BABA SIDI KASSI S., 2010** – Effet du stress salin sur quelques paramètres phénologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'*Atriplex* en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 95p
- 5) **BENAHMED H., ZID E., EL GAZZAH M., et GRIGNON C., 1996** -croissance et accumulation ionique chez l'*Atriplex halimus* L. *Cahiers Agricul* 5, pp 367-372.
- 6) **BENREBIHA – F Z, 1987**– Contribution l'étude de la germination de quelques Espèces d'*Atriplex* locales et introduites, thèse de magister en science agronomique. Ed institut national agronomique (I.N.A) EL Harrach Algérie, 119 p.
- 7) **Barrow J R et Osunda P 2002** phosphorus solubilization and updaters by dark septate fungi in fourwing saltbush, *Atriplex canescens* (pursh) *Nutt journal of Arid Environent*. 51 :449-459
- 8) **Benabid A., 2000-** Flore et écosystème du Maroc évaluation et préservation de la biodiversité. ss Press. 359p
- 9) **Bellakhdar J ,1997** la pharmacopée marocaine traditionnelle : médecine arabe ancienne populaire .l'bis Press, 764 p [http www metafio be view country ?cc=MA §cat=V](http://www.metafio.be/view/country/?cc=MA&cat=V)
- 10) **Ben Ahmed H, Zid E, El Gozzoz M, et Grigon C, 1996** croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus* (cahier agriculture) [http www auperf-org ref agr.5.96.canumero. Prelude /](http://www.auperf-org/ref agr.5.96.canumero.Prelude/) [http www metafio be view country ?cc=MA §cat=V](http://www.metafio.be/view/country/?cc=MA&cat=V)
- 11) **BERTHOMIU P., GASSEDELBART, FOURCROY A., LEVIGNERON.et NSYT.G., 1995-** Les plantes face au stress salin –Cahier Agriculture 4- pp.263-273
- 12) **BINET P. et BRCNEL J.P., 1968:** Physiologie végétale. Edition Doin, pp. 911-969.
- 13) **BEWLEY, J., (1997)** - Seed germination and dormancy. *Plant cell* 9, 1055-1066

- 14) **BENSAID - S, 1985-** Contribution à la connaissance des espèces arbore - escentes, germination et croissance d'*Acacia radians*, thèse de magister. Ed institut national agronomique (I.N.A) EL Harrach Algérie, 70 p.
- 15) **BINET - P, BOUCAUD - J, 1968-** Dormance levée de dormance et aptitude à germer en milieu salées dans le genre *Sueda-forsk*. Ed Bull, physiologie végétale
- 16) **BEADEL – N,C,W, 1952-** Studies in halophytes, in the germination of seed and establishment of the seed lings of five species of *Atriplex* in Australia
- 17) **BINET P. et BRUNEL J.P., 1968:** Physiologie végétale. Edition Doin , pp. 911-969
- 18) **Baskin, C.C., and J.M. Baskin. 1998.** Seeds : Ecology, Biogeography, and Evolution of dormancy and Germination. Pages 1-666. Academic Press. San Diego. CA. USA
- 19) **BOUABDELLH – EL H, 1985-** Les *Atriplex* dans la région de Zahrez ( hautes plaines steppiques sud – algéroises) approche phytosociologique DEA, écologie, 50 p.
- 20) **CÔME. D and CORBINEAU. F, (1998)-** Semences et germination. *In* "Croissance et développement. Physiologies végétal II", pp. 185-313. Hermann, Paris
- 21) **Chalandre, M. C. (2000)** Sous-classe des *.Caryophyllidées*. *Éléments de Botanique. Biologie et recherche.* 15 p
- 22) **Côme D., 1970-** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Ed. Masson et Cie (Paris), 162p.
- 23) **Côme, D., 1975-** Rôle de l'eau, de l'oxygène et de la température dans la germination. p (27-29).
- 24) **CHAUSSAT – R, LEDEUNFF – Y, 1975-** la germination des semences . Ed Bordas, paris, 232 p.
- 25) **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.
- 26) **CÔME. D. ,1993.** Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences, C.R.Acad .Agric .Fr. 79,n°2
- 27) **CÔME D.1968.** problèmes de terminologie posés par la germination et ses obstacles .Bulletin Société Française Physiologie Végétale .14(1) :3-9

- 28) Dutuit, P. (1999)** Étude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* pour le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants à des conditions extrêmes du milieu et constitution de clones. Agriculture tropicale et subtropicale, troisième programme STD, 1992-1995. Summary reports of European Commission supported STD-3 projects, publié par CTA 1999, pp 137-141.
- 29) DEYSSON G., 1967-** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur. Paris, 335p.
- 30) Deymie, 1984:** Factors affecting germination such as dormancy of germination capacity are basic quality traits.
- 31) DOMINIQUE - S, 2007-** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed collection sciences et techniques agricole Pais, 304 p
- 32) DE LA MENSBRUGE G., 1966:** La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte D'Ivoire. Publication N° 26 du C.T.F.T., 389 p.
- 33) D.P.A.T., 2011 :** La direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire Saida (Annuaire des statistiques de la wilaya de Saida).
- 34) F.A.O –** Définition of soil units for the soil map of the world.
- 35) FRANCKET A. et LEHOUREOU H.A., 1971 –** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique de Nord. Rome Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). P271.
- 36) Franklet, A., LE Houerou, H.N., 1971.-** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Rapport technique n°07. PNUDTTUN 11 *Doct. F.A.O. Rome 1971. p 249 et p 189*
- 37) FOURRCROY - P, CASSE D F, 1995-** Les plantes face au stress salin. Ed Cahiers agricultures 4, p (263, 273).
- 38) FROMENT D., 1972 -** Etablissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie centrale. p 590-600.
- 39) F, KHALI 1991-** Contribution à l'étude d'une halophytes *Atriplex halimus* L cas de périmètre d'El-Massrane (Djelfa), thèse de magistère. Ed INA El-Harrach, Alger, 65 p
- .40) GUYOT L., 1978 :** La biologie végétale. 4ème édition. Collection "que sais-je ". Presses Universitaires de France, 127 p.
- 41) GOUGUE – A, 2005-** Impact de la salinité sur la germination et la croissance des Halophytes, mémoire de d'ingénieur en agronomie pastorale. Ed université de Djelfa, 75 p.

- 42). Guignard J.L et Dupont F., 2004** –Botanique :Systématique Moléculaire, 284.13 EME ED.Masson editeur,Paris.P284.
- 43) GUITTONNEAU – G G, HUON - A ,1983-** Connaître et reconnaître la flore et la Végétation méditerranéennes. Ed Ouest France, 331 p.
- 44) HAMIDI - M, 2000-** Contribution à l'étude de l'impact des plantations d'*Atriplex Canescens* sur la diversité biologique des écosystèmes steppiques dans la région du Zahrez (Zaâfrane), thèse d'ingénieur, 100 p.
- 47) HAMDY A., LIETH H., MEZHER Z., 1999** – Halophyte performanance under. High. Salinity levelsian overviewwsaline irrigation halophyte production and utilization Roject N'IG.18.CT.96 .ou 55 pp 20-58  
Serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles .p144-465
- 46) HAMDY – A, 2002-** A review paper on soil salinity, crop salt, response and crop salt tolerance mechanisms, advances in soil salinity and drainage management to save,Water and water and protect the environment. Ed minister agriculture, Alger, p (4, 72).
- 47) HOPKINS.W.G. ,2003-**physiologie végétale .traduction de la 2éme édition américaine par serge .R .Ed .de Boeck ,p.66.81
- 48) HOPKIN W.G., 2003** – Physiologie végétale – traduction de la 2ed.américane par serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles .p144- 465
- 49)HELLER R, ESNAULT R et LANCE C., 1998** - physiologie végétale. 1. Nutrition .6<sup>e</sup> Ed. DUNOD, Paris.171p.
- 50)HENNI M., 2009** : Impact de l'introduction du genre *Atriplex* sur la biodiversité végétale de la région steppique de la wilaya de SAIDA (Algérie occidentale). Mémoire magister. Université Djillali Liabes – SBA. 85 p.
- 51)HENNI M. et MEHDADI Z., 2012** - Évaluation préliminaire des caractéristiques édaphiques et floristiques des steppes à armoise blanche dégradées réhabilitées par la plantation d'*Atriplex* dans la région de Saïda (Algérie occidentale). Acta Botnica Galica Vol. 159, No. 1, pp : 43–52.
- 52) JEAM P ., CATMRINE T., GIUES L., 1998** - Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p

- 53) Jaouadi w., Hamrouni L., Souayeh N., Larbi Khouja M. 2010. étude de la germination des graines d'Acacia tortilis sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(4) : 643 -652
- 54) JUDD W. S.; CAMPBELL C. S.; KELLOGG. E A. et STEVENS P., 2002 – Botanique Systématique : une perspective phylogénétique. De Boeck Université s.a, 1<sup>ère</sup> édition, Paris, 401p.
- 55) KINET JM., BENREBIHA FZ., BOUZID S., LAILHACAR S., et DUTUIT P; 1998 -réseau *Atriplex*. Allier biotechnologie et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-aride. Cahier agricultures, Vol. 7, N°6, pp 505-509.
- 56) KINET J.M., LEDENT J.F., LUTTS S., MARTINEZ J.P., RAJJI M., 2003 – Effet of water ou growth Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> accumulation and water use efficiency in relation to osmotic
- 57) LE HOUEROU – H N, 1969- Principales méthodes et technique d'amélioration pastoral et fourragère en Tunisie. Ed F.A.O, Rome.
- 58) LE.HOUEROU – H N, PANTANIER - R, 1987- Les plantations sylvopastorales en Tunisie aride. Ed Note technique de MAB 18 UNISCO, 81 P
- 59) LEHOUEROU – H N ,1985- La végétation des steppes algériennes rapport de mission de consultation et d'évaluation, 45 p
- 60) Le Houérou H. N., 1992 - *The rôle of saltbushes (Atriplex spp.) in arid land Rehabilitation in the: Osmond C.B., Bjorkman O., et Anderson D.J., 1980 - physiological process in plant ecology. Toward a semi arid lands. Ed. Academic press. INC, New York (U.S.A), pp: 601-642*
- 61) LEVIGNE RON – A, LOPEZ – F, VANSYTE – G, BERTHOMIEU – P, FOURRCROY - P, CASSE D F, 1995- Les plantes face au stress salin. Ed Cahiers agricultures4,p(263,273)
- 62) Maalem, S. (2002) Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté. Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p
- 63) MEYER - S, REEB - C, BOSDEVEIX - R, 2004– Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed Moline, Paris, 461p.
- 64) MICHEL - V, 1997- La production végétale, les composantes de la production. Ed Danger, Paris, 478 p.

- 65) **MAZLIAK - P, 1982-** Physiologie végétale, croissance et développement tome III. Ed Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420 p.
- 66) . **MAZLIAK - P, 1998-** Physiologie végétale II, croissance et développement. Ed Hermann éditeurs des science et des arts, collection méthode, Paris, 575 p
- 67) **Mesbah A., 1998-**Étude de l'hétérogénéité de la croissance de l'*Atriplex halimus* L. et de sa résistance aux métaux lourds (Sb, Pb et Cu). Mémoire d'ingénieur d'état en pathologie des écosystèmes, Université de Constantine. Algérie 75p.
- 68) **McARTHUR E D, STEVENS R and BLAUER A,C 1983-**Growth performance comparisons among 18 accessions of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) at two sites in central Utah Journal of range Management .36 78-81
- 69) **McF ARIAND ML ,UECKERT D N HARTMANN S,HONS FM 1990-**Transplanting shrubs for revegetation of salt –affected soils .landscape and Urban planning .19 377-381
- 70)- **Mulas, M. (2004)** Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004. 91p
- 71) **Mulas M., et Mulas G., 2004-** *Potentialités d'utilisation stratégique des plantes Des genres Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. SMAP. 112P*
- 72) **OUDAH – Y, 1982-** Contribution a l'études des principales essences d'intérêt fourrager des régions semi – arides et arides d'Algérie, thèse d'ingénieur en agronomie INA El-Harrach, 99 p.
- 73). **POUGET - M, 1980-** Les relations sol végétation dans les steppes algéroise, thèse doctorat, université six Marseille Chap. ORSTOM VOL (3-4), Paris, 555 p.
- 74) **Pourrat, Y. et Dutuit, P. (1994)** Étude précoce des effets morphologiques et physiologiques du rapport sodium/calcium in vitro sur une population d'*Atriplex halimus*. John Libbey Eurotext. Paris, pp. 283-295
- 75) **Quezel, P. (2000)** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Editions Ibis Press, Paris, 117 p.
- 76) **Quezel et Santa ,1962 ,** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 1 et 2., CNRS, 1962-1963, p 1170 -3989limus. John Libbey Eurotext. Paris, pp. 283-295

- 77) **Rosas, M.R. (1989)** El genero *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.* Vol. 46, n° 1-2, pp. 3-82.
- 78) **Souayah, N., Khouja, M.L., Rejeb, M.N. et Bouzid, S. (1998)** Micropropagation d'un arbuste sylvo-pastoral, *Atriplex halimus* L. (*Chénopodiacées*) pp. 131-135
- 79) **SOME.N.A., 1991.** Etude des phénomènes germinatifs et des plantules de quelques essences locales de Mimosaceae. Mémoire de fin d'Etudes I.D.R. Option Eaux et forêts Université de Ouagadougou, 106 p.
- 80) **SARY H. et SOME L.M., 1987:** Comment choisir les prétraitements à appliquer aux semences forestières? Fiche technique M.E.T./C.N.S.F., 12 p
- 54) *Smaoui, 1972- Potential of halophytes as source of edible oil*
- 81) **WAHBI J, LAMIA H., NAOUFEL S., MOHAMED LK ., 2010-** Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques, 650p.
- 82) **Wahbi J, Lamia H., Naoufel S., Mohamed LK ., 2010-** Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques, 652p.
- 83) **-YAKOUBI FATIMA, 2014** – Réponse hormonale des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) sous stress salin. Mémoire de magister. Université Oran. 99 p.
- 84) **Youcefi M. 2011** - Étude de l'impact de l'hydro-halomorphie des sols sur la biogéographie des hydro-halophytes dans la cuvette de Ouargla. Thèse de Magister. Université Kasdi Merbah – Ouargla. 161p.
- 85). **ZID E. et BOUKHRISM, 1997** – Quelques aspects de tolérances de l'*Atriplex halimus* L, au chlorure de sodium. Multiplication, croissance, composition minérale. *Oecol. Plant.* 12(4), p 351-362