

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعيدة الدكتور مولاي الطاهر

Université de Saida-Dr MOULAY TAHAR



كلية العلوم

Faculté des Sciences

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

En : Ecologie et environnement

**Spécialité : Protection des écosystèmes**

Thème

## **Effets du stress hydrique et salin sur la germination des graines du (Genévrier de phénicie, caroubier, Genévrier d'oxycèdre)**

Présenté par :

▪ M<sup>lle</sup>. REBBOUD Maroua

Soutenu le : 26/06/2022.

Devant le jury composé de :

Président	M. BERROUKCHE Abdelkrim	Pr Université de Saida
Examinatrice	M <sup>me</sup> . LAKHDARI Mama	MAA Université de Saida
Encadreur	M. TERRAS Mohamed	Pr Université de Saida

**Année universitaire 2021/2022**

## Dédicaces

A l'aide d'**Allah**, le tout puissant, j'ai pu réaliser ce travail que j'ai le grand plaisir de dédier

### A mes très chers parents

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, je dédie mon travail à ma très chère **maman** respectueuse et magnifique que dieu bénisse son âme et qu'elle repose en paix.

A mon cher **papa**, Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie, sa patience, sa disponibilité.

A la meilleure **sœur** du monde, ma confidente, Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie. A mon adorable **frère**, pour son motivation de continuer et ne jamais baisser les bras. Je vous aime. Qu'Allah vous protège et vous accorde une longue vie et une bonne santé.

A mon cher oncle et frère **REBBOUD DJELLOUL**, Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras ; et pour ses précieux conseils.

A mes petits princesses et princes : Loujain, Rassim, Israa, Kater elnada, Manel, Amani, Nihad, Hajer, Abdeljabar, khair eldine .....

A ma **grand-mère**, mes chères **tantes**, a mes **oncles**, a mes chers **amies**, a tous mes **collèges de promotion**, à tous mes **proches**, même si je ne puis vous citer un à un, je ne vous oublie pas, a tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin, a toute la famille **REBBOUD**.

---

### Remerciements

Je remercie tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné le privilège, la chance d'étudier et de m'avoir donné la santé, la force, le courage et patience pour accomplir ce travail.

Je tiens à remercier très chaleureusement **Mr TERRAS Mohamed** qui m'a permis de bénéficier de leur encadrement.les conseils qu'il m'a prodigué, la patience, la disponibilité, la confiance qu'il m'a témoigné a été déterminante dans la réalisation de mon travail. Merci pour votre compréhension et votre grande gentillesse.

Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury qui nous ont fait le grand plaisir d'accepter d'examiner ce travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie **Mr BERROUKCHE Abdelkrim**, pour l'honneur qu'il m'à fait en acceptant de présider le jury.

Je remercie **Mme LAKHDARI Mama**, pour m'avoir honoré d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des techniciens et ingénieurs au niveau des laboratoires de département de biologie, en particulier **Mr Othman** pour leur aide et encouragements.

Je profite aussi pour remercier particulièrement tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation pendant mon cursus universitaire.

En fin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin à la réalisation de ce travail, je les remercie du fond du cœur.

---

### Liste des abréviations

**%** : pourcentage.

**°C**: degré Celsius.

**Cm** : centimètre.

**D E M** : Direction de l'environnement de Mostaganem.

**FAO** : Organisation Des Nations Unies pour L'alimentation et Agriculture.

**G%** : taux de germination finale.

**g/l** : gramme par litre.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**: l'acide sulfurique.

**Ha** : hectare

**IT** : indice de tolérance.

**J** : Juniperus.

**Kg** : Kilogramme.

**Km** : kilomètre.

**Mm**: millimètre.

**Na Cl** : chlorure de sodium.

**Peg-6000**: polyethylene glycol 6000.

**Ph**: Potentiald'hydrogène.

**Qx** : quintaux.

**Z I P**: zone importante pour les plantes.

---

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau01:</b> Classification botanique de " Juniperus Phoenicea" .....	14
<b>Tableau02:</b> Activités biologiques du Juniperus Phoenicea .....	20
<b>Tableau03:</b> Classification systématique de l'espèce Certonia Siliqua L .....	22
<b>Tableau04:</b> Production mondiale de caroube .....	33
<b>Tableau05:</b> Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube en Algérie, année 2011 .....	34
<b>Tableau06:</b> Valeur moyennes de la teneur en minéraux de la poudre de caroube .....	37
<b>Tableau07:</b> Valeur moyenne de la teneur en vitamines de la poudre de caroube .....	37
<b>Tableau08:</b> Valeur moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique de la poudre de caroube .....	38
<b>Tableau09:</b> Proportion d'usage de la gomme de caroube .....	40
<b>Tableau10:</b> Classification systématique de genévrier oxycèdre .....	42
<b>Tableau11:</b> Le prétraitement des graines de JUNIPERUS PHOENICEA par l'acide sulfurique à différentes durée de trempage .....	57
<b>Tableau12:</b> Les protocoles qui nous avons appliqué sur les graines de genévrier de phénicie .....	66
<b>Tableau13:</b> Résultats de la germination des graines de genévrier de phénicie .....	67
<b>Tableau14:</b> Les protocoles qui nous avons appliqué sur les graines du caroubier .....	69
<b>Tableau15:</b> Résultats de la germination des graines du CERATONA SILIQUA .....	70
<b>Tableau16:</b> Les protocoles qui nous avons appliqué sur les graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS .....	74
<b>Tableau17:</b> Résultats de la germination des graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS .....	74

---

**Liste des figures :**

<b>Figure01:</b> Carte de la situation de la wilaya de Mostaganem.....	5
<b>Figure02:</b> Carte de la situation géographique et limites de la wilaya de Mostaganem .....	5
<b>Figure03:</b> Carte de reconnaissance des sols d'Algérie Mostaganem .....	6
<b>Figure04:</b> Carte de la végétation de la wilaya de Mostaganem .....	7
<b>Figure05:</b> Carte du plan hydrographique de la wilaya de Mostaganem (les oueds) .....	9
<b>Figure06:</b> Morphologie des appareils reproducteurs male et femelle de <i>Juniperus phoenicea</i> .....	12
<b>Figure07:</b> La partie aérienne de la plante <i>Juniperus phoenicea</i> .....	15
<b>Figure08:</b> Tige de <i>Juniperus phoenicea</i> .....	16
<b>Figure09:</b> Feuilles en écailles de <i>J.phoenicea</i> (loupe x20) .....	16
<b>Figure10:</b> Localisation de <i>Juniperus pjoenicea</i> dans la région méditerranéenne .....	17
<b>Figure11:</b> Le caroubier ( <i>ceratonia siliqua</i> L) .....	21
<b>Figure12:</b> L'arbre du caroubier .....	23
<b>Figure13:</b> Système racinaire chez le caroubier .....	23
<b>Figure14:</b> Les feuilles du caroubier .....	24
<b>Figure15:</b> Inflorescence mâle du caroubier .....	25
<b>Figure16:</b> Inflorescence femelle du caroubier .....	25
<b>Figure17:</b> Fleur hermaphrodite du caroubier .....	26
<b>Figure18:</b> Inflorescence mâle de couleur rouge .....	26
<b>Figure19:</b> inflorescence mâle de couleur jaune .....	26
<b>Figure20:</b> Fruit du caroubier .....	27
<b>Figure21:</b> Graines du caroubier .....	28
<b>Figure22:</b> Coupe transversale d'une graine de caroube .....	28
<b>Figure23:</b> Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde .....	30
<b>Figure24:</b> Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques .....	30
<b>Figure25:</b> Diagramme de la production de la farine de caroube .....	39

---

<b>Figure26:</b> Juniperus oxycedrus .....	41
<b>Figure27:</b> Aires de répartition des genévriers en région méditerranéenne .....	44
<b>Figure28:</b> Feuille de Juniperus oxycedrus .....	44
<b>Figure29:</b> Rameaux de Juniperus oxycedrus .....	45
<b>Figure30:</b> Pied mâle .....	45
<b>Figure31:</b> pied femelle .....	45
<b>Figure32:</b> Baies de Juniperus oxycedrus .....	46
<b>Figure33:</b> Courbe théorique de la germination d'une semence .....	50
<b>Figure34:</b> Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences ....	51
<b>Figure35:</b> Les graines de JUNIPERUS PHOENICEA .....	56
<b>Figure36:</b> A-photo indique la germination de première graine. B-disposition les boites de pétri dans l'étuve. C-disposition des graines en boite de pétri .....	56
<b>Figure37:</b> photos indique la préparation de solutions saline (Na Cl) .....	57
<b>Figure38:</b> photos indique la préparation de solution de polyethylene glycol 6000 .....	58
<b>Figure39:</b> photos indique la stratification des graines .....	58
<b>Figure40:</b> A-photo indique les graines de CERATONIA SILIQUA. B-trempage dans l'eau chaude. C-les graines scarifiées des deux coté .....	59
<b>Figure41:</b> répartition des boites pétries dans l'étuve .....	60
<b>Figure42:</b> photo indique disposition des graines dans les boites pétris sous l'effet de stress salin (Na Cl) .....	60
<b>Figure43:</b> photo indique disposition des graines dans les boites pétries sous l'effet de stress hydrique .....	61
<b>Figure44:</b> Les graines de JUNIPERUS OXYCEDRUS .....	62
<b>Figure45:</b> disposition des graines dans la boite pétrie .....	63
<b>Figure46:</b> taux de germination en effet de différentes prétraitement (trempage à l'eau distillé pendant 24h ; 48h et la stratification au froid pendant 30 jours et 45 jours) .....	67

---

<b>Figure47:</b> taux de germination sous différentes condition de stress salin (Na Cl) et hydrique (PEG-6000) .....	68
<b>Figure48:</b> a-taux de germination en effet des différentes durées de trempage dans l'acide sulfurique. B-photo indique la germination des graines de genévrier de phénicie .....	68
<b>Figure49:</b> taux de germination en fonction de différentes températures .....	69
<b>Figure 50:</b> photo indique la germination des graines du caroubier .....	70
<b>Figure 51:</b> taux de germination en effet de trempage dans l'eau chaud (90°C) pendant 5 min, puis trempées a l'eau distillé pendant 24h .....	71
<b>Figure52:</b> taux de germination des graines du caroubier décortiqué en fonction des différentes températures .....	71
<b>Figure53:</b> taux de germination sous différentes condition de stress hydrique (PEG-6000) .....	72
<b>Figure54:</b> taux de germination sous différentes condition du stress salin (Na Cl) .....	73
<b>Figure55:</b> taux de germination du graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS en effet de trempage dans l'eau distillé pendant 24h ; 48h .....	74

---

### Résumé :

La sécheresse et la salinité sont les contraintes environnementales qui causent le plus de dommage aux productions agricoles. Cette dégradation du couvert végétal est surtout valable pour les zones arides et semi-arides où les changements climatiques deviennent de plus en plus contraignants pour la croissance et le développement des plantes.

Dans ce contexte nous avons tenté de comprendre les mécanismes de tolérance au stress chez 03 espèces (*Juniperus phoenicea*, *Ceratonia siliqua* L, *Juniperus oxycedrus*), demeure primordiale afin de pallier aux effets néfastes du stress et dévoiler les stratégies adaptatives mises en place par ces espèces. Une étude de la germination a été réalisée en présence de Na Cl et en présence de PEG-6000, en prenant en compte différentes variables représentatives de la réponse des espèces étudiées à ce stade.

Les résultats montrent que, en absence d'humidité suffisante ; la graine même si elle est correctement placée dans le sol, n'évolue pas, retardant ainsi la levée. En cas de persistance de la sécheresse, la situation peut se traduire par une absence de germination. Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences. D'une manière générale ; cela retarde la croissance de la plante.

**Mots clés :** la salinité ; Na Cl, PEG-6000, germination, tolérance, *Juniperus phoenicea*, *Ceratonia siliqua* L, *Juniperus oxycedrus*.

---

### Abstract:

Drought and salinity are the environmental constraints that cause the most damage to agricultural production. This degradation of plant cover is especially valid for arid and semi-arid areas where climate change is becoming more and more restrictive for growth and development of plants.

In this context we have tried to understand the mechanisms of stress tolerance in 03 species ( Phoenician Cedar, Carob , Juniperus oxycedrus), which remains essential in order to overcome the harmful effects of stress and reveal the adaptive strategies put in place by these species. . A germination study was carried out in the presence of Na Cl and in the presence of PEG-6000, taking into account different variables representative of the response of the species studied at this stage.

The results show that, in the absence of sufficient humidity; the seed even if it is correctly placed in the ground, does not evolve, thus delaying the emergence. If the drought persists, the situation can lead to a lack of germination. High salinity inhibits seed germination. In a general way; it stunts the growth of the plant

**Keywords:** salinity; Na Cl, PEG-6000, germination, tolerance, Phoenician Cedar, Carob, Juniperus oxycedrus.

---

### ملخص

من المعوقات البيئية الجفاف والملوحة التي تسبب أكبر قدر من الضرر للإنتاج الزراعي. ونجد هذا التدهور في الغطاء النباتي بشكل خاص في المناطق القاحلة وشبه القاحلة حيث أصبح تغير المناخ أكثر تقييداً لنمو النباتات وتطورها.

في هذا السياق ، حاولنا فهم آليات تحمل الإجهاد في 03 أنواع (العرعار الأحمر ، الخروب ، العرعار الشريبي) ، والتي تظل ضرورية للتغلب على الآثار الضارة للتوتر والكشف عن الاستراتيجيات التكيفية التي وضعتها هذه الأنواع. أجريت دراسة الإنبات بوجود كلوريد الصوديوم وبوجود البولي إيثيلين جلايكول 6000 مع مراعاة المتغيرات المختلفة الممثلة لاستجابة الأنواع المدروسة في هذه المرحلة.

تظهر النتائج أنه في حالة عدم وجود رطوبة كافية فان البذرة حتى لو وضعت بشكل صحيح في التربة ، فإنها لا تتطور، مما يؤخر ظهورها. إذا استمر الجفاف ، يمكن أن يؤدي الوضع إلى نقص الإنبات. كما أن الملوحة العالية تمنع إنبات البذور، بشكل عام يعيق نمو النبات.

**الكلمات المفتاحية:** الملوحة, كلوريد الصوديوم , البولي إيثيلين جلايكول 6000 ، الإنبات ، التحمل, العرعار الأحمر ، الخروب ، العرعار الشريبي.

Table des matières

<b>PARTIE I. INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
<b>PARTIE II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>4</b>
<b>Chapitre I : présentation de la zone d'étude</b> .....	<b>5</b>
1-présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites .....	5
2-Caractéristiques physiques et naturels .....	6
2-1-Climatologie de la région de Mostaganem .....	7
2-1-1-Température .....	7
2-1-2-Les vents .....	8
2-2-Géomorphologie .....	8
2-3-Réseau hydrographique .....	9
2-4-Hydrodynamisme .....	10
2-4-1-Les courants .....	10
2-4-2-Les houles .....	10
3-Paramètres biologiques .....	10
4-Cadre juridique .....	11
4-1-Stratégie nationale pour la production du littoral .....	11
<b>Chapitre II : présentation de l'espèce (JUNIPERUS PHOENICEA, CERATONIA SILIQUA L, JUNIPERUS OXYCEDRUS)</b> .....	<b>12</b>
<b>I-JUNIPERUS PHOENICEA</b> .....	<b>12</b>
1-Généralités sur le Genévrier de phénicie .....	12
2-Description du JUNIPERUS PHOENICEA .....	13
3-Noms vernaculaires .....	13
4-Taxonomie .....	13
5-Régénération .....	14
6-Phénologie .....	14

---

## Table des matières

---

7-Description botanique .....	14
a-Les fleurs .....	15
b-Le fruit .....	15
c-Les feuilles .....	15
d-Les graines .....	16
e-Branches .....	16
8-Distribution géographique .....	16
8-1-Aire de répartition de <i>Juniperus phoenicea</i> L .....	17
9-Exigences climatiques .....	18
10-Exigences édaphiques .....	18
11-Association du genévrier .....	18
12-Importance économique et écologique de l'espèce .....	19
13-Composition chimique .....	19
14-Phytothérapie .....	19
15-Les activités biologiques .....	20
16-Usages thérapeutiques de <i>JUNIPERUS PHOENICEA</i> .....	20
II-CERATONIA SILIQUA .....	21
1-Généralités sur le caroubier .....	21
2-Terminologie .....	21
3-Taxonomie .....	22
4-Classification systématique .....	22
5-Biologie des caroubes .....	22
5-1-Caractères généraux .....	22
5-2-Le système racinaires .....	23
5-3-Les organes aériens .....	23
a-Le tronc .....	23

---

## Table des matières

---

b-Branche .....	24
c-Les feuilles .....	24
d-La fleur .....	25
e-Le fruit .....	26
f-La graine .....	27
6-Ecologie .....	28
7-Origine du caroubier .....	28
8-Distribution géographique .....	29
9-La distribution en Algérie .....	30
9-1-Description de la zone géographique .....	31
9-1-1-Cadre topographique .....	31
9-1-2-Températures .....	31
9-1-3-Sol .....	31
9-1-4-Climat .....	32
9-1-5-Bioclimat .....	32
10-Production mondiale du caroubier .....	33
11-Production de caroubier en Algérie .....	34
12-Rendement .....	34
13-Exigences édaphoclimatiques .....	34
13-1-Climat .....	34
13-2-Sol .....	35
13-3-Eau .....	35
14-La multiplication du caroubier .....	35
15-Composition des caroubes .....	36
16-Processus de la farine de la caroube et utilisation .....	38
17-Utilisation dans le domaine agroalimentaire .....	39

---

III-JUNIPERUS OXYCEDRUS .....	41
1-Généralité sur le genévrier oxycède .....	41
2-Origine .....	42
3-Classification .....	42
4-Morphologie et phénologie .....	42
5-Ecologie du genévrier oxycède .....	43
5-1-Altitude .....	43
5-2-Caractères édaphiques .....	43
5-3-Caractères climatiques .....	43
6-Répartition .....	43
7-Appareil végétatif .....	44
a-Racine (multiplication) .....	44
b-Feuilles .....	44
c-Rameaux .....	45
d-Fleurs .....	45
e-Fruit .....	46
8-La multiplication du genévrier oxycède .....	46
9-Utilisation .....	46
<b>Chapitre III : Germination .....</b>	<b>48</b>
I-La graine et la germination .....	48
I-1-Définition de la graine .....	48
I-1-2-La dormance des graines .....	48
I-1-2-1-Type de dormance .....	48
I-2-Définition de la germination .....	49
I-2-1-Les types de germination .....	49
I-2-2-Les phases de la germination .....	49

---

I-2-2-1-Phase d'imbibition .....	49
I-2-2-2-Phase de germination stricto sensu .....	49
I-2-2-3-Phase de croissance .....	50
I-2-3-Morphologie et physiologie de la germination .....	50
I-2-3-1-Morphologie de la graine .....	50
I-2-3-2-Physiologie de la germination .....	50
I-2-4-Les facteurs de la germination .....	50
I-2-5-Conditions de la germination .....	51
I-2-5-1-Condition internes de la germination .....	51
I-2-5-2-Condition externes de la germination .....	51
I-2-5-2-1-Eau .....	51
I-2-5-2-2-Oxygène .....	52
I-2-5-2-3-Température .....	52
I-2-5-2-4-Lumière .....	52
I-2-6-Différents obstacles de la germination .....	52
I-2-6-1-Dormance embryonnaire .....	52
I-2-6-2-Inhibition tégumentaire .....	52
I-2-7-Technique utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination .....	53
I-2-7-1-Naturelles .....	53
I-2-7-2-Artificielles .....	53
I-2-7-2-1-Stratification .....	53
I-2-7-2-2-Froid .....	53
I-2-7-2-3-Lixiviation .....	53
I-2-7-2-4-Traitements oxydants .....	53
I-2-7-2-5-Scarification .....	53
<b>PARTIE III. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>55</b>

---

I-Matériel végétal .....	55
1-Objectif .....	55
2-Choix des espèces .....	53
3-Préparation des graines pour les tests de germination .....	53
II-Méthodes .....	64
a-Précocité de germination .....	64
b-Paramètre étudié .....	64
1-Délai de germination .....	64
2-Taux de germination .....	64
3-Taux quotidien de germination .....	64
4-Taux cumulé de germination .....	64
5-Vitesse de germination .....	64
6-Logiciel utilisé .....	64
<b>PARTIE IV. RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>66</b>
1-Effet des stress salin et hydrique sur la germination .....	66
1-1-Variation des taux de germination finale (G%) et indice de tolérance (IT) .....	66
2-Perspective .....	75
<b>PARTIE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>77</b>
<b>PARTIE VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>80</b>
<b>PARTIE VII. ANNEXES .....</b>	<b>90</b>

---

# **PARTIE I. INTRODUCTION**

---

### Introduction :

Les structure de la végétation et les paysage majeurs sur le pourtour méditerranéen, présent à partir d'un fond floristique progressivement constitue au moins depuis Miopliocene, représentent a l'heure actuelle la résultante a la fois des modifications climatique et écologique qui se sont succédées depuis environ douze millénaires mais aussi des facteurs locaux actuels. **QUEZEL(2000)**

La wilaya de Mostaganem est très touchée par le phénomène de littoralisation. **(D.E.M, 2011)**Dans la littérature, la région de Mostaganem est connue pour être riche en espèces végétales endémiques et rares. **(Quezel & Santa 1962-1963)**

De nombreux travaux sur la végétation du littoral oranais ont été réalisés. **(Alcaraz 1982; Aime 1991)**, mais ces auteurs se sont intéressés aux grands ensembles végétaux qui impriment aux paysages une physionomie particulière. Les travaux réalisés durant les années 1980 au niveau de la zone du littoral Mostaganemois avaient pour objectif l'étude de la relation sol-végétation ou climat-végétation. **(Belgat & Meziani 1984; Mederbal 1992)**

Le climat est saisonnier à l'étage bioclimatique allant du semi-aride au subhumide sur les hauteurs notamment Djebel Diss. La pluviométrie est irrégulière et varie entre 250 et 700 mm/An. La région « Est » est plus arrosée par rapport à la région « Ouest » (400 à 700 mm/An) sur les piémonts Nord du Dahra. **(D.E.M, 2011)**

L'aspect géomorphologique se traduit par la présence de falaises, plus ou moins élevées, soumises à l'érosion marine, participant ainsi à l'alimentation des plages limitrophes. Les processus marins, dont le plus influant est l'hydrodynamisme, qui accélère l'érosion dans les zones de forte concentration d'énergie marine et favorise l'accumulation dans les sites moins agités. **(D.E.M, 2011)**

La combinaison de divers facteurs (tectonique, lithologie, hydrodynamique) a engendré les principales formes et formations actuelles.

Chez les végétaux supérieurs, la graine assure la reproduction. C'est le plus souvent un organe de résistance capable d'attendre très longtemps, à l'état pratiquement inerte, les conditions qui lui permettront d'entrer en activité et de donner naissance à une jeune plante; ce passage de la vie ralentie à la vie active, constitue la germination. **(CHAUSSAT et al, 1975)**

Cependant, La germination est l'étape qui initie le développement de l'appareil végétatif lorsque les conditions climatiques le permettent. Notant que les conditions indispensables à la germination sont des conditions extérieurs concernant le milieu entouré de la graine (eau, oxygène, température) et conditions internes (l'état de la graine, dormance, maturation...etc.).La réunion de toutes ces conditions favorisent la germination. **(RICHARD et al, 2010)**

Lorsque les graines sont arrivées à maturité, elles sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, elles sont dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit le tégument on parle alors à l'inhibition tégumentaire, soit l'embryon, on parle alors de dormance embryonnaire. (SOLTNER et *al.*, 2001)

Dans ce contexte et à travers notre étude nous avons tenté de répondre aux objectifs suivants :

- Les différents aspects physiologiques de la germination
- Evaluer le comportement germinatif de 03 espèces (JUNIPERUS PHOENICEA, Ceratonia siliqua L, Juniperus oxycedrus.) soumis à un stress salin impose par le bais du Na Cl et un stress hydrique impose par l'utilisation du PEG-6000.

Ce mémoire est structuré en 05 grands chapitres qui sont devancés par une introduction :

- Le chapitre 01, représente une synthèse bibliographique mettant l'accent sur la présentation du littoral de la wilaya du Mostaganem et ainsi les caractéristiques physiques et naturelles.
- Le chapitre 02, est basée à une description détaillé du l'espèce (JUNIPERUS PHOENICEA, Ceratonia siliqua L, Juniperus oxycedrus).
- Le chapitre 03, est basé sur les différents aspects physiologiques des germinations.
- Le chapitre 04, englobe une description du matériel végétal et méthodes germinatives pour répondre aux objectifs fixés.
- Le chapitre 05, la description des résultats ainsi que leur discussion.

On finir notre travail par une conclusion et des perspective.

**PARTIE II. SYNTHÈSE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## Chapitre I: présentation de la zone d'étude

### 1-Présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites

La wilaya de Mostaganem est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara, à l'Est par la wilaya de Chélif et au Sud par la wilaya de Relizane. Elle se caractérise par un climat semi-aride en été et tempéré en hiver, avec une pluviométrie variante entre 350mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. (S.D.A.T, 2008 *in* DEM, com. Personnel, 2011)

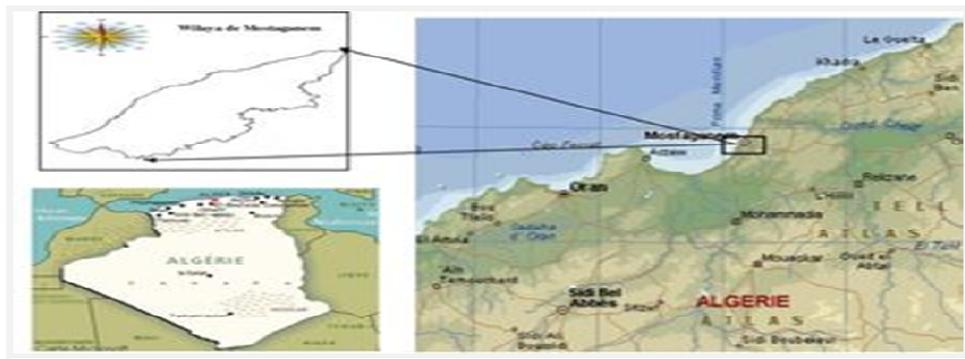


Figure 01: carte de la situation de la wilaya de Mostaganem.

Elle couvre une superficie de 2.269 Km<sup>2</sup> pour 746.500 Habitants. (R.G.P.H 2008 *in* DEM, com. Personnel, 2011) La wilaya de Mostaganem a une façade maritime s'étendant sur 124 Km environ de l'embouchure de la Mactaa à l'Ouest au Cap Nagraoua à l'Est avec une profondeur de cette zone littorale n'excédant pas 3 Km et qui compte une superficie approximative de 300 Km<sup>2</sup> (soit 13% de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem). (D.E.M, 2011)

Le plateau sous-marin est très vaste aussi bien en long et en large. Son relief sous-marin est formé de pentes douces avec des fonds sableux et argileux et par endroits isolés avec des fonds rocheux. Vu sa situation géographique dans la baie d'Arzew et sa proximité d'Oran, des ports de Bethioua, d'Arzew et de son pôle industriel, Mostaganem recèle beaucoup d'opportunités pour son essor économique. Elle constitue un débouché pour les wilayas telles que Relizane, Tiaret et Mascara. (KIES F, 2012)

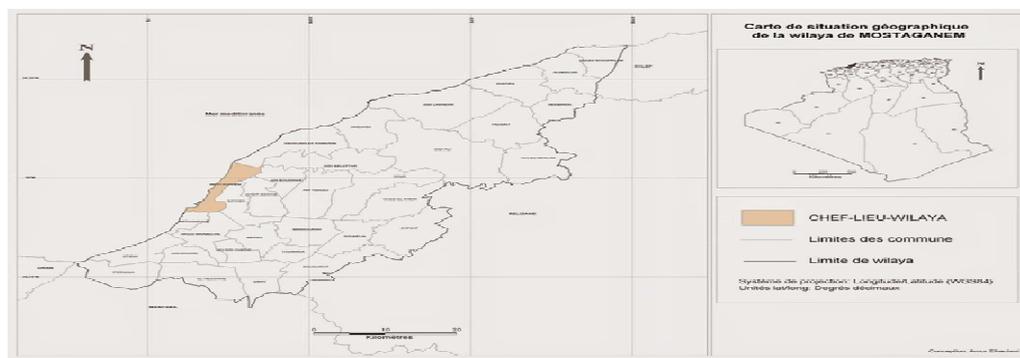


Figure02 : carte de la situation géographique et les limites de la wilaya de Mostaganem.

### 2. Caractéristiques physiques et naturels :

La superficie de la wilaya de Mostaganem est de 2.269 Km<sup>2</sup> pour un nombre d'habitants de 746.500 Habitants. (R.G.P.H., 2008 in DEM, com. Personnel, 2011) La wilaya de Mostaganem est très touchée par le phénomène de littoralisation (D.E.M, 2011), par la concentration de population et des activités économiques à savoir l'agriculture, le tourisme ainsi que les unités industrielles polluantes. Il y a lieu de signaler que 45% de population totale de la wilaya se concentrent au niveau de la frange littorale qui représente moins de 29% de la superficie totale. On enregistre également 50% de population qui vive au niveau de Chef-lieu de la wilaya de Mostaganem. (D.E.M, 2011)

Dans la littérature, la région de Mostaganem est connue pour être riche en espèces végétales endémiques et rares (Quezel & Santa 1962-1963), ce qui fait d'elle une éventuelle ZIP. Mais à ce jour, elle demeure peu étudiée, son littoral n'ayant fait l'objet d'aucune recherche floristique ciblée, bien qu'il présente les mêmes caractéristiques climatiques, biogéographiques et édaphiques que les Zips voisines du Sahel d'Arzew, du Sahel d'Oran, des îles Habibas et des Monts des Traras (Yahi & al. 2012) qui appartiennent tous au même hotspot régional. De nombreux travaux sur la végétation du littoral oranais ont été réalisés (Alcaraz 1982; Aime 1991), mais ces auteurs se sont intéressés aux grands ensembles végétaux qui impriment aux paysages une physionomie particulière. Les travaux réalisés durant les années 1980 au niveau de la zone du littoral Mostaganemois avaient pour objectif l'étude de la relation sol-végétation ou climat-végétation (Belgat & Meziani 1984; Mederbal 1992), ou bien d'une espèce particulière telle que le thuya de Berberie, *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (Hadjadj & al. 1991). Pourtant Pomel (1874-1875), Battandier (1888, 1895), Quezel & Santa (1962-1963), citent souvent la région de Mostaganem à travers l'endémisme et la rareté de nombreuses espèces. En particulier, ce sont tous les sahels littoraux du secteur oranais, auquel appartient Mostaganem, qui présentent la plus grande valeur brute en endémisme. (Vela & Benhouhou 2007)

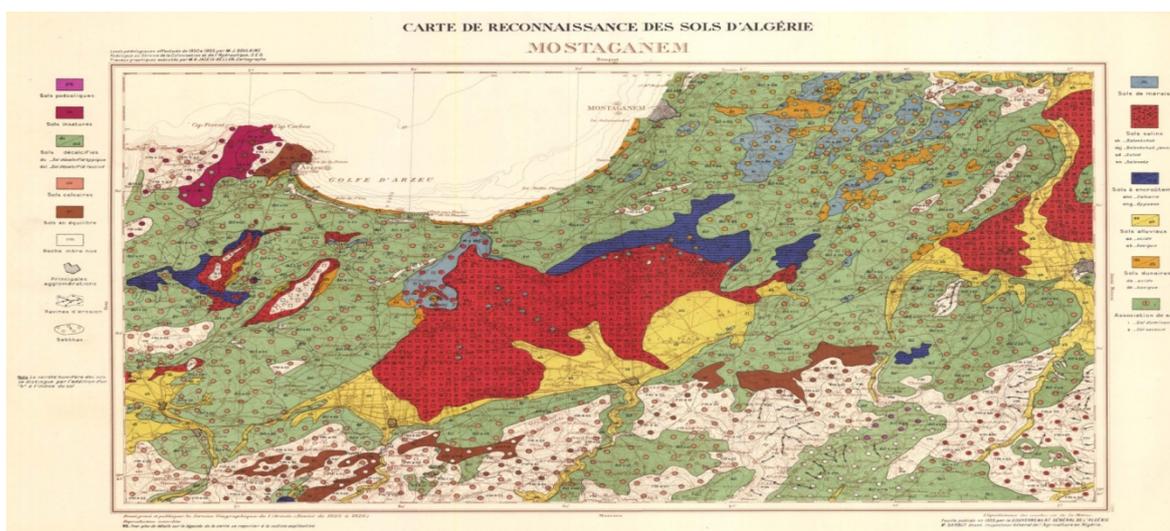
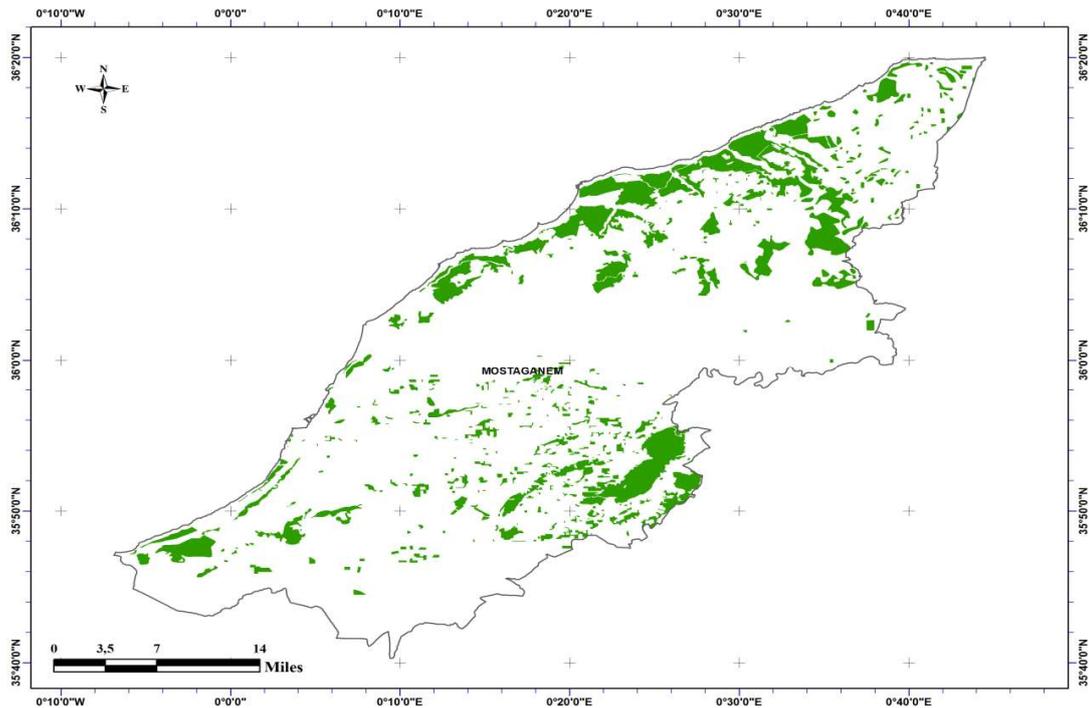


Figure03 : carte de la reconnaissance des sols de Mostaganem.



**Figure04** : carte des végétations de la wilaya de Mostaganem.

### 2.1. Climatologie de la région de Mostaganem :

Le climat est saisonnier à l'étage bioclimatique allant du semi-aride au subhumide sur les hauteurs notamment Djebel Diss. La pluviométrie est irrégulière et varie entre 250 et 700 mm/An. La région « Est » est plus arrosée par rapport à la région « Ouest » (400 à 700 mm/An) sur les piémonts Nord du Dahra. (D.E.M, 2011)

#### 2.1.1. Température :

La température est un élément fondamental en Océanographie. Ce facteur contrôle en surface l'intensité des échanges air-mer et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers. (Boubenia, 2011) Le milieu marin et l'air ambiant sont en interaction thermique, l'interface air-mer est très sensible aux variations de températures externes. La répartition de la température moyenne de l'air est déterminée principalement par deux facteurs : la distance par rapport à la mer et l'altitude. Il existe aussi des facteurs météorologiques et d'autres d'origine géographiques (substrat, composition du sol, relief) qui influencent également la répartition spatiale de la température. (Boubenia, 2011)

L'Algérie est caractérisée par un été chaud et un hiver frais. (Gagneur & Kara, 2001) La température de l'air bascule entre un minimum de 11.6 °C en hiver (Janvier) et un maximum de 32.7 °C en été (Août). (Al-Asadi & Randerson, 2006) Les températures des couches superficielles de l'eau de mer de Mostaganem varient entre un minimum de 11.6°C enregistrées en hiver (janvier) et un maximum de 24.7 °C notées en été (Août) (Gagneur & Kara, 2001; Al-Asadi & Randerson, 2006 ; in Gorine, 2011) qui se prolonge jusqu'au mois.

### 2.1.2. Les Vents :

Les vents créent des mouvements horizontaux (mouvements ondulatoires) qui agitent la surface de la mer (vagues forcées). Ils sont à l'origine de certains courants marins que l'on appelle « *courants d'impulsion* ». Ces courants atteignent une vitesse dont la valeur correspond de 1 à 5% à celle des vents qui les génèrent. **(Collignon, 1991)**

Ils sont influencés par la morphologie des côtes (ex: dérives littorales dont la direction est oblique à la côte) et par le relief sous-marin. **(Kies & Taibi, 2011; Boubenia, 2011)** La connaissance de leur direction, force et fréquence est importante pour la mise en valeur de l'hydrodynamisme.

Le vent est l'élément de base des climats tempérés, tel que le littoral Algérien. En fonction de sa direction, il nous amène soit des masses d'air instables et fraîches s'il souffle des directions Nord-Ouest (NW) et Nord-Est (NE), soit des masses d'air doux et relativement humide s'il souffle de directions Ouest (W) ou Est (E). **(Boubenia, 2011)** Les courants de Sud-Est (SE), et ceux de Sud-Ouest (SW), sont plus ou moins secs et froids en hivers et secs et chauds en été. **(Boubenia, 2011)** Par sa force (ou sa vitesse), le vent accélère la turbulence dans les basses couches et tend à réduire les écarts thermiques d'un lieu à l'autre.

Il existe deux périodes distinctes pour les vents soufflant sur la cote Mostaganemoise ; l'une s'étale du mois de septembre au mois d'avril avec des vents froids fréquents de direction Ouest (w) et Nord-Ouest(NW), l'autre avec des vents chauds ou la direction est de l'Est (E) au Nord-Est du mois de mai à août. **(D.E.M, 2011 ; Gorine, 2011)**

### 2.2. Géomorphologie :

Généralement les vases pures occupent la majeure partie du Golf d' Arzew et constituent ainsi une immense vase qui s'étend des petits fonds vers le large. **(Boutiba, 2003, Grimes et al. 2003)** Cette vase est la conséquence des apports d'éléments fins de l'Oued Chélif. **(Boutiba, 2003, Grimes et al. 2003; Kies & Taibi, 2011)** Les faciès des graviers sableux, très réduits se localisent en face du massif d'Arzew, alors que celui des sables graveleux occupent principalement les fonds large, c'est le faciès sédimentaire le plus externe du Golf. Les sables graveleux envasés (sédiment de transition) se trouvent dans le secteur occidental et au large entre les fonds de vases pures et ceux de sables graveleux. Au niveau des côtes rocheuses du Golf (Mers El Hadjadj et Stidia), les fonds présentent de nombreux affleurements du substrat constituant des fonds rocheux. **(Boutiba, 2003, Grimes et al. 2003)**

Localement, la bande littorale est de formations sablonneuses et caillouteuses à éléments gréseux et calcaires. Les formes côtières de la wilaya de Mostaganem s'expriment par l'existence de grandes et belles plages ouvertes, notamment autour des principales zones d'embouchure (Le Chélif et la Mactaa). L'aspect géomorphologique se traduit par la présence de falaises, plus ou moins élevées, soumises à l'érosion marine, participant ainsi à l'alimentation des plages limitrophes. Les processus marins, dont le plus influent est l'hydrodynamisme, qui accélère l'érosion dans les zones de forte concentration d'énergie marine et favorise l'accumulation dans les sites moins agités. **(D.E.M, 2011)**

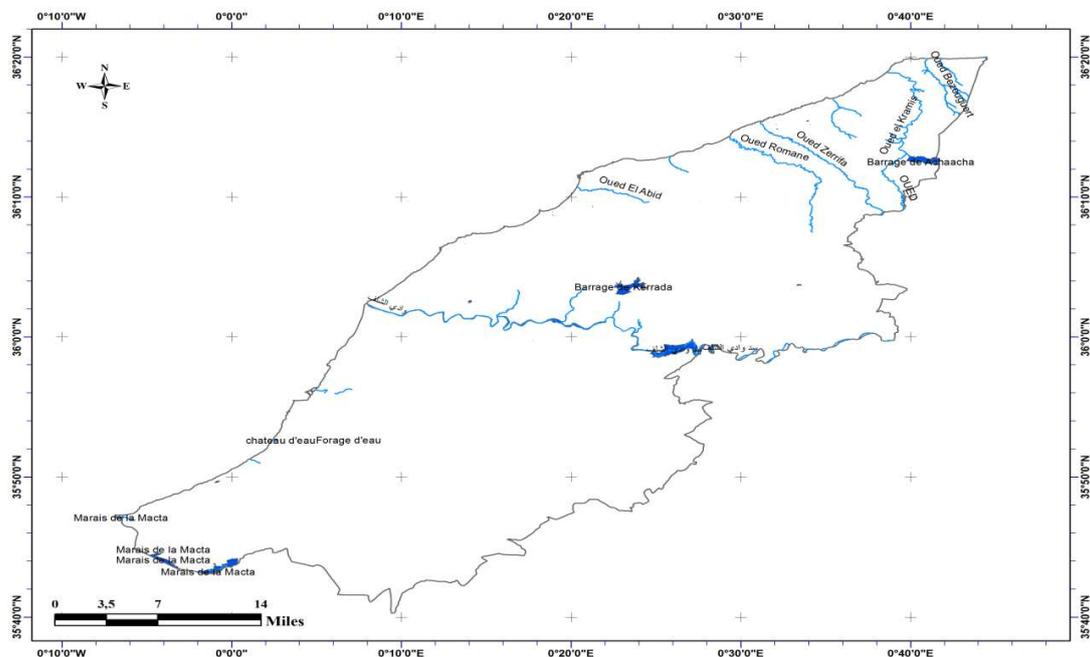
La combinaison de divers facteurs (tectonique, lithologie, hydrodynamique) a engendré les principales formes et formations actuelles. Les 124 kilomètres de côtes mostaganemoises

sont en grande partie constitués par des reliefs rocheux, de plus ou moins forte dénivellation par rapport au niveau marin. Les côtes rocheuses sont plus fréquentes à l'Ouest qu'à l'Est. (**Grimes et al. 2003**) Elles s'observent surtout dans la partie occidentale de la côte mostaganémoise (Stidia). (**Grimes et al. 2003**) Elles s'estompent par contre, au profit des falaises marines vers l'Est de la côte, alimentés plus particulièrement, par les apports des Oueds de Chélif et autres. (**Grimes et al. 2003; Kies & Taibi, 2011; D.E.M, 2011**)

La marge continentale mostaganémoise est variable tant par sa dimension que par ses formes. A l'Ouest, le plateau continental est relativement étendu, avec des pentes douces. Vers l'Est, on assiste à une légère augmentation de la pente. Les terrains qui forment le littoral sont très instables à cause de leur sensibilité à l'érosion hydrique et éolienne (roches tendres et roches meubles qui résultent d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre le « climat », le « sol », la « végétation » et « l'homme ») (**Kies & Taibi, 2011**), ainsi qu'à des facteurs naturels (forêts dégradées et couvert végétale assez faible).

### 2.3. Réseau Hydrographique :

Sur le plan hydrographique, Mostaganem est délimitée par deux(02) régions : (1) la région « Est » qui est traversée par un réseau d'Oueds (Oued Kramis, Oued Roumane, Oued El Abid, Oued Seddaoua et Oued Zerrifa) ; (2) la région « Ouest » qui est traversée, (hormis l'Oued Chélif et la Mactaa), par un réseau d'Oueds et de cours d'eau plus ou moins importants. Ces oueds et cours d'eau caractérisés par un écoulement irrégulier (avec des périodes des crues hivernales et des étiages estivaux), charriés vers la mer divers polluants issues des localités qu'ils traversent. (**KIES F, 2012**)



**Figure05 :** carte du plan hydrographique de la wilaya de Mostaganem (les oueds).

### 2.4. Hydrodynamisme :

#### 2.4.1. Les Courants :

Le courant est maximum en surface et il diminue en profondeur (**Boubenia, 2011**), le trajet normal du courant au large du golfe d'Arzew est orienté principalement vers Les vitesses calculées au large de ce dernier sont de 30 à 40 km de la côte et de 50 m de profondeur, atteignant 20 à 30 cm/sec à 300 m de profondeur. (**D.E.M, 2011**) Ce courant engendre un contre-courant circulant dans le sens des aiguilles d'une montre, sa vitesse est très faible (**Grimes et al. 2003**), elle est de 08 cm/s (**D.E.M, 2011**); elle peut augmenter lorsque les vents soufflent du Nord et ils sont d'origine atlantique et sous l'influence du flux en provenance du détroit de GIBRALTAR qui domine le large de la région de Mostaganem. Ce dernier acquiert le nom de *Courant algérien* (**Grimes et al. 2003**), ce courant coule le long de la côte algérienne avec une largeur de 50 Km. Vers 1° E 36° 30' N son caractère devient apparent avec création de tourbillons cycloniques et anticycloniques y associant des upwellings. Ces structures turbulentes provoquent un important mélange des eaux atlantiques et méditerranéennes (**Grimes et al. 2003**). Le courant algérien (nom introduit pour souligner le caractère instable de l'écoulement de MAW le long des côtes algériennes) semble pouvoir engendrer des tourbillons de 100 à 200 Km susceptibles de venir ensuite interagir avec lui pendant des mois. (**KIES F,2012**)

#### 2.4.2. Les Houles :

La surface de la mer présente généralement une suite indéfinie d'ondulations parallèles presque identiques qui se propagent de façon sensiblement uniforme vers le rivage. Cet ensemble d'ondulations ou de vagues est appelé houle. Sur le littoral Mostaganemois, les houles constituent un facteur écologique important en l'absence de courants permanents. Elles ont un caractère saisonnier avec 02 directions principales ; une direction W.N.W de 30° et une direction de N.N.E de 20 à 40°. Ces houles se produisent pendant l'hiver et durant en moyenne de 08 à 10 secondes. (**D.E.M, 2011**)

### 3. Paramètres biologiques :

Les travaux de renforcement et d'amélioration du cordon dunaire sur les 150 ha ont touchés presque toutes les zones d'Est en Ouest de la wilaya de Mostaganem, dont la Mactaa a eu un impact de 25 ha et également Sablettes-Ouréah sur 20 ha planté en pin pignon, eucalyptus et l'acacia. (**D.E.M, 2011**)

D'après la direction de l'environnement de Mostaganem les études portant sur l'aménagement ou l'inventaire des différentes espèces faunistiques et floristiques du littoral sont fragmentaires. De ce fait, jusqu'à l'instant il n'existe aucune information sur la répartition et l'abondance des espèces littorales de l'Algérie en générale (**Gagneur & Kara, 2001**) et delà région de Mostaganem spécialement. (**Al-Asadi & Randerson, 2006; D.E.M, 2011**)

### 4. Cadre juridique :

#### 4.1. Stratégie nationale pour la protection du littoral :

Du point de vue écologique, l'interface terre/mer constitue un environnement important qui impose une gestion rationnelle et prudente. Le gouvernement algérien a mis une stratégie d'action dans le cadre de la protection du littoral. (KIES, 2012)

#### ✓ Les mesures de protection prises sont :

(a) La lutte contre l'extraction illicite et abusive du sable par le renforcement des contrôles au niveau de la circulation routière et au niveau des sites concernés; (b) l'élaboration d'un arrêté portant sur la déclaration de la frange littorale de la wilaya de Mostaganem « Zone à Protéger » n° 36 du 06/02/1996; (c) l'élaboration d'un arrêté de Monsieur le Wali portant sur la mise en défense de la zone littorale n° 953 du 08/12/1998 ; (d) la création d'une commission de wilaya chargée du suivi de l'extraction des sables par arrêté de Monsieur le Wali n° 720 du 14/07/1999; (e) l'application de la loi n° 02-02 du 05/02/2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral; (f) la création de la commission intersectorielle du programme d'aménagement côtier; (g) l'application du principe de l'aménagement écaté en laissant des espèces intercalaires à l'état naturel; (h) la réalisation de la fixation des dunes et l'inscription du programme de reboisement ; (i) l'application de la réglementation – élaboration des études d'impact sur l'environnement ; (j) la proposition du classement de la Réserve Naturelle de la Mactaa; (k) l'élaboration du cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem; (l) la création du Commissariat National du Littoral (CNL) ; (m) la création des Gendarmes Nationaux pour lutter contre la pollution Marine (Plan d'urgence TEL-BAHR). (D.E.M, 2011)

#### ✓ D'Autres actions sont également prises en compte notamment :

(a) Le traitement des eaux usées des centres urbains et touristiques côtiers; (b) la reconstitution et la restauration des espaces naturels dégradés. Il faut mettre une stratégie de prévention de la dégradation du littoral et milieu côtier en limitant au strict minimum l'occupation du littoral; (c) la déconcentration spatio-temporelle du tourisme littoral; (d) la mise en place de dispositifs adaptés de défense contre la mer et de dragages des ports; (d) et la connaissance des ressources halieutiques exigeant l'inventaire de celles-ci. (D.E.M, 2011)

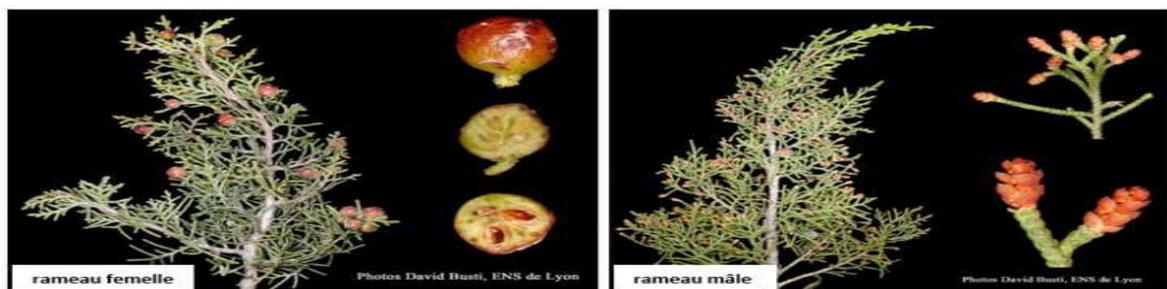
**Chapitre II : présentation de l'espèce (JUNIPERUS PHOENICEA, Ceratonia siliqua L, Juniperus oxycedrus.)**

**I-Juniperus Phoenicea L :**

**1-Généralités sur le genévrier de phénicie :**

La famille des Cupressaceae comprend deux sous-familles, se divisant chacune en trois tribus, les Cupressoideae et les Callitroideae qui sont essentiellement et respectivement des hémisphères nord et sud. (Haluk et Roussel, 2000) Les cupressacées (Cupressaceae) représentent la famille la plus cosmopolite avec dix genres dans chaque hémisphère, mais la plupart des espèces se trouvent dans l'hémisphère nord. (Enright et al, 1996) Par ailleurs, la distribution de cette famille est sous l'influence de facteurs divers : climat, sol, perturbations (catastrophes naturelles, exploitation humaine), etc. (Banks., 2004) D'origine américaine, asiatique, africaine et européenne, le genre *Juniperus* (ou le genévrier), qui appartient à la famille des cupressacées, comprend un grand nombre d'espèces (environ soixante) avec des variétés rigides aux aiguilles piquantes et des variétés souples aux feuillages en écailles. (Mansouri et al, 2011) Les genévriers représentent des espèces pionnières peu exigeantes sur le plan écologique. Ce sont des arbres ou arbrisseaux très rameux, exploités pour le bois ou le feuillage, voire à des fins industrielles ou médicinales. (Quézel., 1962) Elles occupent une place importante dans le paysage nord-africain, essentiellement en raison de leur rusticité et de leur dynamisme, elles sont présentes depuis le bord de mer jusqu'aux sommets des Atlas. Leur rusticité leur permet de résister aux agressions humaines intenses dont elles sont l'objet car dans de nombreuses régions, elles représentent le seul élément arboré ou arbustif susceptible d'être exploité pour le bois ou le feuillage, voire à des fins industrielles ou médicinales. (Quézel et Gast, 1998)

Le genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*Juniperus phoenicea* L.). C'est certainement l'espèce la plus répandue en Afrique du Nord où elle est présente depuis les dunes littorales jusqu'aux limites sahariennes. Du point de vue écologique, ce genévrier est typiquement méditerranéen. (Quezel et Gast, 1998) *Juniperus phoenicea*, généralement connu sous le genévrier de Phénicie, est un arbuste adapté au climat méditerranéen aride, il appartient à la famille Cupressaceae classé comme deuxième genre le plus diversifié des Conifères, avec 67 espèces et 34 variétés, toutes les variétés sont limitées à l'hémisphère Nord. (Caudullo et Rigo, 2016 ; Becker et al, 1982 ; Adams et al, 2002)



**Figure06: Morphologie des appareils reproducteurs male et femelle de Juniperus phoenicea L (THOMAS et al, 2010)**

### 2- Description du *Juniperus phoenicea* :

Le genévrier rouge ou *Juniperus phoenicea* L. (Cupressacées) est un arbre monoïque ou rarement dioïque. (Mansouri et al, 2011) C'est une espèce pionnière avec une forte demande en lumière et une résistance relativement élevée au climat sec. (Dzialuk et al, 2011) Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea* L.) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre cependant jusqu'à 8 à 10 mètres. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très petites, très imbriquées, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Cette espèce est indifférente au substrat ; elle est présente en bioclimat surtout semi-aride et aride en ambiance nettement continentale se contentant de précipitations comprises entre 200 et 400 mm. [(Lapie etMaige, 1914) ; (Quézel, 1962)]

L'aire de répartition du genévrier rouge (Genévrier de Phénicie) s'intercale entre les formations steppiques de basse altitude et les formations forestières et pré-forestières à chêne vert. Cette position confère au *J. phoenicea* un rôle écologique considérable du fait qu'il se comporte comme un élément de forte résistance à l'érosion éolienne et à la pression anthropique. On le distingue des autres genévriers par la couleur rouge de ses fruits, par son port ramifié et moins puissant, par l'aspect touffu de ses rameaux cylindriques et enfin, par son absence de la haute montagne aux altitudes supérieures à 2 200 mètres. (Mansouri et al, 2011)

Le peuplement de genévrier de Phénicie peut atteindre des âges importants malgré une taille modeste, des individus de 1.5 m de haut, avec un tronc de 8 cm de diamètre sont âgés de 1150 ans. (Mandai, 2005)

### 3- Noms vernaculaires :

**En Arabe :** العرعار الأحمر

**En Français :** Genévrier rouge, Genévrier de Phénicie.

**En Anglais :** Phoenician Cedar, Berry Bearing Cedar.

**En Allemand :** Cypressen Wacholder, Rotbeeriger Wacholder, Grichiseher Wacholder.

**En Italien :** Cedrolicio.

### 4-Taxonomie :

La classification botanique du *Juniperus Phoenicea* est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 01 : Classification botanique de « Juniperus Phoenicea ». (Adams ,2014)

Catégorie	Classement
Règne	Plantae
Sous-règne	Trachiobionta
Division	Pinophyta
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Curpressaceae
Genre	Juniperus
Espèce	Juniperus Phoenicea

Une autre classification, utilisée par certains auteurs, s'est basée sur l'analyse phytochimique des teneurs en pro-anthocyanidines qui a permis de distinguer deux sous espèces (LEBRETON, 1981) :

\_ Juniperus phoenicea subsp. phoenicea : France, Espagne

\_ Juniperus phoenicea subsp. eu-mediterranea : Afrique du Nord (LARROQUE et al, 2001)

### 5- Régénération :

\_ D'après Body, (1950), sa régénération s'effectue partiellement par rejets, mais surtout par semis naturels. Les graines germent difficilement et restent dans le sol. Pour assurer la régénération par semis, il faudra donc une longue période de 20 à 25 ans au moins. Comme toutes les espèces du genre genévrier, le phoenicea a une croissance lente, la dissémination des graines se fait par les oiseaux. (Seigue, 1985)

### 6-Phénologie :

Floraison en avril- mai, puis pollinisation par le vent ; le fruit se forme, en juillet. La maturation des fruits est presque totale, ils proviennent des fleurs de l'année précédente. (Ageste, 1960)

### 7-Description botanique :

Le Genévrier de Phénicie (Juniperus phoenicea) est un arbre branchu appartenant à la section de sabina, il peut atteindre 08 mètres de hauteur possédant un tronc court qui peut mesurer deux mètre de circonférence possédant une écorce épaisse de couleurs brun rougeâtre ou grisâtre, la floraison a lieu pendant l'hiver et la fructification à la fin de l'été de l'année suivante, ces fruits allons de la couleur verte au bruns rouge et luisants à maturité et leur diamètre est compris entre 7 à10 mm (Akrou, 2004) à feuilles persistantes, étroites, linéaires, épineuses ressemblant à des aiguilles. Ses fleurs donnent des fruits improprement qualifiés de baies, globuleux et charnus. (Bruneton, 2009 ; Huguette, 2008)

Le système racinaire est profond, les rameaux sont fins et de forme arrondie ayant des bourgeons nus et des ramilles cylindriques, cette espèce est divisée en trois sous espèces :

*J. phoenicea* subsp *phoenicea*, *J.phoenicea* subsp *eu-meditteranea* et *J. phoenicea* var *turbinata*. (Adams et al, 1996)

Cet arbuste a une longévité qui peu accéder jusqu'à 1000 ans (Croissance très lente). (Adams, 2014)



**Figure 07:** La partie aérienne de la plante *Juniperus phoenicea* (BENRAHO, AISSAOUI, 2019)

### **a) Les fleurs :**

C'est une espèce monoïque, c'est à- dire, que c'est une plante à fleurs unisexués mâles et femelles séparées, portés par le même pied. (AGESTE, 1960)

Les fleurs mâles disposées en petits chartons ovales ou arrondis situés à l'extrémité des rameaux, munis d'écailles pédicellées, en forme de bouclier; elles tiennent lieu de calice; il n'y a point de corolle : les étamines sont composées de trois ou quatre anthères, Placées sous chaque écaille. Dans la fleur femelle, les écailles sont épaisses, aigues, disposées Sur quatre rangs. Ces écailles croissent deviennent charnues ; et forment une baie arrondie, Contenant ordinairement trois noyaux à une seule loge. (Chaumonton 1945)

### **b) Le fruit :**

le fruit est formé d'écailles soudées, opposées en croix; il a de 8 à15 mm, il est brun rouge à maturité, les écailles sont charnues, la pulpe est jaune, fibreuse et résineuse, les fruits contiennent de quatre a neuf graines, ovales, aux extrémités aigues avec une enveloppe dure qui retarde la germination .Les fruits verts puis deviennent rouges la deuxième année. SEIGUE (1985)

### **c) les feuilles :**

Les feuilles sont squammiformes nombreuses, fort petites; charnues, d'un vert foncé, ovales, convexes abtures fortement, imbriquées, appliquées contre les rameaux, semblables à de petites écailles; possèdent de très petites glandes à résine (fortement, au point de vu anatomique de grosses cellules scléreuses avoïdes). (VARLET ,1992)

### **d) les graines :**

Graines 6-9, petites, anguleuses, profondément sillonnées. Varie à fruits très gros (12 mm) et graines peu nombreuses, Rochers et coteaux arides du Midi : Dauphiné, Provence, Languedoc, Roussillon, Causses des Cévennes. (Chaouat M, 1995)

### **e) Branches :**

Les branches forment une corbeille très compacte de rejets, dont certaines ont 5 mètres de diamètre et 3 mètres de hauteur ; mais cette faculté de rejet de tige n'a lieu, sans doute, que des sujets jeunes, de moins de 50 à 60 ans. (BOUDY, 1950)



**Figure 08:** Tige de *J. phoenicea*. (BENRAHO, AISSAOUI, 2019)



**Figure 09:** Feuilles en écailles de *J. phoenicea* (loupe x20). (BENRAHO, AISSAOUI, 2019)

## **8- Distribution géographique :**

*Juniperus phoenicea* L, est une espèce qui se trouve dans les différentes régions du monde, mais il est fréquent dans la partie Ouest des régions méditerranéennes au sud de l'Europe

(également dans l'Est de Portugal jusqu'en Turquie) (Robert et Adams, 1996). Son aire de répartition couvre l'ensemble de la région méditerranéenne, à partir des îles Canaries, des montagnes de l'Atlas en Afrique et du Portugal, à l'ouest, jusqu'à la Jordanie et l'Arabie saoudite à l'est. (Mansouri et al, 2011)

En Algérie, l'espèce est présente depuis les dunes littorales jusqu'aux limites sahariennes (Cet arbre constitue au côté du cèdre, la principale couverture végétale dans les montagnes des Aurès) (Figure10). (Quezel et Santa, 1962)



**Figure10:** Localisation de *Juniperus phoenicea* dans la région méditerranéenne. (Adams, 2011)

En Algérie, le genévrier rouge occupe une superficie estimée à 227.000 ha, soit 10% de la surface forestière algérienne. Il est commun sur l'ensemble du littoral, sur les hauts plateaux et l'Atlas saharien de l'oranaï, de l'algérois et du constantinois. Il est assez rare ailleurs, on le trouve surtout sur les dunes littorales, dans les collines, sur les côtes de Barbarie et il constitue au côté du cèdre, la principale couverture végétale dans les montagnes des Aurès, notamment dans le sud de ce massif où il occupe une superficie de 1950 ha. (Abdelli, 2017)

### 8-1-Aire de répartition de *Juniperus phoenicea* L :

Il est donc possible de la rencontrer sur le littoral au niveau des dunes sableuses, et dans les milieux de l'intérieur des terres de type garrigues calcaires, fissures des falaises et des sols rocheux, jusqu'aux sols xériques des montagnes. (Maud ANTOINE, 2014)

Cependant, le genévrier est halophile et ne peut donc se développer en milieu dunaire que grâce à la surélévation du substrat permettant la formation d'une lentille d'eau douce alimentée par les eaux de pluie qui vient se superposer à la nappe salée. La quantité et la profondeur de cette réserve d'eau varie en fonction des saisons, étant peu profonde au printemps, en automne et en hiver et disparaissant quasiment complètement en été. La plante présente donc une adaptation remarquable à ces changements et au stress hydrique par la fermeture de ses stomates qui lui permet d'éviter une embolie de ses tissus dès que l'eau commence à se faire rare et que le processus d'évapotranspiration de la plante est accru par les fortes températures estivales (LARROQUE et al, 2001).

Son point faible réside au niveau de son système racinaire important, développant des racines traçantes qui peuvent mesurer jusqu'à 20 m. Le seuil létal de la concentration en sel de l'eau est de 5g/L, donc lorsque les racines se développent et finissent par atteindre la nappe salée, l'arbre dépérit (**LARROQUE, 2002**).

La Junipéraie se développe donc de façon optimale au sommet des dunes assez élevées peu influencées par la nappe d'eau salée et relativement bien protégées des embruns. Le substrat sableux doit également être régulièrement renouvelé afin d'éviter la compaction du sol et l'asphyxie des racines. (**Maud ANTOINE, 2014**)

### **9-Exigences climatiques :**

Le *Juniperus phoenicea* s'adaptant à des contextes climatiques méridionaux variés; héliophile, se rencontre en station sèche à l'étage thermo méditerranéen à l'étage montagnard; xérophile. C'est elle qui résiste mieux à l'aridité au froid. **RAMEAU et al (2008)**

Il à un tempérament robuste lui permettant de végéter dans des conditions très sévères et de supporter de graves mutilations. Il résiste moins bien aux incendies et caractérisé par sa résistance au vent. (**boudy1950**)

*Juniperus phoenicea* croit dans l'étage bioclimatique semi -aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 250 mm Les précipitations ont un rôle très important en régions méditerranéennes, leur régularité et leur répartition sont très souvent mauvaises. (**boudy1950**)

### **10-Exigences édaphiques :**

Il paraît se plaire principalement dans les sols meubles et siliceux, et il convient très bien pour la fixation des dunes .Il doit être considéré comme une essence de protection. (**AGESTE, 1960**)

Cette espèce présente sur le sol calcaire, dans des stations très sèches et en plein soleil où les sols sont très rocheux et à PH élevé ; capable de se développer dans les fissures des rochers. (**BERGER, 2008**).

Pente rocailleuse des coteaux arides, éboulis fixés à gros blocs, rochers et falaises, il est réduit (5%à30%) pour les formations dolomiticoles des Cévennes, forte à très forte dans les éboulis et falaises calcaires. C'est une espèce indifférente au sol, supporte l'argile, les sables, les sols calcaires, ou dolimitriques, les marnes, les sols volcaniques et même les sols légèrement salés. (**SIEGUE, 1985**)

### **11-Association du genévrier :**

Le genévrier a une distribution liée au facteur climatique il est présent en bioclimat surtout semi-aride et aride, en ambiance nettement continentale, ce qui explique son absence quasi totale dans tout le Maroc océanique et sous des précipitations le plus souvent comprises entre 200 et 400 mm son optimum se situe au niveau des Hauts Plateaux ou il s'associe souvent a l'alfa et atteint pratiquement sur l'Atlas saharien les limites du Sahara Dans l'Atlas tellien et au Maroc, il forme souvent des peuplements épars associe au Pin d'Alep, au Thuya de Barbarie, voir au chêne vert ou au Genévrier thurifere et dans le N'Fiss, au Cypres de l'Atlas. Les peuplements dunaires, présents à la fois sur le littoral atlantique et méditerranéen, offrent une écologie très particulière et plusieurs botanistes ont voulu distinguer là une sous-espèce particulière. (**QUEZEL et MEDIL, 2003**)

### **12-Importance économique et écologique de l'espèce :**

Les peuplements de genévrier de Phénicie ont jusqu'ici été un peu abandonnés à eux mêmes, mais il faut cependant les soumettre à un traitement permettant d'assurer la permanence de la forêt dans des conditions humaines et physiques difficiles et n'en tirer que le minimum de produits nécessaires aux populations locales. **BOUDY (1950)**

La composition de l'huile essentielle obtenue par la distillation à partir de rameaux en France, le rendement de la production d'huile essentielle de rameaux est de l'ordre de 0,8 % alors que pour le Maroc central la production est de 1%. (**AIT YOUSSEF ,2006**) Le bois de genévrier clair pour le houpier, jaune sombre pour le cœur, est imputrescible. Il a de grandes qualités pour la construction et l'ébénisterie. Comme bois de feu, il est excellent. Seules ses faibles dimensions limitant son emploi. Les feuillages sont par fois utilisés pour l'alimentation de bétail et en médecine traditionnelle en décoction contre les troubles digestifs. (**SEIGUE, 1985**)

L'exploitation des branches feuillées du genévrier de Phénicie pour la production du goudron végétal naturel, qui est utilisé en médecine traditionnelle pour traiter certains cas d'eczéma. On l'utilise en inhalation contre l'asthme, les maux de tête et les étourdissements. (**SEIGUE ,1985**)

les formations à *Juniperus phoenicea* s'intercalent entre les formations steppiques de basses altitudes et les formations forestières et pré forestières à chêne vert .Cette position confère au *Juniperus phoenicea* un rôle écologique considérable du fait qu'il se comporte comme un élément de forte résistance à la désertification et à la pression de l'homme et de ses troupeaux de nos jours, en montagne et sur les dunes, il doit être considéré comme une essence de protection. **TALEB (2007)**

### **13- Composition chimique :**

La majorité des composants chimiques isolés des feuilles et des cônes (fruits) de *Juniperus phoenicea* sont des huiles volatiles. (**El sawi et al, 2007**) Des études phytochimique antérieures de cette espèce ont montré que cette plante accumule des terpénoïdes, en particulier des monoterpène, sesquiterpènes et diterpènes. Cette espèce ne comprend que de petites quantités de dérivés phénoliques : Bisflavones et Lignanes. (**Aboul et al, 2005**)

La même source a signalé la présence de phenylpropanes glycosides, juniperosides, rosarin et Skimmin et deux dérivés furanones glucosides. Stérol et hydrocarbures ont démontré la présence de phoenicosides : un pseudo dimères des deux furan on esprécédents, et apparition de phenylpropanes dérivé de la même espèce. En Egypte, ils ont identifié sept nouveaux composants diterpeniques extraits des fruits de *J. phoenicea* à l'éther et un stérol (2-sitosterol), ces diterpènes appartiennent aux groupes Labdane, Pimarane et Abietane. (**Elsawi et al, 2007**)

### **14- Phytothérapie :**

La première utilisation enregistrée de cette plante était en Egypte vers 1500 avant J.C. (**Al Groshi et al, 2018**) Dans la médecine populaire algérienne. Ses feuilles sont utilisées sous forme de décoction pour traiter le diabète, la diarrhée et les rhumatismes. Le mélange de feuilles et de baies de cette plante est utilisé comme agent hypoglycémie oral, alors que les feuilles sont utilisées contre les maladies broncho-pulmonaires. [(**Achak et al, 2008**) ; (**Dob et al, 2008**)]

Les cônes, les rameaux, mais surtout les jeunes pousses préparées en infusion ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. [(**Barrero et al, 2004**) ;(**Bellakher, 1997**)]

Alors que les feuilles séchées et réduites en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès. (Qnais et al, 2005)

### 15-Les activités biologiques :

Plusieurs activités biologiques sont attribuées à cette espèce, et diverses études ont été menées sur les activités de *Juniperus phoenicea*, ces dernières sont illustrées dans le tableau suivant :

**Tableau 02 :** Activités biologiques du *Juniperus phoenicea*.

Activités biologiques	Références
Activité anti-oxydante	(Keskes et al., 2014)
Activité antidiabétique	(Keskes et al., 2014)
Activité anti-obésité	(Keskes et al., 2014)
Activité hépato-protectrice	(Laouar et al., 2017)
Activité anticancéreuse	(Cairnes et al., 1980)
Activité anti-inflammatoire	Derwich et al., 2010)
Activité antibactérienne	Derwich et al., 2010)
Activité antimicrobienne	(Mansouri, 2011)
Activité antifongique	(Mansouri, 2011)

### 16-Usages thérapeutiques de *Juniperus Phoenicea* :

Cette espèce est considérée comme une importante plante médicinale, largement utilisée dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays (Dawidar et al, 1991 ; Adams et al., 1996). Ses feuilles sont utilisées sous forme de décoction pour soigner diabète, diarrhée, rhumatisme et troubles digestifs (Seigue, 1985 ; Bellakhdar, 1997 ; Allali et al, 2008). En revanche, le mélange des fruits (baies) et des feuilles est utilisé pour traiter l'hypoglycémie. (Amer et al, 1994 ; Mazari et al, 2010)

Outre, les feuilles séchées et réduites en poudre peuvent guérir les affections bronchopulmonaires et agir comme agent diurétique. (Bellakhdar, 1997) Les fruits séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès. (Abdelli, 2017) *Juniperus phoenicea*, une plante qui contient une large variété des composés biochimiques.

Des études phytochimiques ont montré que l'espèce contient de la résine, des acides gras, des tanins, des flavonoïdes, des alcaloïdes, des stérols et triterpènes. (Medini et al, 2013; Alzand et al, 2014; El-Sawi et al, 2014) Cette variété offre la possibilité d'incorporer ces composés dans les préparations pharmaceutiques.

### II- le caroubier :

#### **1-Généralités sur le caroubier :**

Le mot caroubier vient de l'arabe El kharroub. Il est connu sous le nom scientifique de *Ceratonia siliqua* L. *Ceratonia*, du grec *keratia*, désigne une petite corne et le nom d'espèce *siliqua*, désigne en latin une siliqua ou gousse. Il est aussi appelé Carouge, Pain de Saint Jean Baptiste, figuier d'Egypte, fève de Pythagore. **(BATLLE et TOUS, 1997)** C'est un arbre typiquement méditerranéen de croissance lente jusqu' à 200 mètres et sa hauteur est de 15 mètres, c'est une espèce xérophile, thermophile originaire des zones arides et semi-arides. **(Zouhair, 1996)**

Le caroubier possède un intérêt socio-économique et écologique considérable, tout les constituants de graine de caroubier jouer un rôle industriel et médical important, la grande valeur de la caroube est connue grâce aux gousses et aux graines, sa pulpe est un substitut naturel de cacao utilisé pour la préparation de chocolat et aussi utilisé traditionnellement comme médicament contre les diarrhées et certains maladies gastrique ainsi que pour la production de farine pour la préparation des gâteaux et l'alimentation animale. La gomme utilisé dans plusieurs produits quelque soit dans l'agroalimentaire comme un agent stabilisant ou bien dans le domaine médical et pharmaceutique. **Berrougui H., (2007)**



**Figure11:** Le caroubier (*ceratonia siliqua* L.) **CHIAL Noudjoud, 2020.**

#### **2- Terminologie :**

L'étymologie scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* vient du mot grec "Keras", qui signifie petite corne tandis que le nom d'espèce "Siliqua" désigne en latin une siliqua ou gousse, on se désignant à la dureté et la forme de la gousse. L'espèce *Ceratonia siliqua* dans différents pays et langues tire son nom à partir du nom arabe Al kharroub ou kharroub, comme le cas de lalgarrobo ou garrofero en espagnol. **(Albanell, 1990)** L'utilisation des graines entières du caroubier comme unité de poids dans le commerce de substances et matériels précieux a été attribuée aux Arabes. C'est pourquoi "elkilate" en espagnol ou «carat» en français vient du nom arabe (al-karat ou qirat) donné à la graine, à la raison de sa relativité avec la constance du poids. **(Albanell, 1990)**

Dans certains cas, le caroubier prend une terminologie commune selon la croyance que Saint Jean-Baptiste s'alimenta du fruit de cet arbre durant son séjour dans le désert, lequel a donné origine à la dénomination « pain de Saint Jean-Baptiste ». (Albanell, 1990) Par ailleurs, il existe plusieurs noms communs à savoir: figuier d'Égypte, fève de Pythagore (en français), haroub en hébreu, kharroub en arabe, tislighwa en tamazight, algarrobo en espagnol, carroubo en italien, caroubier en français, carob tree en anglais, etc. (Battle et Tous, 1997)

### 3- Taxonomie :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), appartenant à la grande famille des légumineuses, de l'ordre des Rosales, classe de Magnoliopsida (tableau 03). (Youcif et al., 2000 ; Biner et al., 2007) Les légumineuses sont des flores importantes des forêts tropicales, subtropicales et des végétations tempérées à travers le monde. (Battle et Tous, 1997) C'est l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs qui inclut 650 genres et plus de 18 000 espèces. (Polhill et al., 1981) Le caroubier est généralement placé dans la tribu des Cassieae, sous famille des Césalpinoïdæ. C'est l'unique parmi les césalpinées vivant à l'état subspontané au sud de l'Europe. (Gharnit, 2003)

Le caroubier n'est pas l'unique espèce qui représente le genre *Ceratonia*. En effet, une seconde espèce a été découverte par Hillcoat et al. (1980), à laquelle ont donné le nom scientifique de *Ceratonia oreothauma* Hillcoat, Lewis et Verdc. Selon ses origines, cette espèce se subdivise en deux sous-espèces différentes : la sous-espèce *oreothauma* native de l'Arabie (Oman) et la sous-espèce *somalensis* originaire du nord de la Somalie. (Battle et Tous, 1997)

### 4- Classification systématique :

L'espèce *Ceratonia siliqua* L. est classée dans la famille des Fabacées selon (Quezel et Santa., 1963) comme suit :

Tableau 03 : Classification systématique de l'espèce *Ceratonia siliqua* L.

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheobionta
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Césalpinoïdæ
Genre	<i>Ceratonia</i>
Espèce	<i>Ceratonia siliqua</i> L.

### 5- Biologie des caroubes :

#### 5.1- Caractères généraux :

Le caroubier est un arbre ou arbuste sclérophylle, sempervirent, qui peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3m. Il a une écorce lisse et grise

lorsque la plante est jeune ; et brune et rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur. Le caroubier peut vivre jusqu'à 200 ans. (Ait Chitt et *al*, 2007)



**Figure12:** L'arbre du caroubier (CHIAL Noudjoud, 2020).

### 5.2- Le système racinaire :

Cet arbre développe un système racinaire pivotant, qui peut atteindre 18m de profondeur (Aafi, 1996 ; Gharnit, 2003).



**Figure13:** Système racinaire chez le caroubier. (CHIAL Noudjoud, 2020)

### 5.3-Les organes aériens :

#### a. Le tronc :

Le tronc du caroubier est épais, robuste avec de clairs canaux de circulation de la sève associés aux racines les plus épaisses, ce qui leur donne un aspect tortueux,

particulièrement marqué chez certaines variétés. (Melgarejo et Salazar, 2003) L'écorce est rugueuse à la base de couleur grise à rougeâtre (Melgarejo et Salazar, 2003), tandis que l'écorce est lisse sur la partie supérieure du tronc et à la base des branches.

Le tronc chez les arbres épais et vieux est tortueux et sinusoïdal, le diamètre moyen est de 50 centimètres en fonction de l'âge de l'arbre (Albanell, 1990), sa circonférence à sa base est comprise entre 2 et 3 mètres. (Ait Chitt et al, 2007)

### **b. Branches :**

Selon leur âge, les branches présentent les différentes caractéristiques suivantes (Albanell, 1990) :

- Les branches principales d'âge avancé sont généralement épaisses, tortueuses et avec une tendance à l'horizontalité due à leur poids et aux tailles de formation. Leur rôle principal est celui de servir comme élément support à d'autres branches, même si elles peuvent occasionnellement être productives.
- Les branches secondaires sont de taille moyenne avec une tendance à être plus au moins érigées selon leur âge en particulier dans la partie supérieure de la couronne. Elles constituent les principales branches de production.
- Les jeunes branches ou rameaux, de taille plus petite, sont situées dans la partie externe de la couronne ou zone de croissance. Elles sont flexibles et ont une écorce lisse recouverte de lenticelles qui permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère. Elles présentent généralement et selon les variétés des tons jaune-verdâtres ou rougeâtres dans la zone de bourgeonnement.

### **c. Les feuilles :**

Les feuilles de *Ceratonia* de 10 à 20 cm de longueur, sont persistantes, coriaces, alternes et caractérisées par un pétiole sillonné. Elles sont composées de 4 à 10 folioles, avec ou sans foliole terminale. Les folioles ont de 3 à 7 cm de longueur, de forme ovale ou elliptique, opposées, de couleur vert luisant sur la face dorsale et vert pâle sur la face ventrale. (Rejeb et al, 1991 ; Batlle et Tous, 1997 ; Ait Chitt et al, 2007)



**Figure14:** Les feuilles du caroubier. (CHIAL Noudjoud, 2020)

### d. La fleur :

Le caroubier est un arbre dioïque, parfois hermaphrodite et rarement monoïque. (Linskens and Scholten, 1980 ; Batlle et Tous, 1988) Les pieds mâles sont stériles et improductifs. (Rejeb, 1995) Les fleurs mâles, femelles et hermaphrodites poussent sur des pieds différents.

On distingue trois formes de fleurs (fleurs mâles, fleurs femelles et fleurs hermaphrodites) qui sont portées sur différents pieds. Les fleurs sont groupées en grappes pédonculées, de couleur pourpre et parfois rougeâtre, qui apparaissent sur le vieux bois et parfois sur le tronc. Les fleurs femelles sont constituées d'un pistil court et recourbé avec un petit ovaire (5 à 7 mm) bi-carpelle. Les stigmates sont bilobés et couvertes par des papilles. A la base, le disque nectarifère est entouré de 5 à 6 sépales rudimentaires, par contre, la corolle est absente, et les fleurs mâles portent 5 étamines, à filets allongé. (Aafi, 1996)

La morphologie florale du caroubier est très complexe, selon la littérature cinq types d'inflorescences se distinguent :

Inflorescence polygame : composée de fleurs mâle, femelle et hermaphrodite.

Inflorescence hermaphrodite : fleurs avec des étamines et un pistil bien développé.

Inflorescence mâle : fleurs avec des étamines courtes et un pistil non développé.

Inflorescence mâle : fleurs à étamines longues et à pistil non développé.

Inflorescence femelle : avec un pistil bien développé et des étamines rudimentaires.



**Figure15:** Inflorescence mâle du caroubier **Figure16:** Inflorescence femelle du caroubier (CHIAL Noudjoud, 2020).



**Figure17:** Fleur hermaphrodite du caroubier (CHIAL Noudjoud, 2020).

Traditionnellement, le caroubier a été classé en fonction de la couleur de ses fleurs, distinguant ainsi entre arbres à "fleurs jaunes et rouges", mais ce critère semble être insuffisant et indépendant des autres caractéristiques florales. (Haselberg, 1988)

Il existe au sein des caroubiers à inflorescences mâles des variétés à fleurs jaunes et d'autres à fleurs rouges. Ces dernières sont plus intéressantes à cultiver car elles produisent une plus grande quantité de pollen, mais en revanche, elles sont plus sensibles au froid. (battle et tous, 1997)



**Figure18:** Inflorescence mâle de couleur rouge **Figure19:** Inflorescence mâle de couleur jaune  
(CHIAL Noudjoud, 2020).

### **e. Le fruit :**

Le fruit du caroubier, appelé caroube ou carouge, est une gousse indéhiscente à bords irréguliers, de forme allongée, rectiligne ou courbée, de 10 à 20 cm de longueur, 1,5 à 3 de largeur et de 1 à 2,5 cm d'épaisseur. La gousse est composée de trois parties :

1. Epicarpe ou peau, de nature fibreuse et coloré ;
2. Mésocarpe ou pulpe, de nature charnue, riche en sucres. Il représente environ 70 à 95% du fruit entier ;
3. Endocarpe, de nature fibreuse ; il recouvre l'intérieur du fruit en le divisant en segments ou loges carpellaires où se situent les graines dites, garrofines en Espagnol. (Caja, 1985)



**Figure20:** Fruit du caroubier. (CHIAL Noudjoud, 2020)

Le nombre de fruits résultant de chaque inflorescence est variable selon la variété et il est généralement compris entre 1 et 6 fruits. (Melgarejo et Salazar, 2003)

### **f. La graine :**

Les graines du caroubier sont petites et aplaties, d'une forme presque ovale, avec un pôle basal tronqué et écrasé en zone apicale. Son tégument est normalement lisse, dur, de couleur brun rougeâtre et brillant. (Albanell, 1990) Elles présentent des dimensions de 8 à 10 mm de long sur 6 à 8 mm de largeur avec 3 à 5 mm d'épaisseur. Les graines sont très dures et présentent une grande résistance.

Selon (Melgarejo et Salazar, 2003), la graine du caroubier est composée de trois parties:

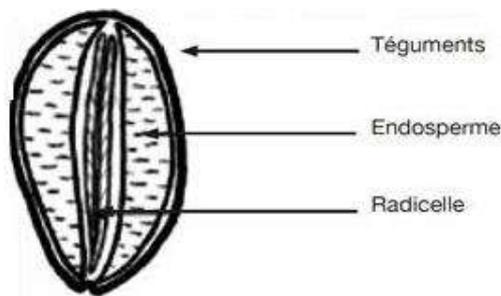
1. Episperme ou tégument, il recouvre la graine et est constitué principalement de cellulose, de lignine et de tanin. Il se compose de deux enveloppes distinguées, l'une externe appelée testa, colorée et dure et l'autre interne nommée tegmen qui est plus blanche et moue. Le tégument représente 30 à 33 % de la graine.

2. Endosperme ou albumen, il se situe sous l'épisperme et constitue le tissu de réserve pour la germination de l'embryon. Economiquement, c'est la partie la plus intéressante de la graine grâce à sa teneur élevée en galactomannane ou gomme de caroube. L'endosperme représente 42 à 46 % de la graine.

3. Germe ou embryon, représente 23 à 25 % de la graine.



**Figure 21:** Graines du caroubier. **CHIAL Noudjoud, 2020)**



**Figure22:** Coupe transversale d'une graine de caroube. **(Dakia et al, 2008)**

### **6-Ecologie :**

Le caroubier, dont l'aire de répartition s'étend dans les secteurs des plateaux et en moyennes montagnes jusqu'à 1700 m d'altitude, est indifférent à la nature du substrat ; il tolère les sols pauvres, sableux, limoneux lourds, rocaillieux et calcaires, schisteux, gréseux et des pH de 6,2 jusqu'à 8,6 ; mais il craint les sols acides et très humides. **(Zouhair, 1996 ; Sbay et Abrouch, 2006)**

Le caroubier résiste mieux au manque d'eau que le chêne vert, le thuya et l'oléastre qui lui sont associés. C'est une essence très plastique, héliophile, thermophile, très résistante à la sécheresse (200 mm/an). Il joue un rôle important dans la protection des sols contre la dégradation et l'érosion et dans la lutte contre la désertification. **(Zouhair, 1996)**

### **7-Origine du caroubier :**

Il existe plusieurs hypothèses éminentes d'un désaccord entre différents auteurs sur l'origine du caroubier. **Vavilov, N.I. (1951)**, situe l'origine du caroubier dans la région est de la méditerranée (Turquie, Syrie et Palestine), alors que d'autres études archéobotaniques basées sur des restes carbonisés de bois et de fruits ont révélé la présence du caroubier dans la méditerranée orientale au néolithique (4000 ans av. J.-C.), période initiale de la domestication des espèces ligneuses. **(Estrada et al, 2006)** Cependant, son origine peut être située dans la région Sud de l'Arabie du fait qu'elle a un caractère thermophile et ainsi sa présence sur les hauts plateaux du Yémen. **(Liphshitz., 1987)**

La découverte de la nouvelle espèce de caroubier *Ceratonia oreoethauma* Hillc., Lewis and Verde., est considérée comme une espèce archaïque que *Ceratonia siliqua* et survivant dans les montagnes de l'Arabie (Oman) et de la Somalie (**Hillcoat et al, 1980**) confirme la dernière hypothèse.

D'un autre point de vue, **Zohary (1973)** considère le caroubier comme une relique procédant de la flore Indo-Malaisienne dont sont aussi issus les groupes *Olea*, *Laurus*, *Myrtus*, et *Chamaerops*. Selon les caractéristiques physiologiques propres à l'espèce, il paraît que cette dernière hypothèse d'origine tropicale de la caroube en se justifiant de l'existence d'une période de floraison tardive (juillet-octobre) des arbres et des arbustes méditerranéens, ainsi par la présence inhabituelle des enzymes photosynthétiques de type « C4 » ((caractéristique des plantes de climat chaud) durant les premières étapes de son développement qui s'inhibe à l'âge adulte. (**Catarino et Bento-Pereira., 1976**)

De plus, l'hypothèse s'appuie sur la longévité des feuilles qui est quasiment le double que chez la majorité des espèces méditerranéennes les plus communes. (**Catarino., 1993**)

### 8- Distribution géographique :

Selon **Hillcoat et al. (1980)**, le caroubier s'étend dans la nature, en Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Palestine, le sud de la Jordanie, Égypte, Arabie, Tunisie et Libye avant d'atteindre la méditerranée occidentale. Il a été disséminé par les Grecs en Grèce et en Italie, par les Arabes le long de la Côte-Nord de l'Afrique et au Sud et à l'est de l'Espagne, ce qui par la suite a permis sa distribution dans le sud du Portugal et dans le sud-est de la France. Il fut aussi introduit avec succès par les Espagnols et les Anglais dans d'autres pays à climat entre autres méditerranéen notamment, aux États-Unis (Arizona, Sud de la Californie), au Mexique, en Australie et en Afrique du Sud. (**Estrada et al, 2006**)

En général, la distribution des espèces arboricoles telles que *C. siliqua* est limitée par le stress lié au froid (**Mitrakos., 1981**) ; c'est le cas notamment de *C. oreoethauma*. (**Hillcoat et al, 1980**)

Le caroubier est considéré comme une essence dominante et caractéristique des zones inférieures (0-500 m, atteint rarement les 900 m d'altitude) du maquis méditerranéen à feuilles persistantes. (**Zohary et Orshan., 1959 ; Folch i Guillén., 1981**)

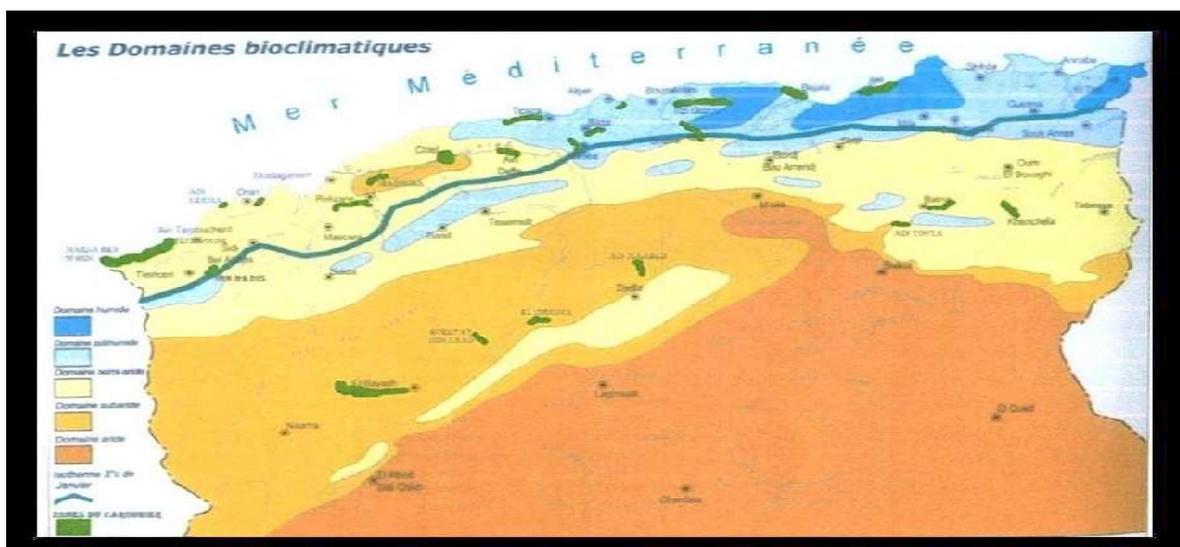
**Melgarejo et Salazar, (2003)** considèrent sans aucun doute que la Méditerranée est le centre de diversité du caroubier et que même si cette zone n'est pas le centre d'origine, le plus important aux yeux d'un améliorateur reste bel et bien que c'est dans le bassin méditerranéen qu'existe une plus grande diversité de l'espèce et pour autant c'est l'aire dans laquelle il est fort possible de trouver de nouveaux matériels génétiques avec une plus grande probabilité de réussite.



**Figure23:** Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde (Batlle et Tous, 1997).

### 9- La distribution en Algérie :

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell. (Quezel et Santa, 1962) Dans les étages semi-aride chaud, subhumide et humide, avec une altitude allant de 100 m à 1300 m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600mm/an. (Rebour, 1968)



**Figure24:** Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.

(A.N.R.H, 2004)

### 9.1 -Description de la zone géographique :

La zone correspond à la région Nord-ouest d'Algérie , elle s'étend sur une superficie de 123.084 km<sup>2</sup>, soit 5,17 % du territoire national et comprend 11 wilayas à savoir, la wilaya de AïnTémouchent, El Bayadh (zone septentrionale), Mascara, Mostaganem, Naâma, Oran, Relizane, Saïda, Sidi Bel Abbès, Tiaret et la wilaya de Tlemcen. La zone est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la wilaya de Chlef, Tissemsilt, Médéa, Djelfa et Laghouat, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par l'Atlas saharien. (ZEGEUR A et BISSAR M, 2020)

#### 9.1.1- Cadre topographique :

Le relief de la zone d'étude est un ensemble constitué de plaines et de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux, composé de deux sous-ensembles : le Tell occidental et les Hautes plaines steppiques.

- **Le Tell occidental** est ordonné en alignements alternés de massifs, de hauteur moyenne, dominés par une dorsale calcaire et de dépressions représentées par les basses plaines oranaises et la plaine du bas Chélif. (Nedjraoui, 2001) Cette région se caractérise par deux grands ensembles naturels :
  - La zone littorale.
  - Les montagnes et les bassins intérieurs de l'Atlas Tellien.
  
- **Les Hautes plaines steppiques** sont localisées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, à des altitudes plus ou moins importantes de 900 à 1200 m ; elles sont parsemées de dépressions salées, chotts ou sebkhas. (Nedjraoui, 2001) On distingue deux grands ensembles :
  - les steppes occidentales.
  - les steppes orientales.

#### 9.1.2- Températures :

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est comprise entre 0 et 9 °C dans les régions littorales et entre - 2 et + 4 °C dans les régions semi-arides et arides. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud varie avec la continentalité, de 28 °C à 31 °C sur le littoral et de 33 °C à 38 °C dans les Hautes plaines steppiques. (Benslimane et al, 2008)

#### 9.1.3- Sol :

On distingue plusieurs types de sols (Nedjraoui, 2001)

- **les sols peu évolués** : regroupent :
  - les sols d'origine colluviale sur les piedmonts des djebels et les glacis ;
  - les sols d'origine alluviale dans les lits d'oued, les zones d'épandages et les dayas.
- **Les sols minéraux bruts** : sont localisés principalement sur les sommets des djebels.

Ces sols caractéristiques des forêts et matorrals, comportent :

- les sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits des oueds caillouteux ;
- les régosols sur les roches tendres (marnes et calcaires marneux) ;
- les lithosols sur les roches dures (grès ou calcaires).

- **Les sols calcimagnésiques** : regroupent les sols carbonatés parmi lesquels on trouve :

- les sols bruns calcaires à accumulation calcaire xérifiée ;
- les sols à encroûtement gypseux qui sont plus rares, représentés par des petites plages dans les zones de grès alternant avec les marnes et argiles versicolores.

- les rendzines humifères sur les versants des djebels ; Les sols le plus répandus en Algérie sont les sols carbonatés, notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent de vastes étendues encroûtées. (**Halitim, 1988**)

- **Les sols iso humiques** : regroupent les sols à encroûtement calcaire ou gypseux.

On Les retrouve dans les régions arides à des précipitations inférieures à 200 mm/an. (**Halitim, 1988**)

### 9.1.4- Climat :

D'après, (**ZEGEUR A et BISSAR M, 2020**) le climat de cette zone est sous de deux types :

Méditerranéen pour la région tellienne et continentale au niveau des hautes plaines steppiques:

Le climat continental est connu pour être un climat rigoureux, où les différences des températures entre l'hiver et l'été ainsi qu'entre le jour et la nuit sont importantes, caractérisé par un été chauds et des hivers froids, Ces caractéristiques résultent de la :

- localisation de ces régions à l'intérieur des continents ou par le fait d'être isolées par des massifs montagneux qui empêchent l'influence maritime.
- Quant au climat méditerranéen, il est de type tempéré et se caractérise par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les températures thermiques y sont raisonnables et les précipitations sont plus ou moins abondantes selon le facteur relief qui caractérise la région, notamment les massifs montagneux. Ainsi, la pluviométrie enregistrée au niveau de la zone d'étude (Nord-ouest) ne dépasse pas les 600 mm/an, tandis que la région Nord-est de l'Algérie enregistre des précipitations allant jusqu'à 1500 mm/an (à Jijel).

### 9.1.5- Bioclimat :

Selon la carte bioclimatique élaborée par l'ANAT, notre zone est caractérisée par trois étages bioclimatiques : le subhumide, le semi-aride et l'aride.

- **L'étage subhumide**

Caractérisé par une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm, l'étage subhumide est peu présent, on le retrouve dans des zones déterminées (monts de Tlemcen, Nord de Tiaret) de la région septentrionale ouest de l'Atlas tellien).

- **L'étage semi-aride**

D'une pluviométrie de 300 à 600 mm, cet étage peut être subdivisé en deux sous-étages bioclimatiques : le semi-aride supérieur et le semi-aride inférieur.

- **L'étage aride**

Caractérisé par une tranche pluviométrique allant de 100 à 300 mm, cet étage correspond à la région steppique aride qui est caractérisée par une réduction importante du couvert végétal.

### 10- Production mondiale du caroubier :

Selon les données du **FAOSTAT (2010)**, l'aire totale de la production mondiale du caroubier est estimée à 102 939ha. La plus grande superficie, 83 574ha, est celle de l'Europe, contre une superficie estimée à 1000ha pour l'Algérie et 13 460ha pour les pays d'Afrique du Nord. Le caroubier présente une irrégularité de production très marquée dont on attribue généralement la cause à une mauvaise pollinisation, à des déficiences en soins cultureux et aux conditions climatiques. (**FAO, 2003**)

La production mondiale annuelle de caroube est estimée à 310 000 tonnes dont les principaux producteurs sont l'Espagne (42%), l'Italie (16%), le Portugal (10%), le Maroc (8%), la Grèce (6,5%), la Chypre (5,5%) et la Turquie (4,8%) (**FAOSTAT, 2010**). Ainsi, L'Espagne étant le plus grand pays producteur et exportateur des gousses de caroube avec une production d'environ 150.000 t/an, couvre 57,5% de la superficie cultivée, et 47,6% de la production mondiale. (**Petit & Pinilla, 1995 ; Matthausa & Ozcan, 2011**)

Selon le **FAOSTAT (2019)**, la production mondiale totale de la caroube est estimée à 136 539 tonnes. la plus grande production, 41 909 tonnes, est celle du Portugal, contre une production de l'Algérie estimée à 4042 tonnes.

**Tableau 04 : Production mondiale de caroube (FAOSTAT 2010)**

<b>Pays</b>	<b>Production en tonnes (2004)</b>	<b>Production en tonnes (2008)</b>
<b>Espagne</b>	<b>67000</b>	<b>76000</b>
<b>Italie</b>	<b>24000</b>	<b>31224</b>
<b>Maroc</b>	<b>40000</b>	<b>25000</b>
<b>Portugal</b>	<b>20000</b>	<b>23000</b>
<b>Grèce</b>	<b>19000</b>	<b>15000</b>
<b>Turquie</b>	<b>14000</b>	<b>12100</b>
<b>Chypre</b>	<b>7000</b>	<b>3915</b>
<b>Algérie</b>	<b>4600</b>	<b>3600</b>
<b>Liban</b>	<b>3200</b>	<b>2800</b>
<b>Tunisie</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>Monde</b>	<b>182680</b>	<b>191167</b>

Durant le siècle dernier, la production mondiale de caroube a connu une chute dramatique, elle est passée de 650.000t en 1945 (**Orphanos et Papaconstantinou 1969**) à 310.000t en 1997. La grande perte a été enregistrée en Espagne où la production a chuté de 400.000t en 1930 à 150.000t en 1990. (**MAPA, 1994**)

### 11-Production de caroubier en Algérie :

La superficie cultivée totale du caroubier en Algérie a fortement baissé, passant de 11000 ha en 1961 à 1000 ha en 2011. (FAOSTAT) En 2009, cette superficie était de 927 ha dont 645 ha, soit 69,58 % de la superficie totale se trouvent dans la wilaya de Bejaia. La production nationale de la caroube est estimée à 33841 Qx et se concentre principalement dans la wilaya de Bejaia avec une production de 18.417 Qx, ce qui représente 54,42 % de la production nationale, suivie par la wilaya de Blida (23,79%) et Tipaza (16,55%). La superficie cultivée du caroubier dans le Nord-ouest de l'Algérie (comprenant la wilaya de Tlemcen et Mascara) ne représente que 6 ha, soit 0,65 % de la superficie nationale, tandis que la production de la caroube est de seulement 0,39 %.

**Tableau05 :** Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube en Algérie, année 2011. (Quezel et Santa, 1962)

Wilaya*	Surface cultivée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Bejaia	645	18417	28,6
Tipaza	105	5600	53,3
Blida	100	8050	80,5
Boumerdes	32	1080	40,0
Bouira	22	144	6,9
Mila	10	80	8,0
Tlemcen	5	100	20,0
B.B. Arreridj	4	20	5,0
Aïn-Defla	2	300	150
Mascara	1	30	30,0
Tizi-Ouzou	1	20	20,0
<b>Total</b>	<b>927</b>	<b>33841</b>	<b>36,5</b>

### 12-Rendement :

L'arbre commence à produire des gousses à partir de l'âge de 6 ans. La production croît progressivement avec l'âge et se stabilise à 40-50 ans. Elle est insignifiante jusqu'à l'âge de 7 ans. De 10 à 40 kg/arbre jusqu'à 20 ans, de 50 à 80 kg jusqu'à 30 ans, de 60 à 120 jusqu'à 40 ans et atteint 100 à 200 kg/arbre à partir de 50 ans. (CHIAL Noudjoud, 2020)

Le rendement dépend des conditions du milieu, des cultivars, de l'année et des soins culturaux, de la récolte, et la région. Ainsi, La grande variabilité phénotypique au sein et entre les cultivars à d'importantes implications pour la sélection, la création de nouvelles plantations et l'optimisation de la productivité de cette culture. (Battle et Tous, 1997)

Aussi, les capacités du caroubier à survivre dans des conditions marginales d'aridité et de sécheresse ne devraient pas servir de base dans le cas où l'objectif est la production commerciale. (Battle & Tous, 1997)

### 13-Exigences édaphoclimatiques :

#### 13.1- Climat :

Les zones propices à la culture du caroubier doivent être caractérisées par un climat méditerranéen subtropical, avec des hivers doux, des printemps suaves à chauds et des étés chauds à très chauds et secs. (Battle et Tous, 1997)

Les arbres adultes ne nécessitent pas de froid hivernal, car ils peuvent être endommagés lorsque les températures chutent en deçà de - 2° C ou - 4° C selon les variétés. Le caroubier

ne peut supporter des températures hivernales inférieures à - 7° C (**Battle et Tous, 1997**) ; il est considéré comme une des espèces méditerranéennes les plus vulnérables aux dommages causés par les basses températures. (**Albanell, 1990**)

Le caroubier est une espèce très sensible aux gelées, capables de détruire des plantations toutes entières comme en témoignent les importantes gelées de février 1956 et celles de janvier 1985, qui ont entraîné la mort de plusieurs arbres dans de nombreuses régions d'Espagne. Cependant, les arbres peuvent supporter en été des vents chauds et secs et des températures élevées allant de 40 à 45 ° C, voire jusqu'à 50° C, mais dans des conditions d'humidité suffisante. (**Albanell, 1990**)

De 5000 à 6000 heures au-dessus de 9° C sont requises pour la maturité des fruits. Le caroubier est sensible aux vents forts, aux pluies d'automne qui coïncident avec la période de floraison et aux humidités élevées au printemps. (**Battle et Tous, 1997**)

### 13.2- Sol :

Le caroubier est un arbre peu exigeant quant au type de sol qu'il nécessite. Ainsi, il a été traditionnellement cultivé sur des terres marginales et cela grâce à sa capacité à produire dans des circonstances très défavorables et dans des endroits où il n'est pas possible de cultiver d'autres espèces faute de rentabilité. (**Albanell, 1990**)

En général, le caroubier végète convenablement sur des sols pauvres, rocheux, sablonneux, limoneux lourds, argileux tout en préférant les terrains calcaires avec une texture équilibrée accompagnés toujours d'un bon drainage ; il ne supporte ni les sols acides, ni les sols hydromorphes (risque d'asphyxie et de putréfaction du système racinaire) (**Albanell, 1990 ; Sbay et Abourouh, 2006**) et a tendance à affectionner les sols superficiels. (**Aafi, 1996**)

**Melgarejo et Salazar (2003)** ont pu localiser (la zone du Levant Espagnol) des plantations du caroubier dans des zones où le carbonate de calcium a atteint les 60% avec des teneurs en calcaire actif pouvant dépasser les 22%, tout en observant que le caroubier de ces régions végète sans montrer d'évidents symptômes de chlorose ferrique qui serait normal chez d'autres espèces. À Chypre, une grande plantation de caroubier a été développée avec succès sur un sol calcaire avec un pH = 9. (**Morton, 1987**)

### 13.3- Eau :

Le caroubier est un arbre xérophile, pouvant survivre sous des climats secs et sans irrigations ; il peut très bien s'adapter à des milieux présentant des pluviométries moyennes comprises entre 250 et 500 mm par an. (**Battle et Tous, 1997**) Bien qu'ils soient résistants à la sécheresse, les arbres ont besoin d'un minimum de précipitations moyennant les 550 mm afin de garantir une production rentable. (**NAS, 1979**) Toutefois, de nombreux auteurs considèrent que des précipitations annuelles allant de 300 à 350 mm sont suffisantes pour une production acceptable. (**Albanell, 1990 ; Battle et Tous, 1997**)

## 14- la multiplication du caroubier :

La Multiplication du caroubier peut être réalisée :

- **Par semis :**

C'est une méthode classique pour la multiplication du caroubier. Cependant, elle présente un certain nombre d'inconvénients, à savoir (**Ait Chitt et al, 2007**) :

- Le caroubier est une espèce dioïque, et par conséquent le semis donne des plants avec un ratio de 50% de femelles et 50% de mâles improductifs ;
- La non conformité génétique liée à l'hétérozygotie de l'espèce, et donc une grande hétérogénéité de la descendance ;
- Entrée en production très tardive, pouvant prendre plus de 8 ans.

- **Par bouturage :**

C'est une technique de multiplication végétative plausible, mais limitée dans la pratique. En effet, les travaux menés par **(Ait Chitt et al. (2007))** ont démontré les limites techniques et physiologiques du bouturage du caroubier. Les résultats varient en fonction des arbres (génétique), la nature de la bouture et de la concentration en auxine (AIB). Par culture in vitro Il s'agit d'une technique prometteuse, mais qui n'est pas encore bien maîtrisée surtout au stade enracinement. **(Ait Chitt et al, 2007)**

- **Par greffage :**

La propagation par greffage est une technique efficace et dominée. Cette approche permet:

La préservation de la conformité de la plante produit par rapport à la plante mère sélectionnée pour ses caractéristiques de production et de qualité ; La conservation des avantages (racines profondes, rusticité, résistances aux maladies) offerts par le franc, porte greffe issus de semis. **(Ait Chitt et al. (2007))**, recommandent l'utilisation de la technique du greffage en fente apicale par rapport à l'écusson et cela pour les avantages suivants :

- Il permet de greffer sur des francs très jeunes (9 à 10 mois) par rapport au greffage en écusson qui demande un diamètre de porte greffe plus grand (donc une durée d'élevage plus longue) ;
- Il permet d'avoir une bonne soudure greffon-porte greffe.

### **15-Composition des caroubes :**

La composition chimique des différents constituants dépend du cultivar, de la zone de culture et de la date de récolte. En Turquie, une étude comparant les profils principaux de sucres des pulpes de caroubier des variétés cultivées et sauvages, a montré que le saccharose est le sucre le plus abondant avec de plus petites quantités de glucose et de fructose dans les variétés sauvages, que les variétés cultivées. Alors que les taux des sucres individuels par rapport aux sucres totaux étaient semblables dans les deux cas. **(Biner et al, 2007)**

La pulpe charnue est constituée d'environ 50 % de sucres (principalement saccharose, glucose, fructose et maltose), 18 % de cellulose et d'hémicellulose, 16 à 20 % de tanins et 1 à 2 % de protéines. La caroube, contrairement à son homologue le cacao, ne contient ni théobromine, ni caféine. Elle est riche en calcium, phosphore, potassium, magnésium, et pectine. **(Aafi, 1996)**

**Tableau 06** : Valeurs moyennes de la teneur en minéraux de la poudre de caroube (mg/kg).  
(M. Kamal E. Youssef et al, 2013)

Minéral	Mg/Kg
Mn	10.24
Zn	24.71
Fe	381.80
Cu	4.84
Se	9.79
Ca	2123
Na	505.97
K	8637.64
P	2255.21
S	17577.80

**Tableau 07** : Valeurs moyennes de la teneur en vitamines de la poudre de caroube.  
(M. Kamal E. Youssef et al., 2013)

Vitamines Unités	Unités
<b>Vitamine liposoluble</b>	<b>µg/100g</b>
A	1407
E	5377
D	4.9
<b>Vitamine hydrosoluble</b>	<b>Mg/100g</b>
C	830.08
B2	0.38
Niacin	185.68
B6	23.80
Acide folique	41.97
B12	1.30

La poudre de caroube avait été considérée comme un complément alimentaire dans diverses cultures et elle était consommée pour sa comestibilité et sa délicatesse. La poudre de caroube se situe entre les meilleurs légumes et la source de protéines animale. (Dakia, P. A., 2007)

**Tableau08:** Valeurs moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique de la poudre de caroube. (M. Kamal E. Youssef et al, 2013)

Composition chimique et valeurs calorique	%
Humidité	5.29
Protéine	6.34
Cendre	3.16
Fibre brute	7.30
Glucides	75.92
Gras brute	1.99
Valeur calorifique Kcal. /100 g.	346.95

### 16- Processus de la farine de la caroube et utilisation :

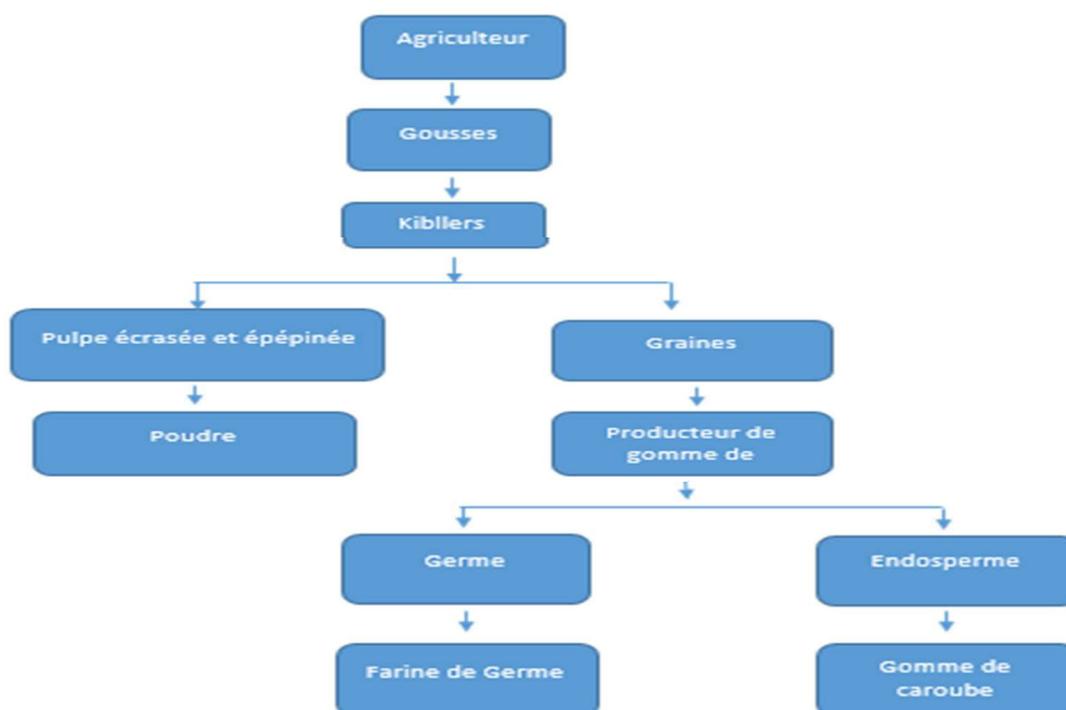
À leur arrivée dans une installation de transformation, les gousses de caroube présentent généralement une humidité comprise entre 10 % et 20 %. Étant donné que les gousses doivent être traitées à 8 % d'humidité, les fruits de caroube sont stockés dans des abris à environnement contrôlé jusqu'à ce qu'ils atteignent le taux d'humidité souhaité. (Batlle et Tous 1997)

La première étape du traitement consiste à écraser ou à broyer les cosses. Cela libère les graines des gousses, où elles peuvent être séparées et ensuite traitées séparément. Les gousses sont broyées pour l'alimentation humaine et animale. Les aliments pour animaux sont obtenus en broyant les croquettes en différentes particules, en fonction du type d'aliment souhaité. Les croquettes de mouture destinées à la consommation humaine sont d'abord torrifiées et broyées en une poudre fine portant le nom commercial de poudre de caroube. (Batlle et Tous 1997) Les sucres sont également extraits sous forme de mélasse, comme mentionné précédemment. (Batlle et Touse, 1997 ; Wang et al, 2001) Les graines sont généralement expédiées vers une installation de traitement séparée pour extraire les galactomones de l'endosperme. (Batlle et Tous 1997)

La première étape de l'extraction de la gomme de caroube consiste à éliminer l'épaisse couche de tégument entourant l'endosperme et le germe. C'est un processus difficile qui peut être complété de deux manières différentes. Dans les deux méthodes, l'objectif final est une couche de tégument plus friable, facile à enlever. La première de ces méthodes est la carbonisation du tégument par trempage dans de l'acide sulfurique et la seconde par torréfaction à sec. (Batlle et Tous 1997) Une fois que l'enveloppe de la graine est retirée, elle est moulue en une poudre fine. Elle est généralement vendue à l'industrie du cuir où elle est utilisée comme agent de tannage en raison de sa teneur élevée en tanin. (Batlle et Tous, 1997)

Afin de séparer le germe de l'endosperme, la graine entière, à l'exception du tégument, est broyée afin que l'endosperme reste à grande échelle comme des morceaux et que le germe soit transformé en une poudre fine (Batlle et Tous 1997) Ceci peut être réalisé grâce aux différences de friabilité des deux fractions. Le germe est beaucoup plus fragile et sa taille diminue facilement par rapport à l'endosperme. (Batlle et Tous 1997) Après la séparation, le germe est utilisé pour la supplémentation en protéines dans les denrées alimentaires et

les aliments pour animaux. (Batlle et Tous, 1997 ; Dakia et al, 2007) L'endosperme passe par une autre étape de la mouture pour produire une poudre fine vendue sous le nom commercial de gomme de caroube ou caroube. (Batlle et Tous 1997 ; Hoefler 2004)



**Figure25:** Diagramme de la production de la farine de caroube. Modifié de **Batlle et Tous** (1997).

### 17- Utilisation dans le domaine agroalimentaire :

Les gousses de caroube sont utilisées depuis longtemps comme matière première production d'additifs alimentaires. (Biner et al, 2007) (Tableau 09) En raison de sa douceur et sa saveur semblable au chocolat, ainsi que son bas prix, les gousses moulues en farine sont largement utilisées en Méditerranée substituant du cacao dans les confiseries, les biscuits et les produits transformés production de boissons. (Ayaz et al, 2009 ; Biner et al, 2007 ; Durazzo et al, 2014 ; Kumazawa et al, 2002)

De plus, l'avantage d'utiliser de la poudre de caroube comme substituant du cacao c'est qu'il ne contient ni caféine ni théobromine. (Bengoechea et al, 2008) C'est un épaississant, stabilisant et aromatisant naturel, qui est couramment ajouté à une grande variété de produits, par exemple, crèmes glacées, des bonbons et des soupes. (Biner, et al 2007 ; Durazzo et al, 2014)

**Tableau 09** : Proportion d'usage de la gomme de caroube (Kawamura., 2008)

Catégories d'aliment	Usage maximal (%)
Produits de boulangerie et mélanges à pâtisserie	0.15
Boissons sans alcool et bases de boisson	0.25
Les fromages	0.8
Gélatine, puddings et fourrages	0.75
Jams and jellies	0.75
Autres aliments	0.50

La farine de caroube est traditionnellement utilisée comme additif protéique dans les aliments pour animaux et les aliments destinés à la consommation humaine en raison de sa teneur en acides aminés bien équilibrée. (Feillet et Rolland 1998 ; Wang et al, 2001) La farine de germe de caroube a été identifiée comme possédant des propriétés similaires au gluten dans un brevet de 1935. Lorsqu'il était utilisé dans un système de pain levé à la levure contenant environ 30 % de farine de germe de caroube et environ 70 % farine sans gluten, un pain présentant des qualités similaires à celles d'un pain de seigle européen. (Bienenstock et al, 1935)

Depuis lors, peu de travaux ont été menés pour caractériser ses propriétés fonctionnelles par rapport au blé. Jusqu'à la découverte de la maladie coeliaque, très peu de données ont été publiées sur les propriétés fonctionnelles des protéines de germe de caroube par rapport à celles du blé. Avant la découverte de la maladie coeliaque, les pains composites à haute teneur en protéines et en germe de caroube de blé destinés aux diabétiques étaient étudiés. Ces pains étaient de moins bonne qualité que les pains de blé purs, mais ont été considérés comme acceptables. (Plaut et al, 1953)

De nombreuses publications ont indiqué que la protéine de germe de caroube présente un potentiel important dans les aliments sans gluten en raison de sa nature viscoélastique et de son acceptation sans danger pour les patients souffrant de maladie coeliaque. (Brevet de 1935) .

### III- Juniperus oxycedrus :

#### **1-Généralité sur le genévrier oxycède :**

Le genévrier cade, ou encore oxycède est une plante de la famille des cupressacées. Il a été décrit par Linne en 1753 sous le nom de *Juniperus oxycedrus*. (BELKACEM Zeyneb, 2015)

Le nom *oxycedrus* provient de deux mots grecs «oxys» et «cedros» qui signifient respectivement aigu et cèdre, c'est-à-dire «cèdre à feuilles épineuses». (Garnier et al, 1961)

Le genévrier oxycède ou genévrier cade (*Juniperus oxycedrus* L.) ; Ce petit arbre qui peut néanmoins atteindre 7 à 8 mètres de hauteur lorsqu'il n'a pas été trop malmené par l'homme, est commun en Afrique du Nord, depuis le bord de la mer jusque vers 2000-2200m d'altitude. C'est une espèce typique de la région méditerranéenne où il représente un élément pionnier très dynamique, surtout en milieu forestier dégradé. On peut le rencontrer dans le Tell associé essentiellement au chêne vert, au chêne liège, voire au Pin d'Alep, et sur les massifs montagneux où il est partout présent et souvent abondant dans les chênaies. Peu exigeant pour le sol, il s'observe surtout sur calcaires, aux étages méso et supra-méditerranéens, en bioclimat sur humide. Il peut apparaître très localement en bioclimat semi-aride où il arrive parfois à former des peuplements presque purs, notamment dans les vallées internes du Haut Atlas. Son aspect rappelle le genévrier commun mais il s'en distingue facilement par ses fruits brun rougeâtres et non bleuâtres. Comme le genévrier de Phénicie, il colonise également les dunes littorales où il est représenté par un type particulier à gros fruits (*J. macrocarpa*). (P. Quezel et M. Gast, 1863)



Figure26: *Juniperus oxycedrus*. (Russ Kleinman, 2007)

### 2-Origine :

Le genévrier oxycèdre est une espèce originaire de la région méditerranéenne. (Marongiu et al, 2003)

On distingue couramment trois sous espèces :

- subsp. oxycedrus, à port érigé, à feuilles très étroites, à fruits petits ;
- subsp. macrocarpa, plus buissonnant et à gros fruits, commune sur tout le littoral,

Quezel et al, (1962) ;

- subsp. rufescens, fruit plus petit et de couleur brun rougeâtre. Elle est très commune dans toute l'Algérie. (Quezel et al, 1962)

Il existe des formes de passage entre les deux dernières sous espèces. A noter cependant, dans une monographie récente consacrée au genre *Juniperus* (Adams, 2004), propose de faire de macrocarpa une espèce à part entière (*J.macrocarpa*) et de diviser la sous-espèce oxycedrus en deux : *J.oxycedrus* (Ouest du bassin méditerranéen), et *Juniperus deltoides* (Est du bassin). (BELKACEM Zeyneb, 2015)

### 3-Classification systématique :

**Tableau 10** : Classification systématique de genévrier oxycèdre.

<b>Embranchement :</b>	Spermaphytes
<b>Sous Embranchement :</b>	Gymnospermes
<b>Classe :</b>	Conifères
<b>Ordre :</b>	Coniférales
<b>Sous ordre :</b>	Taxales
<b>Famille :</b>	Cuprèssacées
<b>Genre :</b>	<i>Juniperus</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
<b>Catégorie :</b>	Arbuste dioïque
<b>Taille (haut*large) :</b>	3m×2m
<b>Densité de plantation par m<sup>2</sup></b>	1
<b>Rusticité :</b>	Résistant jusqu'à -28°C
<b>Nature du feuillage :</b>	Persistant
<b>Période de floraison :</b>	Printemps
<b>Type de plantes :</b>	Arbuste
<b>Nature de sol :</b>	Adapté à tous les sols
<b>Nom en français :</b>	oxycèdre, genévrier, cade, cadier, petit cèdre, petit cèdre d'Espagne
<b>Nom vernaculaire :</b>	Arar (Arabe) Taga (Berbère)

### 4-Morphologie et phénologie :

D'après (BELKACEM Zeyneb ,2015) :

*Juniperus oxycedrus* est un arbuste ou un arbrisseau d'un vert glauque pouvant atteindre 14 mètres, mais dont les dimensions sont en général beaucoup plus modestes (1 à 9 mètres, parfois moins). Port en colonne à l'âge adulte. Ecorce grise ou rougeâtre, plutôt rugueuse.

Le genévrier cade est un arbrisseau dioïque (fleurs mâles et femelles forment des petits cônes. Les cônes comestibles frais. Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence des baies, les écailles se soudant les unes aux autres. Ces cônes arrivent à maturité au bout de deux ans environ.

Les feuilles, persistantes toutes en aiguilles piquantes, sont verticillées par 3 et disposées en 6 rangs le long de la tige. Elles sont un peu glauques et donnent à l'arbuste une teinte grisâtre. Elles présentent 2 raies blanches sur la face supérieure (une seule raie chez *Juniperus communis*) de part et d'autre de la nervure principale.

C'est un arbuste dioïque dont la floraison intervient en avril-mai. 3, 4 Feuilles verticillées de genévrier cade. Chaque verticille est de 3 feuilles et 2 verticilles successifs sont décalés de 60° : les feuilles sont insérées sur la tige le long de 6 rangées. 1 Pied mâle de genévrier cade 2 rameaux d'un cade femelle chargé de galbules. Sur les pieds mâles, les fleurs sont de petits cônes jaunes, dont chacun est une fleur mâle, qui libèrent un abondant pollen. Sur les pieds femelles les petits cônes globuleux sont des inflorescences le long desquelles sont disposées quelques écailles charnues dont les plus hautes portent à leur face supérieure, un seul ovule nu. Elles ont la taille d'un pois-chiche et sont d'un vert-pruineux la première année, et brun-rouge la seconde : ce sont les galbules. Elles contiennent de 1 à 6 graines au tégument osseux et bosselés.

Les fruits sont bruns rouges à maturité, de 6 à 9 mm. La pollinisation est anémogame. La floraison a lieu au printemps.

### **5-Ecologie du genévrier oxycède :**

#### **5.1-Altitude :**

Le cade s'étend de 0 m d'altitude, sur les dunes littorales et peut s'élever dans les montagnes jusqu'à 1200 m. (**Gaston, 1990**)

#### **5.2-Caractères édaphiques :**

Il est indifférent au sol. Il apprécie les lieux arides, rocailleux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert et au chêne Kermés. Il préfère les sols drainés, même calcaire ou sec. Les sols calcaires, mi-calcaires et marneux lui conviennent particulièrement. (**Lucienne,1961**).

#### **5.3-Caractères climatiques :**

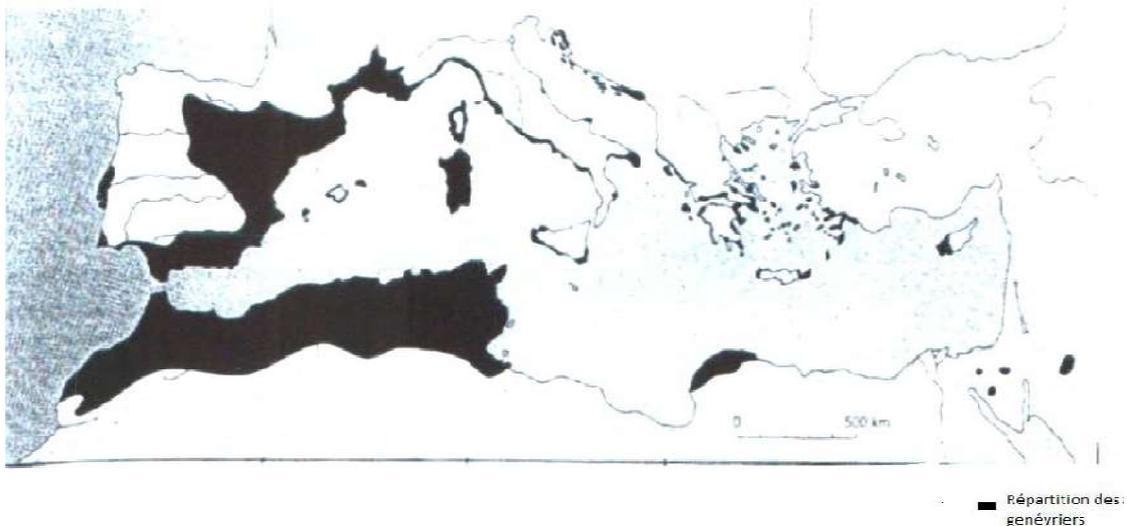
Le cade est une espèce héliophile qui ne se développe complètement qu'en pleine lumière ; supporte des sécheresses sévères (xérophiles) et résiste aux embruns salés. Elle est très résistante aux aérosols riches en Na cl (embruns marins). C'est une espèce des climats subhumide et semi-aride frais à froid. Espèce continentale, elle est souvent associée au pin d'Alep et au chêne vert. En Algérie, il est fréquent dans le semi-aride et aride. (**BELKACEM Zeyneb, 2015**)

### **6- Répartition :**

L'oxycède est fréquent en région côtière méditerranéenne ( du Maroc à l'Iran ), Où il est l'une des plantes caractéristiques des garrigues et des maquis. Il est le plus courant des genévriers méditerranéens, on le rencontre dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Il vit dans les régions du sud de l'Europe (Espagne, France). C'est une espèce méditerranéenne qui croit jusqu'aux les pays du Moyen-Orient. (**BELKACEM Zeyneb, 2015**)

En France, il est commun dans toute la région méditerranéenne d'où il s'étend, en devenant assez rare, jusque dans l'Aveyron, la Lozère, l'Ardèche et la Drôme. (Gaston, 1990)

En Algérie, (Quezel et al, 1962) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus* est commun dans le secteur des hauts-plateaux (Oranais, Algerois et Constantinois) et aussi dans le secteur de l'Atlas Saharien. (Quezel et al, 1962) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa* est commun sur tout le littoral, tandis que le *Juniperus oxycedrus* subsp *rufescens* est très commun dans toute l'Algérie. (Klaus, 1991) a mentionné que cette espèce est répandue partout dans l'Afrique du Nord surtout dans les montagnes.



**Figure27:** Aire de répartition des genévriers en région méditerranéenne. (Quezel et Medail)

### 7-Appareil végétatif :

#### a-Racine (multiplication) :

La multiplication par semis est longue, elle se fait aussi par bouture à talon en été. (BELKACEM Zeyneb, 2015)

#### b- Feuilles :

Aiguilles réunis par 3 autour du rameau, plus longues que *Juniperus communis*, très piquantes ; deux bandes blanches à la face supérieure. (Riou-Nivert.,2001)



**Figure28:** Feuille de *Juniperus oxycedrus*. (Elian, 2010)

### c-Rameaux :

Souples, étalés et anguleux. (Riou-Nivert, 2001)



**Figure29:** Rameaux de *Juniperus oxycedrus*. (H.Gay)

### d-Fleurs :

Le genévrier cade est dioïque. Les fleurs mâles et femelles forment des cônes, les mâles jaunâtres petites et ovoïdes ; visibles en mai, formées de quelques écailles qui se soudent entre elles à la maturité. (BELKACEM Zeyneb, 2015)



**Figure30:** Pied mâle (Thierry Menard, 2010)



**figure31:**Pied femelle (Thierry M, 2010)

### e-Fruit :

Chaque fruit contient 3graines triangulaires de 2 à 3 mm logées dans la partie charnue de la galbule. (BELKACEM Zeyneb, 2015)



Figure32: Baies de Juniperus oxycedrus. (Saule, 2002)

### 8-la multiplication du genévrier oxycède:

Le genévrier cade, un des feuilles gris bleuté, étroites et aiguës (oxycedrus vient du grec oxy, aigu, piquant). Les feuilles sont marquées par de fines bandes blanches sur la face supérieure. Le bois dur, très odorant, un grain fin, est utilisé pour le tournage ou la sculpture : il est réputé imputrescible. Par distillation du bois, on obtient d'ailleurs une huile essentielle à odeur puissante, utilisée comme antiseptique et parasiticide.

Le cade est un bel arbuste à faire émerger des massifs de feuillage gris, un mêler dans la composition d'une haie libre. On observe parfois des sujets centenaires, qui prennent une belle silhouette de petit arbre.

La **multiplication se fait par semis** en pots sous châssis froids, après avoir débarrassé les graines, à maturité, de leur enveloppe charnue. La germination peut demander jusqu'à 5 ans. Bouture semi-aoûtées en septembre, avec des hormones.

### 9-utilisation :

Ce genévrier est surtout connu pour l'huile que l'on obtient en distillant son bois, nommé l'huile de cade. (Marongiu et al, 2003) Cette huile est utilisée depuis très longtemps, comme remède externe de nombreuses affections cutanées : eczéma chronique à forme sèche, acné, psoriasis, et lichen. (BELKACEM Zeyneb, 2015) Par ailleurs, Leung et Foster en 1996, rapportent que l'huile de cade possède des propriétés kératolytiques et antipruritiques et des activités antimicrobiennes in vitro.

Ce genévrier est utilisé comme antiseptique et parasiticide pour traiter sous forme de gel certain affection de la peau ; cette huile essentielle est utilisée également pour soigner les animaux domestiques.

En médecine traditionnelle, cette plante est utilisée dans le traitement de diverses maladies telles que l'hyperglycémie, l'obésité, la tuberculose, la bronchite et la pneumonie. (Swanston-Flatt et al, 1990; Sancher et al, 1994) Les baies du genévrier oxycède sont diurétiques, stimulantes et vermifuges. (Becker et al, 1982)

Le bois du genévrier est dur et résistant à la rupture, il est très apprécié des indigènes en raison de la rectitude de ses perches qu'ils utilisent en grande quantité pour leurs habitations. Il donne un bon combustible et fournit un goudron végétal : l'huile de cade utilisée en médecine est extraite par distillation du bois des vieux arbres, mais surtout des racines. **(Boudy ,1950)**

### **Chapitre III: Germination**

#### **I- La graine et la germination :**

##### **I.1- Définition de la graine :**

La graine 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. (MURRAY, 2008)

##### **I.1.2-la dormance des graines :**

Chez de nombreuses plantes, la germination des graines n'est pas immédiate, et nécessite le passage par une période de repos pendant laquelle la germination est inhibée par divers mécanismes. (YAKOUBI Fatima, 2014)

La dormance est un stade important dans le cycle de vie des plantes. C'est un état provisoire dans lequel des graines viables ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables ; cet état se caractérise par une absence virtuelle d'activité métabolique et/ou par un manque virtuel de développement et de croissance. (HILHORST et KOORNNEEF, 2007)

La dormance peut être liée à la présence d'inhibiteurs, la présence de protéines photosensibles ou chromoprotéines, l'imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène, et/ou à la résistance mécanique des enveloppes, c'est une propriété innée qui est définie par des facteurs génétiques et environnementaux pendant le développement de la graine. (YAKOUBI Fatima, 2014)

La dormance correspond à une inaptitude pour la graine de germer même dans des conditions favorables. (BEWLEY, 1997) la dormance est acquise en fin de maturation de la graine. (YAKOUBI Fatima, 2014)

##### **I.1.2.1-type de dormance :**

Il existe deux types de dormance :

La dormance primaire ; elle s'installe pendant la formation des semences, et est présente à la récolte. C'est un état de repos profond qui se produit sous l'influence des facteurs internes de nature tégumentaire ou embryonnaire. (NAMBARA et MARION-POLI, 2005 ; FINCHTEL-SAVAGE et LEUBNER-METZGER, 2006)

##### **🚧 La dormance tégumentaire**

Les téguments assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils peuvent empêcher la germination en jouant un rôle de :

- Barrière physique : résistance mécanique, imperméabilité à l'eau.
- Barrière chimique : piégeage de l'oxygène par des composés phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments. (YAKOUBI Fatima, 2014)

### 🚩 La dormance morphologique (embryonnaire)

La dormance « morphologique » est due à la présence d'un embryon « sous développé » au moment de la dissémination des graines. (BASKIN et BASKIN,1998)  
La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance. (YAKOUBI Fatima, 2014)

D'autre part, la dormance de l'embryon, impliquerait selon d'autres essentiellement d'autres facteurs : les cotylédons, ainsi que les inhibiteurs de germination, dont surtout l'acide abscissique (ABA). (BEWLEY et BLACK, 1994)

### I.2-Définition de la germination :

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)

La germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, que les réserves qui jusque l'assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule. (JEAM et al, 1998)

Il est considéré qu'il s'agit d'un processus dont les limites sont le début de hydratation de la semence, s'il s'agit d'une semence orthodoxe, et le tout début de la croissance de la radicule de l'embryon. (Come, 2006)

Selon Jean, François, Gaudry et Roger in come ; 2006 :

La germination est définie comme la somme des événements qui vont de la graine sèche à la percée radriculaire : cela commence par la prise d'eau ou imbibition qui permet l'activation métabolique et se termine par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine.

### I.2.1-Les types de germination :

- La germination épigée : lorsque les cotylédons sont amenés au-dessus du niveau du sol. (MOKADEM Rahma.2018)
- La germination hypogée : lorsque les cotylédons restent sous la surface du sol. (Raven, Evert et Eichhorn, 2003)

### I.2.2-Les phases de la germination :

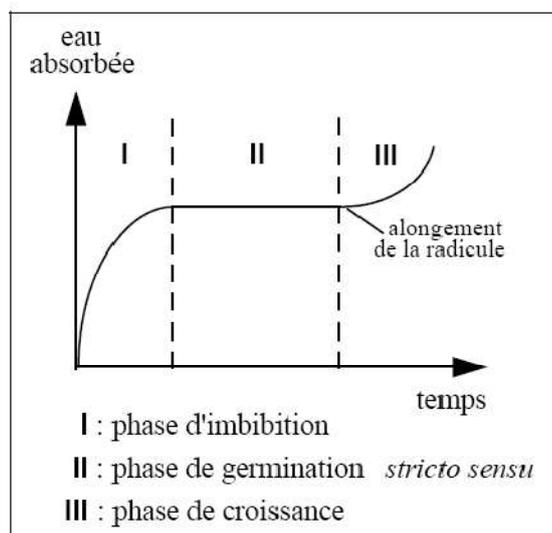
Le processus de germination d'une semence orthodoxe se déroule en 3 phases successives .celles-ci peuvent être facilement mises en évidence en suivant l'évolution de l'absorption d'eau par une semence mise à germer. (Come, 1982)

**I.2.2.1-phase d'imbibition:** pendant la quelle la semence fortement déshydratée absorbe rapidement de l'eau au départ puis plus lentement par la suite.

**I.2.2.2-phase de germination stricto sensu:** au cours de laquelle la semence n'absorbe pratiquement plus d'eau, représente le véritable processus de germination ou germination stricto sensu.

**I.2.2.3-phase de croissance:** le début de l'allongement de la racicule de l'embryon, qui correspond au démarrage de la 3eme phase.

Cette dernière est marquée par une reprise de l'absorption d'eau due à l'allongement de la jeune racine. (Come, 1982)



**Figure33:** Courbe théorique de la germination d'une semence (d'après Côme, 1982)

### I.2.3-Morphologie et physiologie de la germination

#### I.2.3.1-Morphologie de la graine :

La graine s'imbibe d'eau et se gonfle, le tégument se fend et la racicule 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)

#### I.2.3.2-Physiologie de la germination :

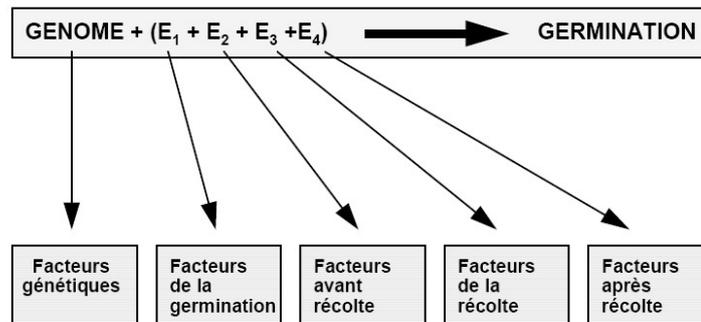
Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquérir l'énergie nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont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

#### I.2.4- Les facteurs de la germination :

D'après Come et Françoise(2006), les principaux facteurs impliqués dans les propriétés germinatives des semences sont :

- Facteurs génétiques : caractéristique génétiques du parent femelle et du parent male.
- Facteurs de la germination : température, oxygène, lumière, profondeur du semis, potentiel hydrique du milieu.

- Facteurs avant récolte : conditions de développement des plantes mère (facteurs climatique, facteurs nutritifs, nature du sol...) traitement phytosanitaires, des plantes, position des semences sur les plantes ou dans les inflorescences, âge des plantes, condition de pollinisation.
- Facteurs de la récolte : état de maturité, état de dormance, état sanitaire, taille des semences.
- Facteurs après récolte : séchage, nettoyage, triage, traitement phytosanitaire, enrobage, pelliculage, pré germination, traitement par l'acide gibbérellique.



**Figure34:** Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des Semences (d'après Côme, 1993).

### I.2.5-Conditions de la germination :

#### I.2.5.1-Conditions internes de la germination :

Avant la germination, la graine doit répondre à de nombreuses conditions internes qui sont la maturité ; c'est-à-dire que toutes les parties qui la constituent soient complètement différenciées morphologiquement. (HELLER et al, 2000)

La deuxième condition est la disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides ou d'autres nutriments pour l'embryon de la graine à travers l'activité des enzymes et des voies spécifiques. (MIRANSARI et SMITH, 2009)

La troisième condition est la longévité des semences, autrement dit, la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. Cette dernière condition varie considérablement en fonction des espèces et des conditions environnementales. (HELLER et al, 2000)

#### I.2.5.2-Conditions externes de la germination :

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

##### I.2.5.2.1-Eau :

Selon CHAUSSAT et al (1975), la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution des réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division. (DOMINIQUE, 2007)

### **I.2.5.2.2-Oxygène :**

Selon MAZLIAK (1982), une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après MEYER et al (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

### **I.2.5.2.3-Température :**

La température présente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la reproduction, l'activité et la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère. (RAMADE, 2003)

Selon MAZLIAK (1982) la température est fondamentale dans la germination. Elle agit sur la vitesse de consommation d'O<sub>2</sub> par l'embryon et sur les réactions d'oxydation des composés phénoliques.

### **I.2.5.2.4-Lumière :**

Ce facteur, dont l'action complexe est liée à la concentration relative des deux formes du phytochrome. (CHAUSSAT et al, 1975)

D'après COME(1970), les semences peuvent être classées en trois catégories :

- **Semences à photosensibilités positive :** Leur germination est favorisée par la lumière blanche. On estime que près de 70% des espèces ont des semences de ce type.
- **Semences à photosensibilités négative :** Leur germination est inhibée par la lumière blanche et favorisée par l'obscurité. Elles représentent environ 25% des espèces.
- **Semences indifférentes à la lumière :** Elles germent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière du jour.

## **I.2.6- Différents obstacles de la germination :**

Ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (c'est 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)

### **I.2.6.1- 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)

### **I.2.6.2- Inhibition tégumentaire :**

D'après MAZLIAK (1982), les inhibitions tégumentaires se rencontrent chez les semences dont les enveloppes sont totalement imperméables ou pas suffisamment

perméable à l'eau ou à l'oxygène, ou des enveloppes trop résistants pour que l'embryon puisse les rompre.

### **I.2.7 -Techniques utilisées dans la levée des inhibiteurs de la germination :**

La levée de dormance se fait naturellement ou artificiellement.

#### **I.2.7.1-Naturelles :**

Par l'altération des enveloppes sous l'effet des alternances de sécheresse et d'humidité, de gel et de réchauffement. (DOMINIQUE, 2007)

#### **I.2.7.2- Artificielles :**

Par des différentes méthodes, on peut citer :

##### **I.2.7.2.1- 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)

##### **I.2.7.2.2- 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)

##### **I.2.7.2.3 -Lixiviation :**

Par le trempage ou le lavage à l'eau, pour éliminer les inhibiteurs hydrosolubles. (JEAM et al, 1998)

##### **I.2.7.2.4-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)

##### **I.2.7.2.5- 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)

# **PARTIE III. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

---

## Chapitre IV : Matériel et méthodes

### I-matériel végétal

#### 1-Objectif :

Le principal objectif de ce travail est d'étudier les effets des stress salin et hydrique sur la germination des graines : JUNIPERUS PHOENICEA, CERATONIA SILIQUA L , JUNIPERUS OXYCEDRUS.

#### 2-choix des espèces :

Dans notre étude, nous avons utilisé trois plantes médicinales : Juniperus phoenicea, Ceratonia siliqua l, Juniperus oxycedrus, qui ont été récoltées durant le mois de novembre 2021 à partir de la région de Doui Thabet la wilaya de Saida et la wilaya de Mostaganem.

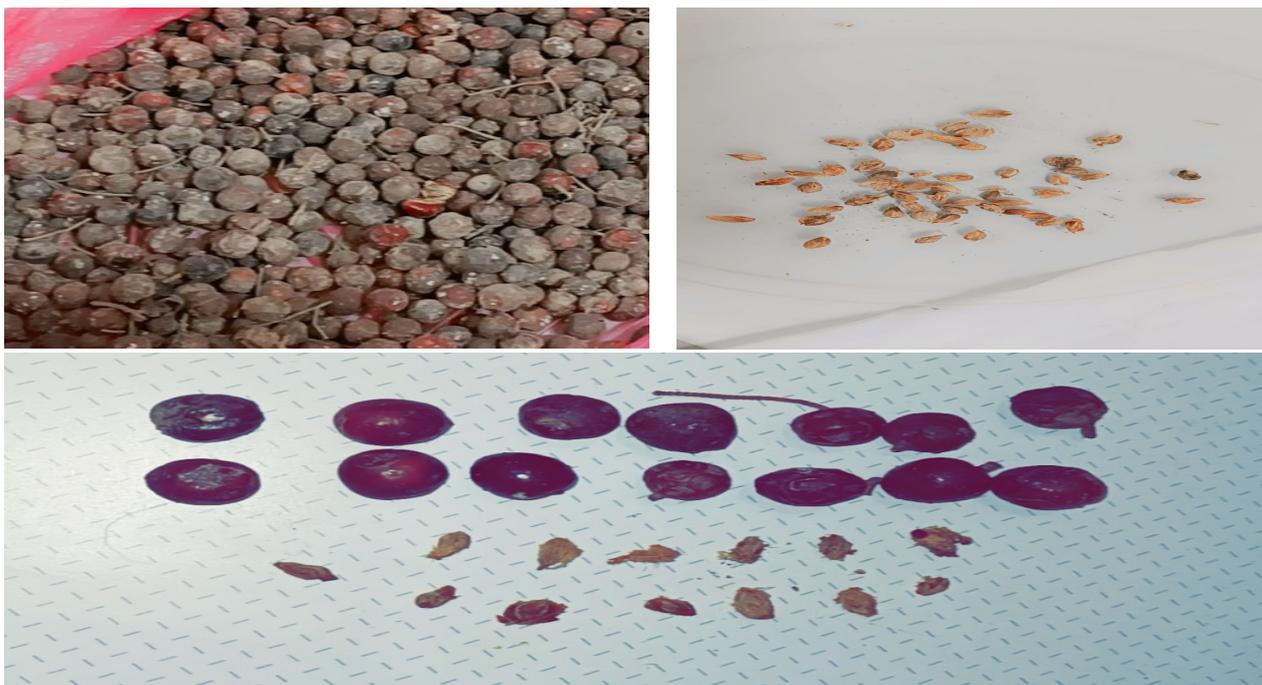
#### 3-préparation des graines pour les tests de germination :

Les graines des légumineuses ou les Fabaceae, généralement, ont des téguments imperméables à l'eau et à l'oxygène et nécessitent une scarification qui permet l'imbibition et la germination (CHALABI, 2007). Cette dormance, d'origine tégumentaire, peut différer la germination d'une graine pendant plusieurs années. A fin de levée cette obstacle, nous avons décortiqué manuellement les graines. Par la suite désinfecte les graines à l'hypochlorite de sodium à 2 % pendant 3 minutes et rince à l'eau distillé pour éliminer les traces de chlore.

- ✓ Puis Nous avons utilisé 04 prétraitements sur les graines de **JUNIPERUS PHOENICEA** :
  - trempage dans l'eau distillée pendant 24h.
  - trempage dans l'eau distillée pendant 48h.
  - immersion des graines dans l'acide sulfurique.
  - stratification des graines au froid pendant 30 jours.

Afin de réduire l'épaisseur et la dureté des téguments et faciliter leur germination.

De ce fait, nous avons retenu 3 répétitions avec 10 graines par boîtes de Pétri , sur une couche de coton arrosé par d'eau distillée comme témoin, et 3 répétitions avec 10 graines qui est trempé dans l'eau distillé pendant 24h, et 3 répétitions avec 10 graines qui est trempé dans l'eau distillé pendant 48h , et 3 répétitions avec 10 graines traitées par l'acide sulfurique (98%) pendant des différentes périodes (tableau) après le trempage dans l'acide sulfurique les graines sont abondamment rincées à l'eau de robinet et ensuite à l'eau distillé 3 fois pendant 5 minutes pour éliminer toute les traces de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , puis installées dans les boîtes Pétris.



**Figure35:**les graines de JUNIPERUS PHOENICEA.

Toutes les boîtes ont été installées dans une étuve de germination au laboratoire dans des conditions d'humidité, d'obscurité et de température différents (15,20 ; 25°C) établies pour stimuler la germination. A chaque date de suivi, le coton a été humecté avant leur dessèchement. Les graines ont été suivies quotidiennement pendant une période de 30 jours, une graine a été considérée comme germée lorsqu'elle commence à se réhydrater et cesse à la sortie de la radicule.

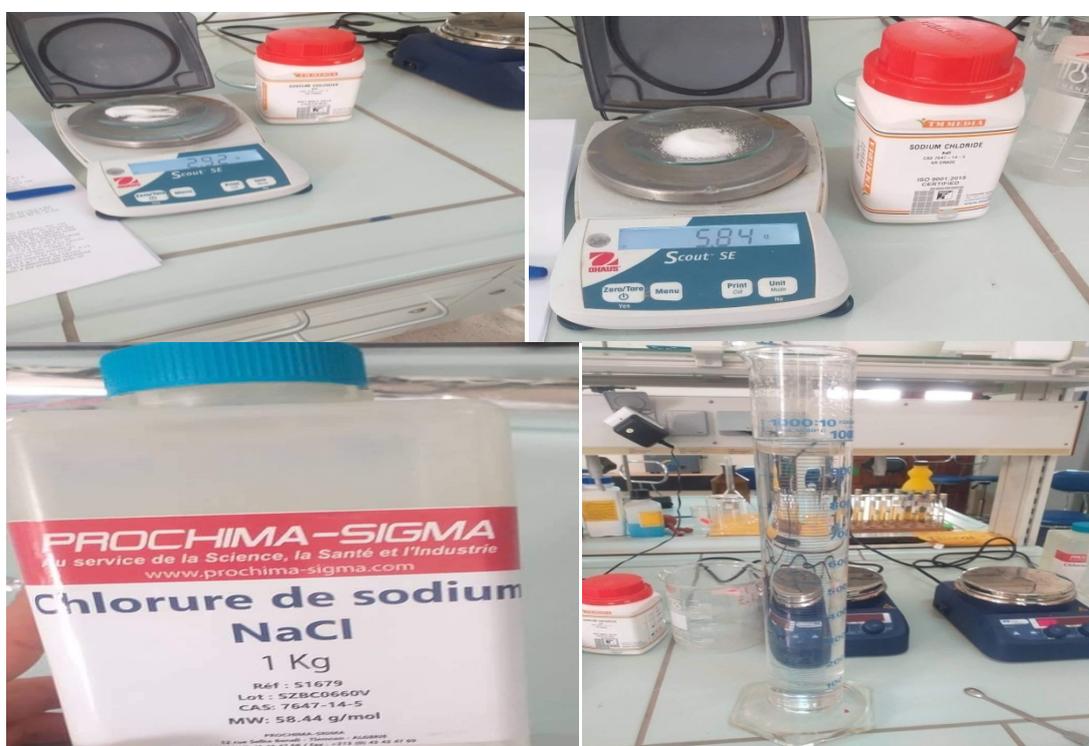


**Figure36:** A-photo indique la germination de première graine. B-disposition les boîtes de pétri dans l'étuve. c-disposition des graines en boîte de pétri.

**Tableau 11:** le prétraitement des graines de JUNIPERUS PHOENICEA par l'acide sulfurique à différentes durée de trempage.

Espèce	Prétraitement		
	T1	T2	T3
JUNIPERUS PHOENICEA	15min	30min	45min

Nous répétons le traitement initial et cette fois l'arrosage se fait avec une solution saline, on provoque trois différent stress salin (Na Cl) 2,92 ; 5,84 et 11.68 g/l



**Figure37:** photos indique la préparation de solution saline (NaCl).

Nous répétons le traitement initial et cette fois l'arrosage se fait avec une solution de polyethylene glycol 6000, on provoque trois différent stress hydrique (PEG) 3 ,13 et 35 g/l.



**Figure38:** photos indique la préparation de solution de polyethylene glycol 6000.

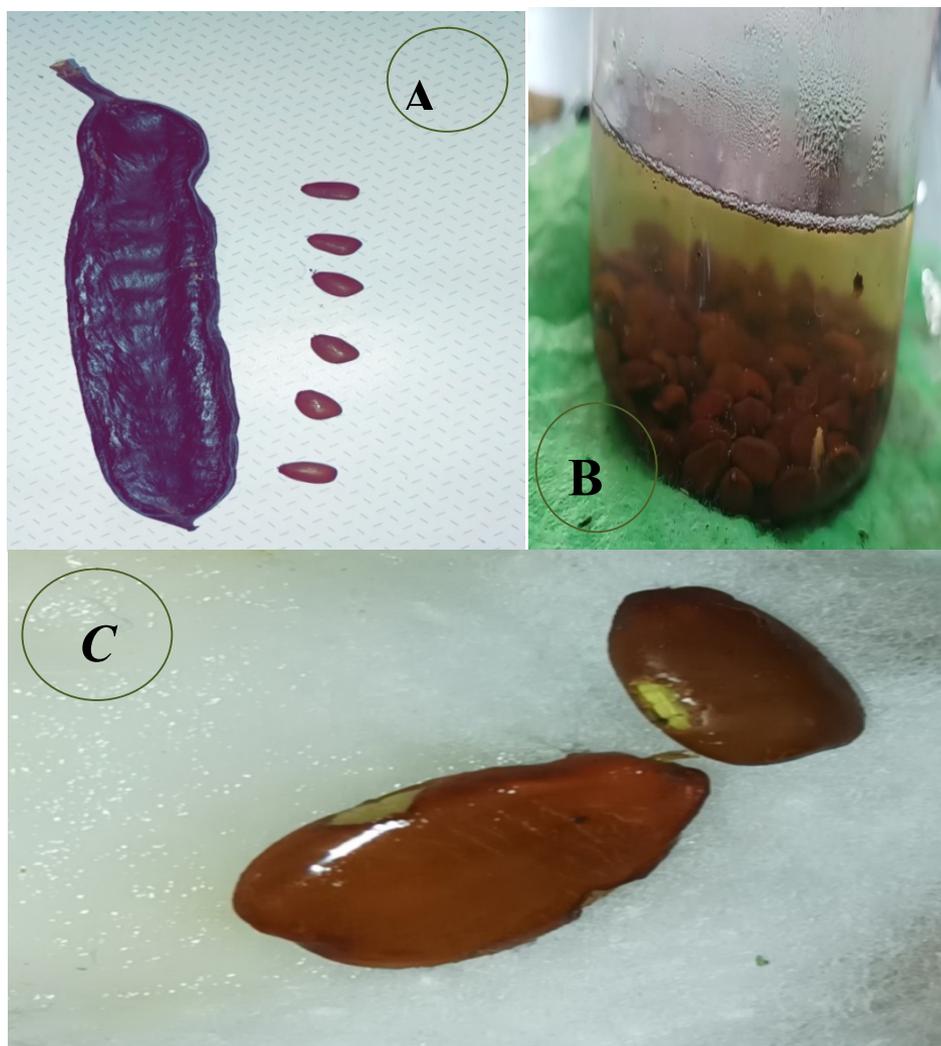
Puis nous avons placée les graines dans le sable pendant 30 jours pour la stratification.



**Figure 39:** photos indique la stratification des graines.

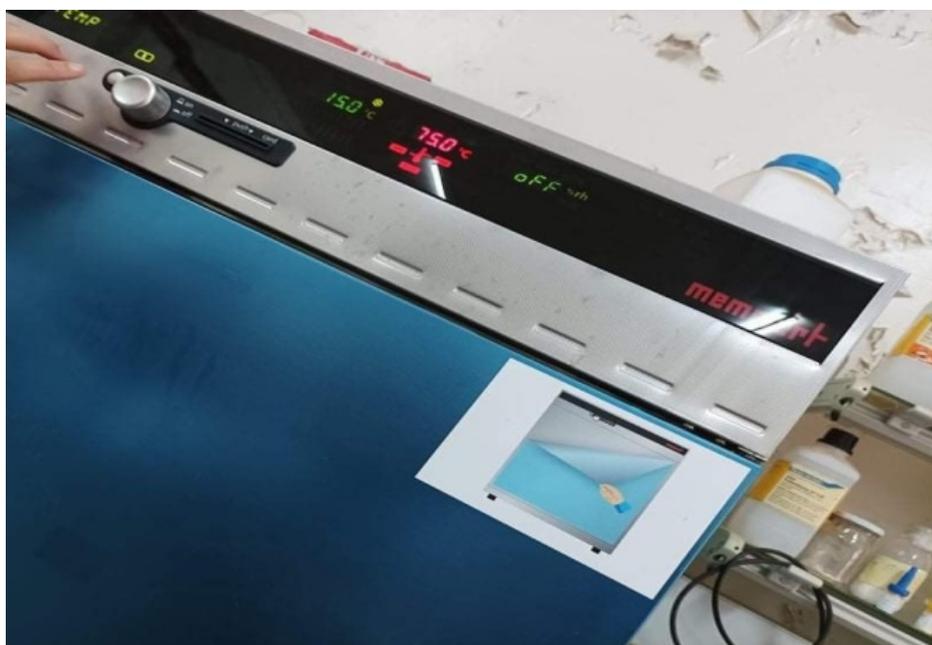
- ✓ Puis Nous avons utilisé 02 prétraitements sur les graines de **CERATONIA SILIQUAL** :
  - trempage dans l'eau chaude (90°C) pendant 5min, puis trempage a l'eau distillé pendant 24h.
  - scarification manuelle des deux cotés de la graine.

De ce fait, nous avons retenu 3 répétitions avec 10 graines par boites de Pétri, sur une couches de coton arrosé par d'eau distillée comme témoin, et 3 répétitions avec 10 graines qui est trempée dans l'eau chaude (90°C), pendant 5min et ensuite qui est trempée a l'eau distillé pendant 24h, et 3 répétitions avec 10 graines qui est scarifié manuellement .



**Figure40:** A - photo indique les graines de Ceratonia siliqua. B - trempage dans l'eau chaude. C - les graines scarifiées des deux coté.

Toutes les boîtes ont été installées dans une étuve de germination au laboratoire dans des conditions d'humidité, d'obscurité et de température différents (15,20 ; 25°C) établies pour stimuler la germination. Les graines ont été suivies quotidiennement pendant une période de 30 jours. A chaque suivi, le coton a été humecté avant leur dessèchement.



**Figure41:** répartition des boites pétries dans l'étuve.

On provoque un stress salin sous cinq différentes doses de Na Cl 2.92, 5.84, 11.68, 15, 20 g/l.



**Figure42:** photo indique disposition des graines dans les boites pétris sous l'effet de stress salin (Na CL).

Ensuite, on provoque un stress hydrique sous cinq différentes doses de polyethylene glycol 6000(3, 13, 35,45 et 55 g/l).



**Figure43:** photo indique disposition des graines dans les boites pétris sous l'effet de stress hydrique.

- ✓ Puis Nous avons utilisé 02 prétraitements sur les graines de **JUNIPERUS OXYCEDRUS** :
- ❖ Trempage dans l'eau distillé pendant 24h.
- ❖ Trempage dans l'eau distillé pendant 48h.

De ce fait, nous avons retenu 3 répétitions avec 10 graines par boites de Pétri, sur une couches de coton arrosé par d'eau distillée comme témoin, et 3 répétitions avec 10 graines qui est trempée dans l'eau distillé pendant 24h, et 3 répétitions avec 10 graines qui est trempé dans l'eau distillé pendant 48h.



**Figure44:** les graines de Juniperus oxycedrus.

Toutes les boites ont été installées dans une étuve de germination au laboratoire dans des conditions d'humidité, d'obscurité et de température 20°C. Les graines ont été suivies quotidiennement pendant une période de 30 jours, et à chaque suivi le coton a été humidifié avant leur dessèchement.



**Figure45:** disposition des graines dans la boîte pétrie.

## II-méthodes

### a-précocité de germination :

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature, car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la racine à travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines. (RENARD, 1975)

Ce paramètre est déterminé lorsque nous observons les premières graines germées. Dans ce cas, la précocité de la germination est exprimée par le taux de première graines germées correspond à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées. (BELKHODJA, 1996)

### b-paramètre étudié :

Les paramètres retenus à la fin du test, sont :

#### 1- Délai de germination :

Le délai d'attente ou le délai de germination est le temps écoulé entre le semis et la première germination (AHOTON, 2009).

#### 2- Taux de germination :

Le taux de germination est déterminé à partir du nombre total des graines (NT) met en germination et le nombre des graines germées (NI) (AHOTON, 2009), en effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$TG = (NI / NT) \times 100$$

#### 3 -Taux quotidien de germination :

D'après FERRAUTO et al, 2013, le pourcentage de la germination quotidienne est :

$$GE = (\text{Nombre de graine germées quotidienne} / \text{Nombre total de graines testées}) \times 100$$

C'est la cinétique d'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de la germination et des traitements subis par la semence (BELKHOUDJA et BIDAI, 2004).

#### 4 -Taux cumulé de germination :

$$TC = (\text{Nombre total de graines germées} / \text{Nombre total de graines testés}) \times 100$$

#### 5- Vitesse de germination :

Elle peut être exprimée par : Le coefficient de vitesse (CV) et Le temps moyen de germination (TMG) correspond à l'inverse X 100 du coefficient de KOTOWSKI (1926) (CV).

$$TMG = \sum n / \sum (n \cdot j_n) \times 100$$

Avec: n le nombre des semences germées le jour j et j<sub>n</sub> le nombre de jour après l'ensemencement.

#### 6-logiciel utilisé :

Microsoft Excel c'est un logiciel qui nous avons utilisé pour représenter les résultats des différents traitements se forme des tableaux, des graphes, etc.

# **PARTIE IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

---

## Chapitre V : Résultats et discussions

### 1. Effet des stress salin et hydrique sur la germination

#### 1.1. Variation des taux de germination finale (G %) et indice de tolérance (IT)

L'impact des stress salin et hydrique sur le comportement germinatif peut être considéré comme un bon indicateur du degré de tolérance des plantes vis-à-vis de ces deux contraintes. Bien qu'il ne reproduise pas intégralement le comportement des plantes, en conditions de stress, le taux de germination nous renseigne de manière plus ou moins précise sur leur aptitude à tolérer le stress.

Le taux de germination est rapporté dans les figures et les tableaux suivants. Les résultats indiquent que le pourcentage de germination des trois espèces (JUNIPERUS PHOENICEA, CERATONIA SILIQUA, JUNIPERUS OXYCEDRUS) étudiées est variable en fonction de la concentration imposée et de la variété elle-même.

- **JUNIPERUS PHOENICEA :**

La germination des graines du genévrier rouge est difficile, comme d'ailleurs celle des autres espèces du Juniperus à cause de l'existence d'un tégument coriace, imperméable et résineux, et parfois à cause d'une immaturité et des phénomènes de dormance.

Les caractéristiques qualitatives et quantitatives des graines varient en fonction de l'origine des semences.

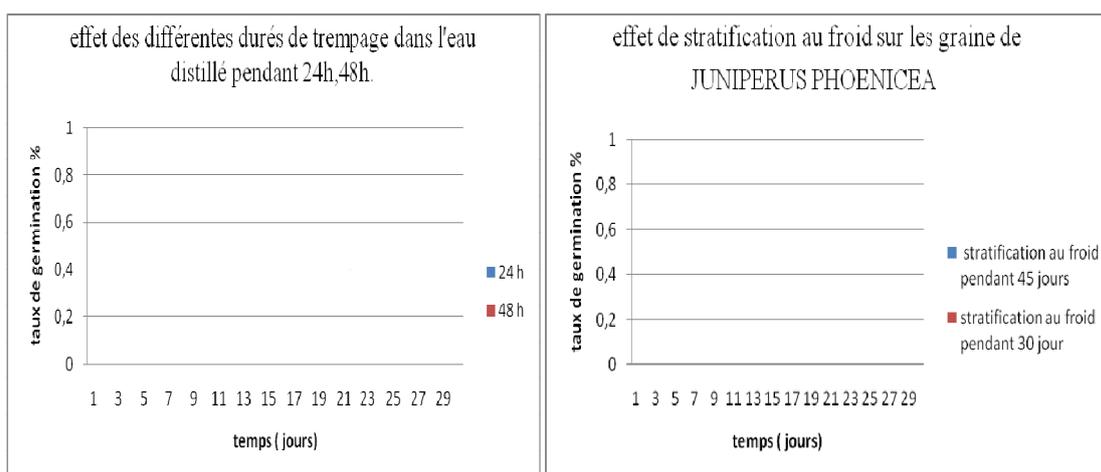
**Tableau12 :** les protocoles qui nous avons appliqué sur les graines de genévrier de phénicie.

Prétraitement	Milieu	température
→ trempage dans l'eau distillée pendant 24h.	→ Boite de Pétri avec coton humidifié à l'eau distillée.	→ 15°C, 20°C et 25°C.
→ trempage dans l'eau distillée pendant 48h.	→ Boite de Pétri avec coton humidifié à solution salin (Na Cl)	
→ immersion des graines dans l'acide sulfurique.	→ Boite de Pétri avec coton humidifié à solution de polyethylene glycol 6000.	
→ stratification des graines au froid pendant 30 jours et 45 jours.		

**Tableau 13** : résultats de la germination des graines de genévrier de phénicie.

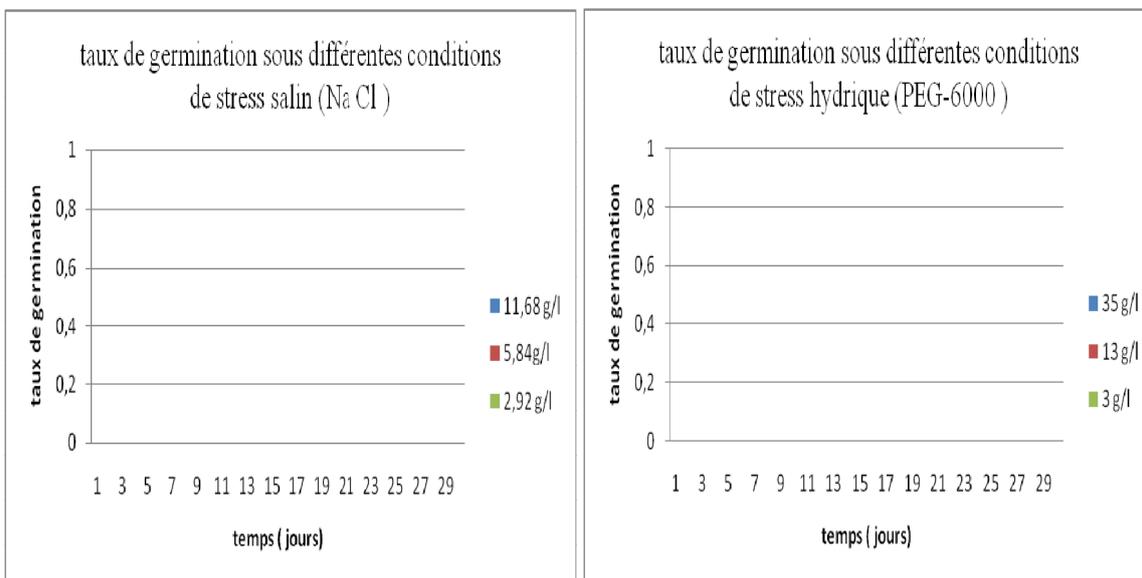
Prétraitement		Germination (%)	Temps total (jours)	1 <sup>ère</sup> germination (jours)	Dernière germination (jours)
trempage dans l'eau distillée pendant 24h.		0	30	-	-
trempage dans l'eau distillée pendant 48h.		0	30	-	-
immersion dans l'acide sulfurique	15 min	3,33	30	17	17
	30 min	10	30	17	21
	45 min	0	30	-	-
stratification des graines au froid pendant 30 jours et 45 jours.		0	30 à 45	-	-

Aucune germination des graines qui est traité par le trempage dans l'eau distillé pendant 24h,48h et starification au froid pendant 30 jour, 45 jours.



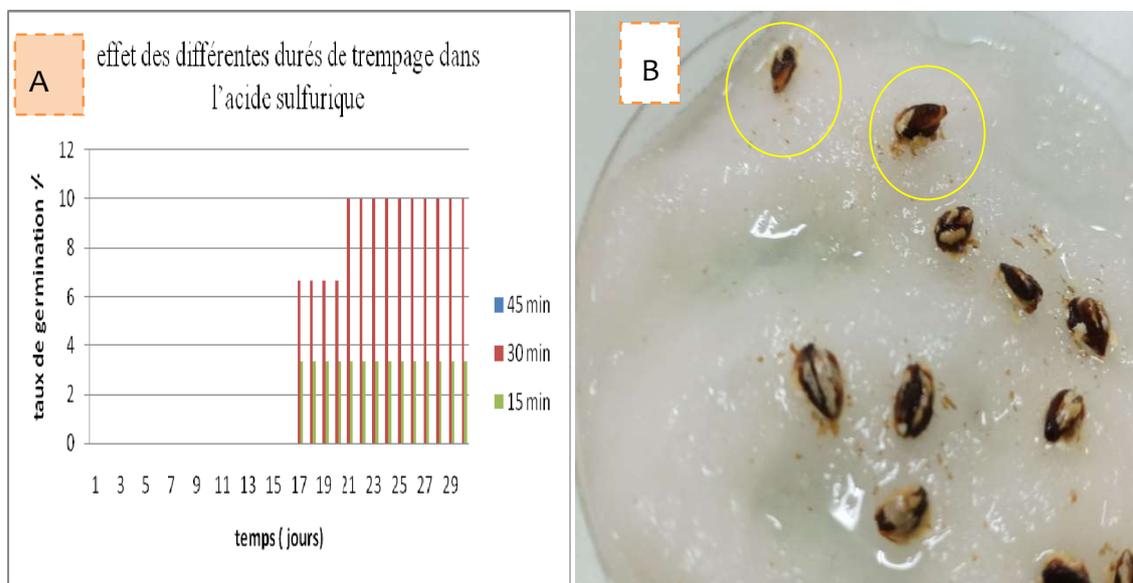
**Figure 46:** taux de germination en effet de différentes prétraitement (trempage à l'eau distillé pendant 24h ; 48h et la stratification au froid pendant 30jours et 45 jours).

Suite à une exposition à un stress modéré en présence de PEG-6000 et un stress salin modéré en présence de Na Cl , les valeurs observées donnée des résultats de germination nul.



**Figure 47:** taux de germination sous différentes condition de stress salin (Na CL) et hydrique (PEG-6000).

L’immersion des graines dans l’acide sulfurique pendant 30 min procurent de bien meilleurs résultats que l’immersion des graines pendant 15 et 45 min.



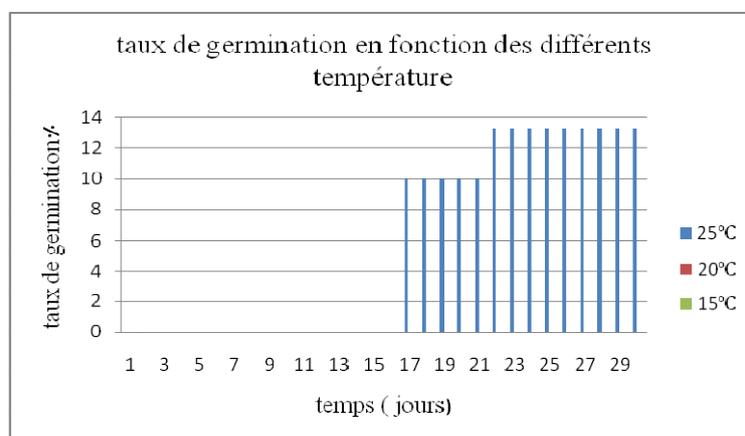
**Figure48:** a-taux de germination en effet des différentes durées de trempage dans l’acide sulfurique. b- photo indique la germination des graines de genévrier de Phénicie.

L'utilisation de l'acide sulfurique provoque une germination des graines quand les essais dans les mêmes conditions, mais en humidifiant le coton de la germination seulement avec l'eau distillé.

Les essais réalisés avec l'immersion dans l'acide sulfurique ont donné des résultats de germination très bas ou nuls.

L'origine géographique des semences et les conditions de germination influencent significativement la germination des graines. Les qualités des graines varient aussi en fonction des années selon les conditions écologiques qui ont prévalu au cours de l'année de fructification.

La température 25°C est celle qui montre la germination des graines, concernant la température 15°C et 20°C elle donne des résultats nuls.



**Figure49:** taux de germination en fonction de différentes températures.

- **CERATONIA SILIQUA :**

La germination des graines du caroubier est facile et plus rapide, les graines fraîches germent normalement bien sans traitement préalable mais une fois qu'elles ont séché, elles deviennent très dures et n'absorbent plus l'eau empêchant ainsi la graine de germer.

Les graines scarifiées ont germé de façon plus complète et plus rapide que les graines non scarifiées. Comme aucune perte de germination n'a été observée.

Les graines peuvent être plantées au printemps ou à l'automne. Les plantes développent une racine pivotante se cassant facilement.

**Tableau 14 :** les protocoles qui nous avons appliqué sur les graines du caroubier.

Prétraitement	Milieu	Température
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ trempage dans l'eau chaude (90°C) pendant 5min, puis trempage à l'eau distillé pendant 24h.</li> <li>○ scarification manuelle des deux cotés de la graine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Boite de Pétri avec coton humidifié à l'eau distillée, solution salin (Na Cl) et à solution de polyethylene glycol 6000.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 15°C, 20°C et 25°C.</li> </ul>

Tableau 15 :résultats de la germination des graines du CERATONIA SILIQUA.

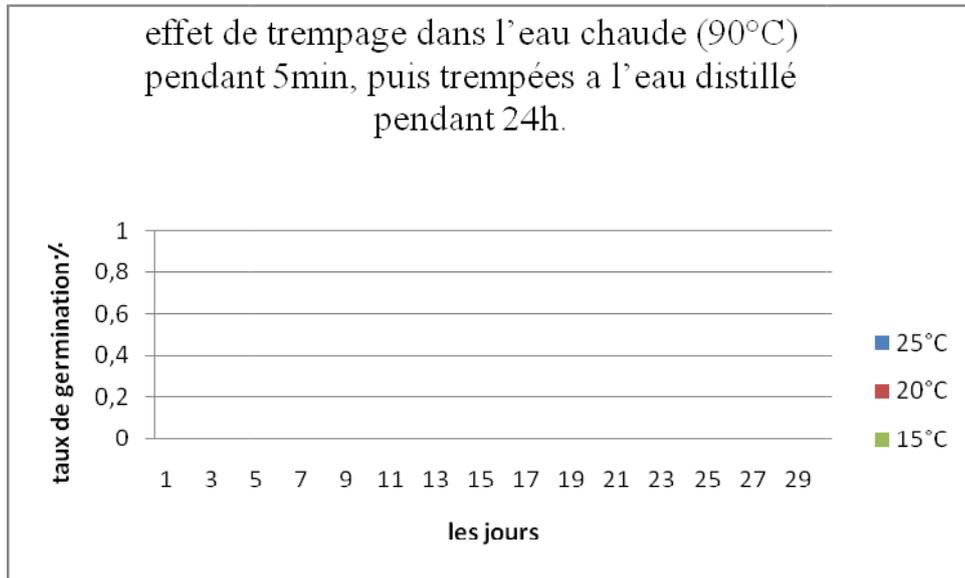
Prétraitement		Germination (%)	Temps tptal (jours)	1 <sup>ère</sup> germination (jours)	Dernière germination (jours)
Trempe dans l'eau chauds(90)pendants 5 min,puis trempage a l'eau distillé pendant 24h.	15°C	0	30	-	-
	20°C	0	30	-	-
	25°C	0	30	-	-
Scarification manuelle des deux cotés de la graine.	15°C	96.66	30	5	12
	20°C	100	30	4	11
	25°C	100	30	4	11

Ces semences ne nécessitent aucun prétraitement ni de conditions spéciales de thermopériodes et photopériodes pour germer.



Figure50: photo indique la germination des graines du caroubier.

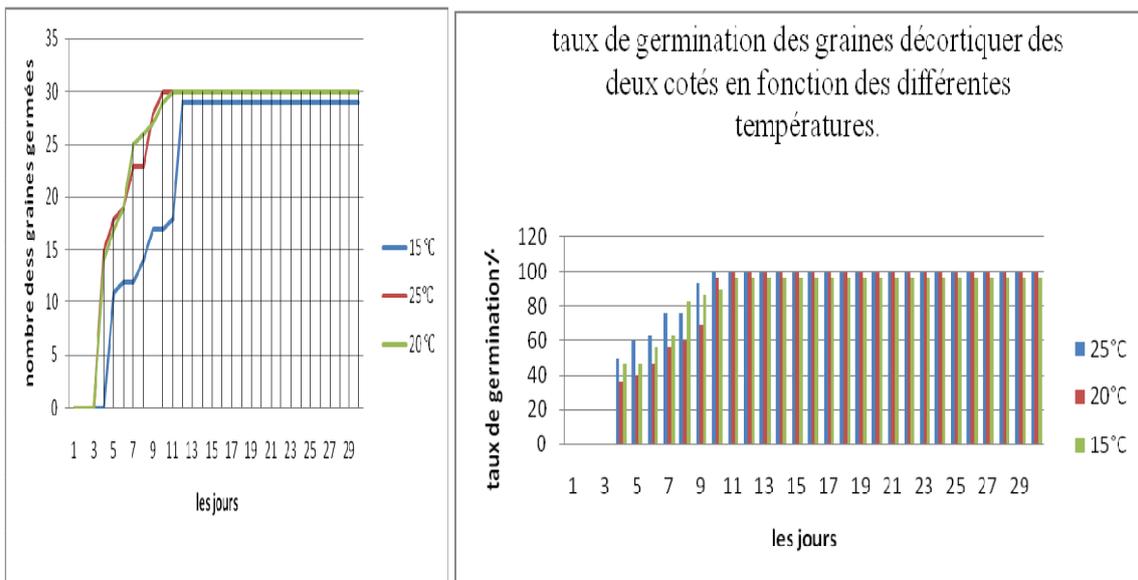
Aucune germination des graine qui est trappées dans l'eau chaude (90°C) pendant 5min, puis trempées a l'eau distillé pendant 24h.



**Figure51:** taux de germination en effet de trempage dans l'eau chaud (90°C) pendant 5 min, puis trempées a l'eau distillé pendant 24h.

La scarification manuelle des deux cotés de la graine provoque une germination des graines quand les essais dans les mêmes conditions, mais en humidifiant le coton de la germination seulement avec l'eau distillé.

Le même milieu de germination avec différentes températures, on obtient les résultats suivants : 15 °C (96.66%), 20°C (100%) et 25°C (100%).



**Figure52:** taux de germination des graines du caroubier décortiqué en fonction des différentes températures.

Suite a exposition à un stress hydrique en présence de 3g/l de PEG-6000 on observe 86.66% de germination des graines et en présence de 13 g/l de PEG-6000 on observe 80% comme un taux de germination, et pour 35 g/l de PEG-6000 elle donne un résultat de 56.66%, et en présence 45 g/l de PEG-6000 on observe 46.66% de germination des graines et pour 55 g/l de PEG-6000 elle donne un résultat nul.

Le stress hydrique diminué la disponibilité de l'eau dans le milieu, se traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction.

L'effet du stress hydrique va dépendre de son intensité, de sa durée, du stade de développement de la plante ainsi que du génotype et de son interaction avec l'environnement. (Yokota *et al.*, 2006 ; Radhouabe, 2014)

Ce phénomène est l'un des facteurs environnementaux qui affecte le plus la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement, en absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, n'évolue pas, retardant ainsi la levée.

Parmi les modifications physiologiques liées au stress hydrique, on observe un changement dans la régulation stomatique qui influe sur la photosynthèse et la respiration. En effet, un tel stress provoque la fermeture des stomates, ralentissant ainsi la photosynthèse en même temps que la respiration. (Maury *et al.*, 2011)

De plus l'activité physiologique de la feuille est fortement affectée et est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire. Cette réduction est supposée dépendre d'une fermeture des stomates, avec pour conséquence une diminution de la conductance à la diffusion du CO<sub>2</sub> et d'une limitation biochimique du chloroplaste pour la fixation du CO<sub>2</sub>. (Brahimi, 2017)

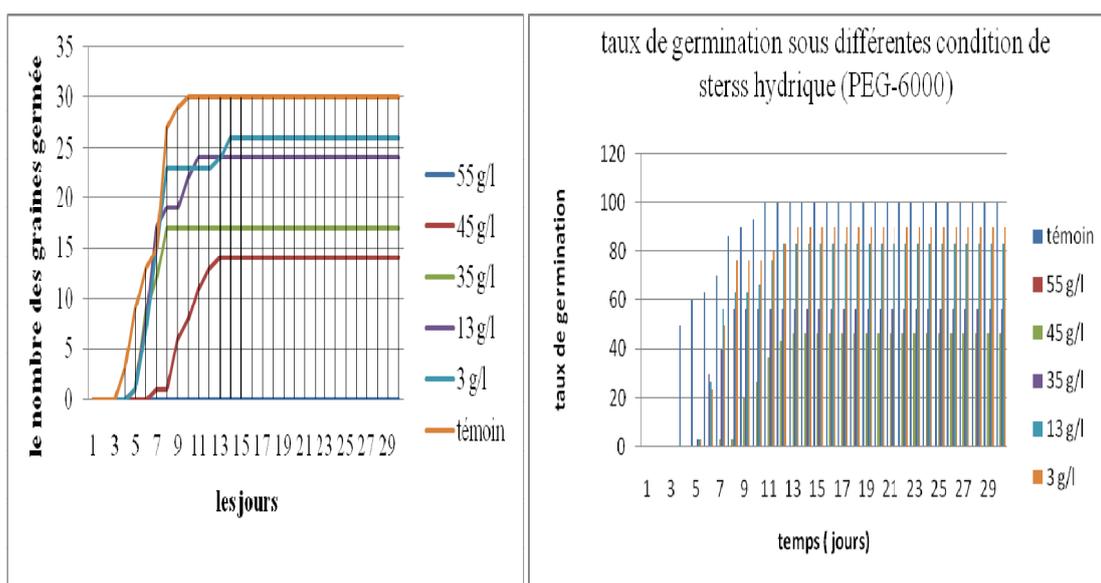
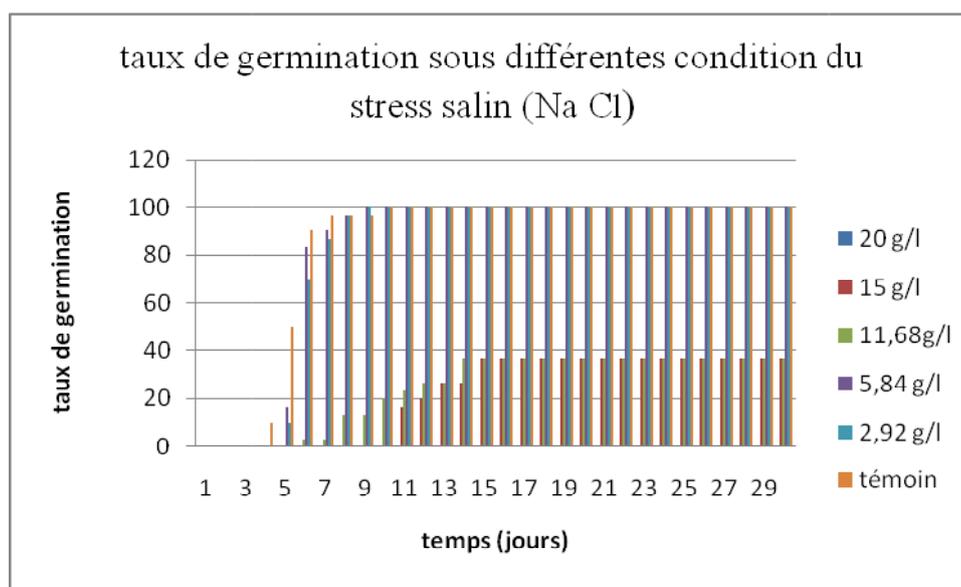


Figure 53: taux de germination sous différentes conditions de stress hydrique (PEG-6000).

Suite a une exposition à un stress salin modéré en présence de 2.92 g/l de Na Cl on observe 100% de germination des graines et en présence de 5.84 g/l de Na Cl on observe 100% comme un taux de germination, et pour 11.68 g/l de Na Cl elle donne un résultat de 36.66%, et en présence 15 g/l de Na Cl on observe 36.66% de germination des graines et pour 20 g/l de Na Cl elle donne un résultat nul. Un léger retard de germination des graines du caroubier d'une journée lorsque le chlorure de sodium est a porté à la concentration de 5.84 g/l et 2.92 g/l utilisé dans l'expérimentation, et 2 journées lorsque Na Cl est à porté à la concentration de 11.86 g/l et 6 journées à concentration de 15 g/l.



**Figure54:** taux de germination sous différentes condition du stress salin (Na Cl).

Le stress salin est l'une des contraintes abiotiques, il se définit comme une concentration excessive en sel ; ce terme s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>.

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

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif. (Levigneron et al, 1995)

Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences par osmose ou par toxicité spécifique. (Ouhaddach, 2016)

- **JUNIPERUS OXYCEDRUS :**

La germination des graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS est facile et plus rapide que les graines du JUNIPERUS PHOENICEA.

Les caractéristiques qualitatives et quantitatives des graines varient en fonction de l'origine des semences

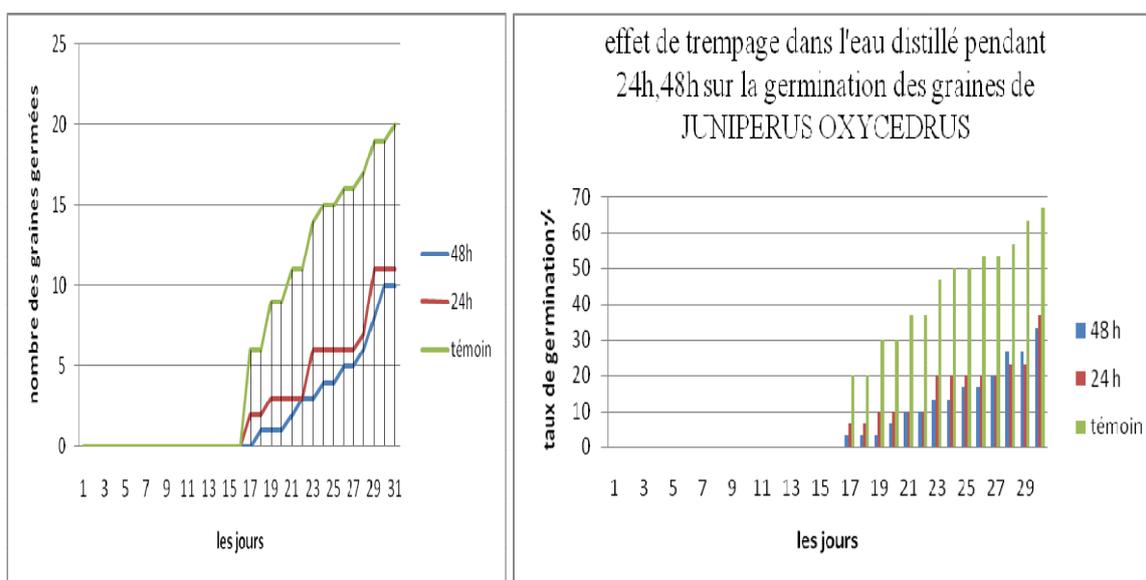
**Tableau16** : les protocoles qui nous avons utilisé sur les graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS

Prétraitement	Milieu	température
→ Trempage dans l'eau distillé pendant 24h. → Trempage dans l'eau distillé pendant 48h.	→ Boite de Pétri avec coton humidifié à l'eau distillée	20°C

**Tableau17** : résultats de la germination du JUNIPERUS OXYCEDRUS

Prétraitement	Germination (%)	Temps total (jours)	1 <sup>ère</sup> germination (jours)	Dernière germination (jours)
Trempage dans l'eau distillé pendant 24h.	36.66	31	17	31
Trempage dans l'eau distillé pendant 48h	33.33	31	17	31

Dans les conditions de 20°C et trempage dans l'eau distillé pendant 24 h ont donné le résultat de 36.33% de capacité germinative, et le trempage dans l'eau distillé pendant 48h ont donné le résultat de 33.33% de capacité germinative.



**Figure 55**: taux de germination du graines du JUNIPERUS OXYCEDRUS en effet de trempage dans l'eau distillé pendant 24h, 48h.

### 2-Perspective :

- L'achèvement de la germination des graines du JUNIPERUS PHOENICEA, dans l'eau distillé, le Na Cl et le PEG-6000 durant une période de 30 jours sous une température différente 15,20 et 25°C, met en évidence des différences de comportement des graines. Nous avons utilisé quatre protocoles précédents et ils n'ont donné aucun résultat pour les protocoles du trempage dans l'eau distillée pendant 24h, trempage dans l'eau distillée pendant 48h et stratification des graines au froid pendant 30 jours et 45 jours, et donné des résultats moyens à faible pour le protocole de immersion des graines dans l'acide sulfurique. Le résultat obtenu concernant la meilleure germination apparue de 25°C, cela confirme le résultat de **BENRAHLA et HACINI (2011)** qui indiquent que la température 25°C est celle qui montre le plus haut taux de germination (80%). L'acide sulfurique a amélioré le taux de germination.
  
- Concernant les graines du CERATONIA SILIQUA , nous avons observée des résultats élevés de germination dans l'eau distillé, le Na Cl et le PEG-6000 sous température différents 15,20 et 25°C et c'est dans le protocole de scarification manuelle des deux cotés de la graine, concernant le protocole de trempage dans l'eau chaude (90°C) pendant 5min, puis trempage a l'eau distillé pendant 24h nous n'avons observé aucune germination. Ainsi les protocoles utilisés ont permis de bien comprendre le comportement physiologique des graines du caroubier. Un léger retard de germination des graines du caroubier d'une journée lorsque le PEG-6000 est a porté à la concentration de 45 g/l utilisé dans l'expérimentation. Un léger retard de germination des graines du caroubier d'une journée lorsque le chlorure de sodium est a porté à la concentration de 5.84 g/l et 2.92 g/l utilisé dans l'expérimentation, et 2 journées lorsque Na Cl est à porté à la concentration de 11.86 g/l et 6 journées à concentration de 15 g/l. Ce retard de germination provoqué par ce niveau de salinité serait dû à une difficulté d'hydratation des graines. Chez les graines de l'espèce CERATONIA SILIQUA .le résultat obtenu concernant la meilleure germination apparue de 20,25 °C. On observe le début de la germination des graines du caroubier à une concentration 2.92 g/l et 5.84 g/l dans les 5<sup>ème</sup> jours, et à pris cinq jours pour obtenir un résultat complet 100%.
  
- Concerne les graines de JUNIPERUS OXYCEDRUS, nous avons observée des résultats moyens de germination dans l'eau distillée sous température 20°C. Les graines germées avec un taux 36.33% dans le protocole de Trempage dans l'eau distillé pendant 24h, et avec un taux 33.33% dans le protocole de trempage dans l'eau distillé pendant 48h.

# **PARTIE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

---

### **Conclusion :**

En guise de conclusion, nous rappelons que notre étude porte sur les facteurs influençant la germination, à savoir le stress salin, hydrique et la température.

Dans le cadre de ce travail nous avons eu comme objectif d'évaluer et de comparer le comportement de trois espèces (*JUNIPERUS PHOENICEA*, *CERATONIA SILIQUA*, *JUNIPERUS OXYCEDRUS*) à différentes concentrations de Na Cl et de PEG-6000.

Les stress abiotiques affectent le développement et le bon fonctionnement des plantes. La concentration peut constituer une limite de tolérance et un critère de sélection. Des concentrations élevées de sel (Na Cl) et de polyéthylène glycol agissent aussi de manière négative sur la germination des graines.

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, n'évolue pas, retardant ainsi la levée. En cas de persistance de la sécheresse, la situation peut se traduire par une absence de germination. (Feliachi et al., 2001) Le stress hydrique cause des modifications au niveau de la morphologie des végétaux en limitant sérieusement la croissance de la plante. (Moulineau, 1993) affecte en parallèle la croissance des racines et des parties aériennes. Une diminution importante de la longueur et du nombre de racines, pourrait être due à un arrêt de la division et de l'élongation cellulaire au niveau de la partie racinaire. (Bendarradji et al., 2016)

Parmi les modifications physiologiques liées au stress hydrique, on observe un changement dans la régulation stomatique qui influe sur la photosynthèse et la respiration. En effet, un tel stress provoque la fermeture des stomates, ralentissant ainsi la photosynthèse en même temps que la respiration. (Maury et al., 2011)

Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences. D'une manière générale ; cela retarde la croissance de la plante, Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines l'extraction de l'eau, L'accumulation de chlorure et de sodium est l'une des principales menaces physiologiques.

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif. (Levigneron et al., 1995)

La réduction de la perte en eau par la fermeture stomatique est un moyen d'adaptation des plantes au stress abiotique

La scarification par l'acide sulfurique concentré est le prétraitement efficace pour lever la dormance tégumentaire, améliorer la germination et d'augmenter le taux de germination tel que le *JUNIPERUS PHOENICEA*.

Les caractéristiques qualitatives et quantitatives des graines varient en fonction de l'origine des semences.

L'origine géographique des semences et les conditions de germination influencent significativement la germination des graines. Les qualités des graines varient aussi en fonction des années selon les conditions écologiques qui ont prévalu au cours de l'année de fructification.

Ainsi, en conclusion l'intervalle thermique s'étendant 20 à 25 °C semble convenir à la germination de toutes les espèces étudiées malgré les différences évidentes entre elles. Cette étude est juste un prélude à un grand axe de recherche sur les facteurs qui influencent la germination des graines des JUNIPERUS PHOENICEA, CERATONIA SILIQUA, JUNIPERUS OXYCEDRUS. Mais lorsque nous abordons cette étude il est indispensable de faire une étude plus complète. Il sera donc, plus intéressant de l'étaler sur tous les paramètres influençant la germination à savoir intrinsèques et extrinsèques ainsi que l'influence des conditions de conservation des graines, et mettre en évidence leur l'importance, pour mieux le protéger et mieux le valoriser.

**PARTIE VI. RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

---

- **A. Mostari K. Benabdeli & E. Vela 2020.** Le littoral de Mostaganem (Algérie), une « zone importante pour les plantes » (Z I P) autant négligée que menacée. article.
- **A. N. R. H ., 2004 :** « L'atlas pratique de l'Algérie, Edition populaire de l'armée (EPA) ». PP 116.
- **Aafi A., 1996.** Le caroubier : Caractères botaniques et écologiques, groupements végétaux, techniques d'élevage en pépinière, traitement et soins cultureux, utilisation et production. Centre national de la recherche forestière. Maroc, pp 1-7.
- **Abdelli W. (2017).** Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Thymus vulgaris*. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem. 214p.
- **Aboul-Ela, M., El-Shaer, N., & El-Azim, T. A. (2005).** Chemical constituents and antihepatotoxic effect of the berries of *Juniperus Phoenicea* Part II. *Natural Product Sciences*, 11(4), 240-247.
- **Adams R P. (2014).** *Junipers of the world: the genus Juniperus* 4<sup>ème</sup> édition (Ed) .Trafford Publishing Co Bloomington, IN 415p.
- **Adams R P., Schwarzbach A E. (2013).** Phylogeny of *Juniperus* using nrDNA and four cp DNA regions *Phytologia*. 95(2): 179-187.
- **Adams R-P. (2014).** *Junipers of the World: The genus Juniperus*. 4<sup>ème</sup> Edition, Trafford, Canada, 422p.
- **Adams R-P., Barrero A-F., Lara A. (1996).** Comparisons of the leaf essential oils of *Juniperus phoenicea*, *J. phoenicea* subsp. *eu-mediterranea* Lebr. et Thiv. and *J. Phoenicea* var. *turbinata* (Guss) Parl. *J. Essent. Oil Res*, Vol. 8. pp. 367-371.
- **Adams R-P., Pandey N., Rezzi S., Casanova J. (2002).** Geographic variation in the Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs) of *Juniperus phoenicea*, *J. p. var. canariensis*, *J. p. subsp. eumediterranea*, and *J. p. var. turbinata*. *Biochemical Systematic Ecology*, Vol. 30: pp. 223-229.
- **Adams, RP. (2004).** *Junipers of the World: The genus Juniperus* Trafford Publishing, Vancouver, BC, Canada.
- **Ageste M. 1960.** La flore forestière "les végétaux ligneux qui croissent Spontanément en France et des essences importantes de l'Algérie. II<sup>ème</sup> édition ancienne Maison Griblot et Cie, N, Grosjean, Successeur. 353p.
- **Ahotonle, Adjakpa JB, M'po IM et Akpo EL., 2009:** Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub. (Caesalpinaceae). *Trop. 27 (4) :* 233-238. Alexandria University. Egypt. p76
- **Aissa S.(2019).** Evaluation de l'effet gastro protecteur de l'extrait de *JUNIPERUS PHONICIA* sur l'ulcère gastrique induit par les ALNS (étude expérimentale chez les souris souche NMRI). mémoire fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem..pp29.
- **Aissani N, 2019.** Etude comparative des effets du stress salin et hydrique sur la germination et sur le comportement physiologique et biochimique de deux variétés de blé dur. Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine 1. pp :7-12.
- **Ait Chitt M., Belmir H. & Lazrak A., 2007.** Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153: 1-4.
- **Ait youssef M., 2006** -plantes médicinales de kabylie Ibis.Paris .177-179
- **Akrout A. (2004).** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de

- **Al-asadi M., Randerson P., 2006.** Phytoplankton Population Dynamics in Three West Algerian Rivers: I – The River Cheliff and its Tributary, the River Mina. Marina Mesopotamica Online. Vol. 1, pp. 48-72.
- **Albanell E., 1990.** Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua* L.) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp. 209.
- **Albanell E., Caja G., Plaixats J. (1991).** Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles, Cahiers Options Méditerranéennes. 16: 135-136.
- **Allali H., Benmehdi H., Dib M.A., Tabti B., Ghalem S., Benabadji N. (2008).** Phytotherapy of diabetes in west Algeria. Asian J. Chem, Vol. 20, pp. 2701-2710.
- **Alzand K-I., Aziz D-M., Tailang M. (2014).** Isolation, structural elucidation and biological activity of the flavonoid from the leaves of *Juniperus phoenicea*. World Journal of Pharmaceutical Research, Vol. 3. pp. 951-965.
- **Amara N.(2019).**Activité antimicrobienne des extraits phénoliques de *Juniperus phoenicea* et *Glycyrrhiza glabra*.mémoire fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. pp12-15.
- **Amer M-M-A., Wasif M-M., Abo-Aytta A-M. (1994).** Chemical and biological evaluation of *Juniperus phoenicea* as a hypoglycaemic agent. J. Agric. Res, Vol. 21. pp. 1077-1091.
- **Attar A, (2016).**contribution à l'étude des groupements à *juniperus phoenicea* dans le littoral algérien.diplome en master. UNIVERSITE DE TLEMCCEN ABOU BEKR BELKAID.
- **Ayaz, F. A., Torun, H., Glew, R. H., Bak, Z. D., Chuang, L. T., Presley, J. M., et al. (2009).**Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. Plant Foods for Human Nutrition, 64, 286-292.
- **Banks J C G. (2004).** Southern Hemisphere Conifers In: Tropical Ecosystems: 1712–1719.
- **Battle I., (1997).** Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) in the Mediterranean region. Unpublished FAO Report. Rome. Italy.
- **Battle I., Tous J. (1997).** Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1-79.
- **Battle. et Tous J., 1997.** Caroub tree. *Ceratoniasiliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops ». 17. Institut of plant Genetic and crops Plant Resarch. Médicinales, Maghreb Canada Express Vol. 5, N°9
- **Becker M., Picard J-E., Timbal J. (1982).** Larousse des arbres : arbustes et arbrisseaux de l'Europe occidentale, Edition Librairie Larousse. 344p.
- **Belkacem Z.2015.** Contribution à l'étude du cortège floristique de l'espèce *Juniperus oxycedrus* (Cuprèssacées) dans la région de Tlemcen. diplôme de Master2. Université Abou Bekr Belkaid.pp11-19.
- **Bellakhdar J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Edition Ibis Press, Paris. 272p.
- **Benderradji, L., Hadji, N., Kellou, K., Benniou, R., & Brini F. (2016).** Effet du NaCl et PEG 6000 sur le comportement morpho-physiologique et biochimique des

- variétés de blé dur et tendre cultivées in vitro en milieu hydroponique. Revue Agriculture. Numéro spécial 1, 278-286.
- **Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Millan, F., Guerrero, A., and Puppo, M. C. (2008).** Composition and structure of carob (*Ceratonia Siliqua* L.) germ proteins. Food chem.. 107, 675–683.
  - **Benrahla N et Acini D, 2011:** Contribution à la connaissance des paramètres influençant la germination des graines des plantes spontanées (Température). Mémoire Ing Etat. eco. U.K.M. Ouargla p 23-35.
  - **Benraho Kh, Aissaoui I.(2019).**Contribution à l'étude des mécanismes d'action antimicrobiens de l'extrait aqueux de *Juniperus phoenicea*(genévrier).mémoire fin d'études. Université « Dr. Moulay Tahar » de Saida.pp7-11
  - **Bensaid S., 1985 :** Contribution à la connaissance des espèces arborescentes, germe et croissance d'acacia raddiana, thèse de magister. Ed institut national agronomique (I.N.A) Elmarache Algérie, 70p.
  - **Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A. & Mederbal K., 2008.** Analyse et suivi du phénomène de la desertification en Algérie du Nord. VertigoO - la revue électronique ensiences de l'environnement. Volume 8 Numéro 3.
  - **Berrougui H, (2007).** Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales. Maghreb Canada Express 5, 20
  - **Bessibes S, Boudjerda S (2017).** Impact de deux procédés de transformation sur la qualité du caroubier de la wilaya de Jijel. Master Académique en Biologie. Université Mohammed Seddik Ben Yahia -Jijel-
  - **Bienenstock, M., Csaski, L., Pless, J., Sagi, A., and Sagi, E. (1935).** Manufacture of Mill Products for alimentary purposes and of paste foods and bake products from such milled products. U.S. patent 2,025,705.
  - **Biner B, Gubbuk H., Karhan M., Aksu M. et Pekmezci M., (2007),** Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry N°100, pp.1453-1455.
  - **Boubenia R., 2011.** Analyse de la distribution spatiale des espèces démersales de la côte algérienne à partir des compagnes océanographiques, Mémoire de magister en Océanographie biologique et environnement marin, USTHB- Alger, 92 p.
  - **Boudy P. , 1950-**Economie forestière Nord-Africaine.Monographie et traitement des essences.Ed.Larose.Paris.pp.29-249.
  - **Boudy P. 1950** –guide du forestier en Afrique du nord. Tome IV, Paris ,274-278.
  - **Bouhrem Ilyes.2019.** Le caroubier : Valorisation et utilisation industrielle. diplôme deMASTER. Université Abdelhamid IbnBadis-Mostaganem.pp1-9
  - **Brahimi, H.A. (2017).** Variations phénotypiques pour la tolérance aux stress salin et hydrique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Master en Biotechnologie et Génomique Végétale. Université Mohames Boudiaf - M'Sila. 11-18p.
  - **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4ème Edition, Lavoisier, Paris. 1269p.
  - **Cairnes D-A., Ekundayo O., Kingston D-G. (1980).** Plant anticancer agents. X. lignans from *Juniperus phornicea*. Journal of Natural products, Vol. 43. pp 7- 495.
  - **Caja G., 1985.** La Garrofa: Composición, procesado y usos agroindustriales. Jornadas de la Garrofa. LLiria, Valencia - Espagne.
  - **Catarino F., (1993).** Le caroubier une plante exemplaire. Naturopa conseil de l'Europe. Centre Naturopa. N° 73, pp. 14-15.

- **Catarino F.M. & Bento-Pereira F.**, (1976). Ecological characteristics and CO<sub>2</sub> fixation in a xerophytic plant (*Ceratonia siliqua* L.). Vardar, Sheikh, Ozturk. Turquia.
- **Caudullo G., Rigo D.** (2016). *Juniperus phoenicea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A., (Eds.), Publication Office of the European Union, Luxembourg. pp. 12-63.
- **Chaouat M.** La connaissance systématique des *Caralluma* d'Israël, du Sinaï et de la Jordanie, sur la base d'un aspect des conditions écologiques. (1ière partie) - 1995.11, p. 12- 17 Départ./Région : Moyen-Orient, Succulentes, 1, n° 4.
- **Chaumonton.E.P.1945.**Flore médicinale .Vol 5.Edition Panckoucke. Université comploteuse 184p.
- **Chaussat R., Ledebunef Y., 1975** : La germination des semences. Ed. Bordas, paris,
- **Cherfaoui., Abdelkadar, 1987** : Contribution à l'étude comparative de germination des semences de quelque *Atriplex* de provenance Djelfa. Thèse de magistère, p 65.
- **Chial N(2020).** Le caroubier : utilisations et intérêt économique. Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine 1.pp :3-33.
- **CollingnonJ., 1991.** Ecologie et biologie marines, introduction à l'halieutique, Edition Masson, Paris, 298 p.
- **Come D et Françoise C.**2006.Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules.lavoisier, 2006.p73.
- **Come D., 1970-** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Ed. Masson et Cie (Paris), p 162.
- **Dakia P.A, Blecker C., Robert C., Wathelet B. et Paquot M. (2008)** .Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. Food Hydrocolloids Vol. 22, N°5, pp: 807-818.
- **Dakia, P. A., Wathelet, B., and Paquot, M. (2007).** Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. Food Chemistry, 102, 1368-1374.
- **Dawidar A-M., Ezmirly S-T., Abdel-Mogib M. (1991).** Sesquiterpenes and diterpenes from *Juniperus phoenicea* L. Pharmazie, Vol. 46. pp. 472-473.
- **Derwich E., Benziane Z., Boukir A. (2010).** Chemical composition of leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* and evaluation of its antibacterial activity. Int. J. Agric. Biol., Vol. 12. pp. 199-204.
- **Deysson, 1967** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie. Ed. Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris, p26.
- **Dominique S., 2007** : Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole paris, p 304.
- **Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., & Carcea, M. (2014).** Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. Food Chemistry, 153, 109-113.
- **Dzialuk A., Mazur M., Boratyńska k., Jose M Montserrat., Angel Romo A., Boratyński A. (2011).** Population genetic structure of *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) in the western Mediterranean Basin: gradient of diversity on a broad geographical scale. Annals of Forest Science 68 1341–1350.

- **El –sawi, s a, h m motawae, m a amal. (2007).** chemical composition, cytotoxic activity and antimicrobial activity of essential oils of leaves and berries of juniperus phoenicea grown in egypt african journal of traditional, complementary and alternative medicines 4,(4), 417-426.
- **El-sawi S-A., Motawae H-M., Sleem M-A-F., El-Shabrawy A-R-O., Sleem A., Ismail MA-N. (2014).** Phytochemical screening, investigation of carbohydrate contents, and antiviral activity of Juniperus phoenicea L. growing in Egypt. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, Vol. 20. pp. 83-91.
- **Enright N J., Hill R S., and Veblen T T. (1996).** The southern conifers - An introduction Ecology of the Southern Conifers Washington, D C, USA: Smithsonian Institution Press, pp 1-9.
- **Estrada C., Vázquez M., Melis B. & Vadell J., (2006).** Fruticultura de secano. El Algarrobo. In: Labrador. J, Porcuna. J.L & Bello. A (Cords), Manual de agricultura y ganadería ecológica. Eumedia. España, pp. 186-195.
- **FAO.** Data from the FAOSTAT Statistical data base. See [www.fao.org](http://www.fao.org).
- **Feillet, P., and Roulland, T. M. (1998).** Caroubin: A gluten-like protein isolate from carob bean germ. Cereal Chemistry, 75, 488-492.
- **Feliachi, K., Amroun, R., & Khaldoun, A. (2001).** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie. Céréaliculture-ITGC Algérie, 35, 28-34.
- **Folch i Guillen R., (1981).** La vegetació dels Països Catalans. Ed. Ketres, Barcelona.
- **Gagueur J., Kara H., 2001.** Limnology in Algeria. In: Wetzel, R. G. and Gopal, B. (eds), Limnology in Developing Countries, **3**: 1-34.
- **Gaston B., 1990-**La grande flore en couleurs (la flore de France) Edit.Belin.Tome I,II,III,IV,index.Paris. France.
- **Gharnit N., 2003.** « Caractérisation et essai de régénération in vivo du caroubier (Ceratonia siliqua L.) originaire de la province de Chefchaouen (Nord-Ouest du Maroc) ». Th. Doc en science. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger.
- **Gharnit N., El Mtili N., Ennabili A., Sayah F. (2006).** Importance socioéconomique du caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans la Province de Chef Chaouen (nord-ouest du Maroc). Rev. Tela Botanica.4.02 (33): 41-48.
- **Gorine M., 2011.** Analyse de la salinité et détermination de la stabilité a la dégradation des terres agricoles - Cas du périmètre irrigué de la Mina, Relizane, Mémoire de Magister en Agronomie, Université de Mostaganem, 95 p.
- **Halitim K., 1988.** Sols des regions arides. OPU, Alger. 384p. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (Ceratonia siliqua L.) and derived products by HPLC-UVESI/ MSn, J Agric Food Chem., Vol.52, N°12, pp.3784-91
- **Haluk J., Roussel C. (2000).** Caractérisation et origine des tropolones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées Application potentielle en préservation du bois. INRA, EDP Sciences. 57 : 819–829.
- **Haselberg C., 1988.** A contribution to the classification and characterisation of female and male varieties of Ceratonia siliqua L. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia, pp. 137-151.
- **Heler R., Esnaul T R. et Lance C. 2000.** Physiologie végétale et développement, Ed. Dunod, Paris. p366
- **Hillcoat D., Lewis G. & Verdcourt B., 1980.** A new species of Ceratonia (Leguminosae Caesalpinoideae) from Arabia and the Somali Republic. Kew bull. 35 : 261-271.

- **Hoefler, A. C. Hydrocollids**, ( 2004). Eagan Press Handbook Series. Eagan Press. St. Paul, Minnesota.
- **Huguette M. (2008)**. La route des épices, aromatisants, condiments et mélange d'épices. Edition,
- **Jeamp, Catrine T., Giues L., 1998** : Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, p 46, 47,150.
- **Kawamura, Y. (2008)**. CAROB BEAN GUM, Chemical and Technical Assessment (CTA).
- **Keskes H., Mnafigui K., Haden K. , Damak M., El Feki A., Allouche N. (2014)**. In vitro anti-diabetic, anti-obesity and antioxidant proprieties of *Juniperus phoenicea* L. leaves from Tunisia. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, Vol. 4. pp. 649-655.
- **Kies F., Taibi N., 2011**. Influence de l'Oued Cheliff sur l'écosystème marin dans la zone de l'embouchure, wilaya de Mostaganem- Algérie, Editions Universitaires Européennes - EUE, ISBN: 978-613-1-58966-9, PP. 77-94,
- **Kies F. 2012**. Modélisation statistique de la pêche de Mostaganem et des flux de nutriments (N, P, Si) de l'Oued Chélif pour la mise en oeuvre d'une gestion Ecosystémique de la Côte Ouest Algérienne (Mostaganem). diplôme de Magister. Université Abdel Hamid Ibn Badis de Mostaganem
- **Kotowskif (1926)**: Temperature relations to germination of vegetable seeds. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.
- **Kpinkoun, J. K., Zanklan, S. A., Komlan, F. A., Mensah, A. C., Montcho, D., Kinsou, E., & Gandonou, C. B. (2019)**. Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum* spp.) du Bénin. Journal of Applied Biosciences, 133(1), 13561-13573.
- **Laouar A., Klibet F., Bourogaa E., Benamara A., Boumendjel A., Chefrour A., Messarah M. (2017)**. Potential antioxidant properties and hepatoprotective effects of *Juniperus phoenicea* berries against CCl4 induced hepatic damage in rats. Asian Pacific journal of Tropical Medicine, Vol. 10. pp. 263–269.
- **Lapie G., Maige L A. (1914)**. Flore forestière de l'Algérie E Orhac.éditeur Librairie générale de l'Enseignement 1, rue Dantd Paris.1 : 357 p.
- **Lavalée P., (1962)**. Le caroubier, son utilisation dans l'alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie ». Alger, 47p.
- **Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995)**. Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures, 4(4), 263-273.
- **Linskens H. and Scholten W., 1980**. « The flower of carob ». Pptug. Acta. Bilo. (A) XVI (1 4) : pp. 95-102.
- **Lipshitz N., (1987)**. *Ceratonia siliqua* L. in Israel: An ancient element or a newcomer?. Israel J. Bot. 36: 191-197.
- **M. Kamal E. Youssef, Moshera M. El-Manfaloty, Hend M. Ali, (2013)**, Assessment of Proximate Chemical Composition, Nutritional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia Siliqua* L.), Food and Public Health 2013, 3(6): 304 308
- **Mandai, J P. (2005)**. Découverte de très vieux genévriers de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) dans les gorges de l'Ardèche (France) .J Bot Soc Bot France. 29: 53-62.
- **Mansouri N., Satrani B., Ghanmi M. , El ghadraoui L., Aafi A. (2011)**. Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp.lycia et

- Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, Vol. 15.
- **Mapa. (1994)**, Ministerio d'agriculture, Pesca Y Alimentación. Anuario de Estadística Agraria. Ed. Secretaría General Técnica, Madrid, Spain.
  - Matmata (Tunisie). CIHEAM, Options méditerranéennes, n° 62. pp. 289-292
  - **Matthausa B., Ozcan M. M., (2011)**. Lipid evaluation of cultivated and wild carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed oil growing in Turkey. *Scientia Horticulturae* 130 181–184.
  - **Maud ANTOINE.2014**. ÉLÉMENTS POUR LA MISE EN PLACE D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT « DUNES LITTORALES À JUNIPERUS SPP »
  - **Mauray, P., Langlade, N., Grieu, P., Rengel, D., Sarrafi, A., Debaeke, P., & Vincourt, P. (2011)**. Ecophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol. *Innovations Agronomiques*, 14, 123-138.
  - **Mazari K., Bendimerad N., Bekhechi C., Fernandez X. (2010)**. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L. And *Cupressus sempervirens* L. . *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 4. pp. 959-964.
  - **Mazlaik P., 1982**-Physiologie végétale, croissance et développement. Tome .2.Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris. p 575.
  - **Medini H., Elaissi A., Khouja M-L., Chemli R. (2013)**. Phytochemical screening and antioxidant activity of *Juniperus phoenicea* ssp. *phoenicea* L. extracts from two Tunisian locations. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, Vol. 1. pp. 77-82.
  - **Medjourir laib RA.2016**. Effet de la température sur la germination de quelques plantes spontanées du Sahara (*Retama retam*, *Asphodelus tenuifolius* Oudneya africana, *Genista saharae*). diplôme MASTER ACADIMIQUE. UNIVERSITE KASDI MERBAH –OUARGLA. pp4-8.
  - **Melgarejo P. & Salazar D.M., 2003**. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Mundi-Prensa. España, pp. 19-162.
  - **Mellal T.2014**. Utilisation d'un système d'information géographique(SIG) pour la création d'une base de données phytoécologique. Commune de Tircine, daïra d'Ouled brahim Wilaya de saida. diplôme MASTER II .UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN.
  - **Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2004** : Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed. Moline, paris, p 461.
  - **Michel V., 1997** : La production végétale, les composantes de la production. Ed. Danger, Paris, p 478.
  - **Miransari, M. and Smith D.2009**- Rhizobial Lipo-Chitooligosaccharides and Gibberellins Enhance Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seed Germination. Volume : 8. (2) : p270 275.
  - **Mitrakos K., (1981)**. Temperature germination responses in three mediterranean evergreen sclerophylls. In: Margaris N.S. & Mooney H.A., (Eds). Components of Productivity of Mediterranean-climate Regions - Basic and Applied Aspects. Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London. pp. 277-279.
  - **Morton, J. 1987**: Carob. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL. pp. 65–69.

- **Moulineau, C.** (1993). Variation sous contraintes hydrique de la teneur en acides aminés libres foliaires du mil. Centre d'étude de Cadarache 13108 Saint Paul les Durance Cedex : 234-244 p.
- **Murray Nabors, 2008** : biologie végétale structure fonctionnement écologie et biotechnologie. p 131.
- **NAS. (1979)**. Tropical legumes: resources for the future, pp. 109- 116. National Academy of Sciences, Washington DC. USA
- **Nedjraoui D., 2001**. Profil fourrager. Algérie. Food and Agriculture Organization (FAO).
- **Ouhaddach, M., Elyacoubi, H., Douaik, A., Hmouni, D., & Rochdi, A.** (2016). Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du Blé (*Triticum aestivum* L.) au stade montaison.
- **P. Quezel et M Gast.** 1863. Encyclopédie berbère pp :1-6
- **Plaut, M., Zelbuch, B., and Guggenheim, K. (1953)**. Nutritive and Baking Properties of Carob Germ Flour. Bulletin of the Research Council of Isreal, 3, 129-131.
- **Qnais E Y, Abdullah YY & Abdou Ghlyun p., (2005)**. Antidiarrheal effect of *Juniperus phoenicea* L leaves extract in rats *J Biol* 8(6) ,867-871.
- **Quézel P et Santa S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales éd CNRS, Paris, vol 1, 1-565.
- **Quezel P. et Medail F., 2003** – Que faut-il entendre par "forêts méditerranéennes". Forêt Méditerranéenne. T. XXIV. N°1. pp:11-30.
- **Quezel P. et Medail F.2003**. Écologie et biogéographie des forêts méditerranéennes. Paris, Elsevier
- **Quezel P. et Santa. S., 1962/63** : « Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales (tome 1) ». Edition du centre national de la recherche scientifique, Paris .PP : 557.
- **Quezel P., Gast M. (1998)**. « Genévrier ». in Encyclopédie berbère. 20 | Gauda – Girrei, Aixen-Provence. Ed isud « Volumes ». 20: 3016-3023.
- **Radhouane, L., Aissa, N., & Romdhane, L.** (2014). Effets d'un stress hydrique appliqué à différents stades de développement sur l'aspect quantitatif et qualitatif des semences chez un écotype autochtone de sorgho grain (*Sorghum bicolor*). *Journal of Applied Biosciences*, 74(1), 6149-6156.
- **Ramade F., 2003** : Elément d'écologie fondamentale .Edi. DUNOD paris 2003,p 690
- **Rameau J.C., Mansion D., Dume G..2008**. Flore forestière française .Volume 3.Paris, 2421 p.
- **Raven, Evert, Eichhorn, 2003** : Biologie végétale, p567
- **Rebour H. (1968)**, fruits Méditerranéen, la maison rustique Paris, 330pp.
- **Rejeb M. N., Laffray D. and Louguet P. (1991)**, Physiologie du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie, in Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Group d'Etude de l'Arbre, Paris, France, pp. 417-426.
- **Rejeb M.N., (1995)**. Le caroubier en Tunisie : Situations et perspectives d'amélioration. Dans : Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF UREF. John Libbey Eurotext. Paris, pp 79-85.
- **Robert P., Adams. (1996)**. Comparisons of the Leaf Essential Oils of *Juniperus phoenicea*. *J phoenicea subsp eu-mediterranea* Lebr & Thiv and *J phoenicea var turbinata* (Guss) Parl.*Journal Essent Oil Res.*8 : 367 -371.l
- sang de la terre, Paris. 190p.

- **Sbay H. & Abrouch M., 2006.** Apport des espèces à usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier. Centre de Recherche Forestière Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification. Rabat, 1-9
  - **Seigue A. (1985).** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes .Ed : G P Maisonneuve et Larose. P 216.
  - **Seingue A., 1985-** la forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, éditions maisonneuve et la rose, deuxième version, Paris, 215-221.
  - **Talab SM ., 2007** ,biodiversité et dynamique des formations à juniperus thurifera juniperus phoenicea et juniperus communis au Maroc ,centre de recherche forestière ,13<sup>ème</sup> journées nationales de biodiversité ,Maroc 2007.
  - **Vavilov, N.I., 1951.** The Origin, Variation, Immunity, and Breeding of cultivated plants [translated from the Russian by K.S Chester]. The Ronald Press Co., New York.
  - **Wang, Y., Belton, S. B., Bridon, H., Garanger, E., Wellner, N., Parker, M. L., Grant, A., Feillet, P., and Noel, T., (2001).** Physicochemical Studies of Caroubin: A gluten like Protein. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 49, 3414-3419.
  - **Yokota, A., Takahara, K., & Akashi, K. (2006).** Water stress. In Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants (pp. 15-39). Springer, Dordrecht.
  - **Yousif A. K., Alghzawi H. M. (2000).** Processing and characterization of carob powder. Food Chemistry. 69: 283–287.
  - **Zegeur A, Bissar M.2020.** Le caroubier en Algérie : Valorisation et perspectives. MEMOIRE : MASTER ACADEMIQUE. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA
  - **Zohary M., (1973).** Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 vols. Stuttgart.
  - **Zohary M.; Orshan G., (1959).** The maquis of Ceratonia siliqua in Israel. Palest. J. Bot. Jerusalem. 8: 385-397.
  - **Zouhair O. (1996).** Le caroubier: situation actuelle et perspectives d'avenir. Document interne, Eaux et forêts, Maroc, pp 22.
- ✚ [http://nature.jardin.free.fr/arbuste/ft\\_juniperus\\_com.html](http://nature.jardin.free.fr/arbuste/ft_juniperus_com.html)
- ✚ [http://www.foret-mediterraneenne.org/upload/biblio/FORET\\_MED\\_1993\\_4\\_306.pdf](http://www.foret-mediterraneenne.org/upload/biblio/FORET_MED_1993_4_306.pdf)
- ✚ <https://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/1863>
- ✚ <https://www.senteursduquercy.com/juniperus-genevrier/1705-juniperus-oxycedrus-genevrier-cade.html>
- ✚ [www.fao.org/ag/AGN/agns/jecfa/cta/69/Carob\\_bean\\_gum\\_CTA\\_69\\_.pdf](http://www.fao.org/ag/AGN/agns/jecfa/cta/69/Carob_bean_gum_CTA_69_.pdf). Accessed April 4, 2009.

# **PARTIE VII. ANNEXES**

---

**Annexe N°1 :**

**Appareils et verreries utilisées :**

- ✚ Agitateur
- ✚ Balance
- ✚ Etuve
- ✚ Béchers
- ✚ Boites de pétri
- ✚ Pince
- ✚ Bac bunsen
- ✚ Eprouvette graduée
- ✚ Pissette
- ✚ Verre de montre
- ✚ Gants
- ✚ Coton

**Produits chimiques :**

- ✚ Na Cl : chlorure de sodium
- ✚ PEG-6000 : polyethylene glycol 6000
- ✚ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : l'acide sulfurique

**Anexe N°2 :**

**Photos de la croissance des graines étudiés :**



**Figure01** : photo indique la croissance des graines du caroubier.



**Figure02** : photo indique la croissance des graines du genévrier oxycède.

Annexes N°3

Année universitaire : 2021/2022

Présenté par : REBBOUD Maroua

**Intitulé: Effets du stress hydrique et salin sur la germination des graines du (Genévrier de phénicie, caroubier, Genévrier oxycède)**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et environnement**

**Spécialité : Protection des écosystèmes**

**Résumé :**

La sécheresse et la salinité sont les contraintes environnementales qui causent le plus de dommage aux productions agricoles. Cette dégradation du couvert végétal est surtout valable pour les zones arides et semi-arides où les changements climatiques deviennent de plus en plus contraignants pour la croissance et le développement des plantes.

Dans ce contexte nous avons tenté de comprendre les mécanismes de tolérance au stress chez 03 espèces (Juniperus phoenicea, Ceratonia siliqua L, Juniperus oxycedrus), demeure primordiale afin de pallier aux effets néfastes du stress et dévoiler les stratégies adaptatives mises en place par ces espèces. Une étude de la germination a été réalisée en présence de Na Cl et en présence de PEG-6000, en prenant en compte différentes variables représentatives de la réponse des espèces étudiées à ce stade.

Les résultats montrent que, en absence d'humidité suffisante ; la graine même si elle est correctement placée dans le sol, n'évolue pas, retardant ainsi la levée. En cas de persistance de la sécheresse, la situation peut se traduire par une absence de germination. Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences. D'une manière générale ; cela retarde la croissance de la plante.

**Mots clés :** la salinité ; Na Cl, PEG-6000, germination, tolérance, Juniperus phoenicea, Ceratonia siliqua L, Juniperus oxycedrus.

**Jury d'évaluation :**

Président du jury : Pr. BERROUKCHE Abdelkrim

Encadrant : Pr. TERRAS Mohamed

Examinatrice: M<sup>me</sup>. LAKHDARI Mama

**Date de soutenance : 26 / 06 /2022**