



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



Université Amar Thélidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Ilyes MERAD

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**EFFET DE QUELQUES FACTEURS EDAPHIQUES SUR LE
DEVELOPPEMENT DES PLANTULES DE JUJUBIER.**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
MOULAI Adel	Maitre-assistant A	Président
AMEUR Djamila	Maitre-assistant A	Examineur
MARFOUA Mériem	Maitre de conférences B	Rapporteur
MECHRAOUI Chouaib	Enseignant vacataire UATL	Co-rapporteur

Promotion : Septembre – 2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le courage de réaliser ce modeste travail.

Je tiens tout d'abord à adresser mes remerciements les plus sincères à madame Dr. Mériem MARFOUA à l'université de Amar TELIDJI - Laghouat -, pour m'avoir encadré et conseillé ainsi que monsieur Chouaib MECHRAOUI pour sa collaboration,

Je remercie ensuite l'ensemble des membres du jury, monsieur Dr. Adel MOULAI, et madame Dr. Djamila AMEUR à l'université de Amar TELIDJI - Laghouat - qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir participer à l'évaluation de ce travail.

MERAD Ilyes(2021):Effet de quelques facteurs édaphiques sur le développement des plantules de Jujubier.

Résumé

Les sols en zones arides sont chargés à la salinité, au calcaire...etc. on cherchera à travers cette étude l'influence de ces facteurs sur la répartition des espèces tel que le Jujubier. Des échantillons du sol sous Jujubier ont été prélevées au niveau de deux Dayas au sud de la wilaya de Laghouat des communes (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg) pour faire les analyses physico-chimiques suivant : pH, CEC et calcaire total. Aussi, des fruits de populations naturelles de Jujubier (*Ziziphus lotus* L. Desf.) collectés depuis la région de *Mesaad* (Djalfa) en 2020 ont été soumis à deux traitements de lever de dormance (mécanique et chimique) puis ils ont été évalués par des tests de germination vis-à-vis de la salinité (0, 1g/L, 2g/L, 4g/L, 6g/L, 8g/L de NaCl) et vis-à-vis du calcaire (0, 5%, 10%, 20%, 40%, 60% de CaCO₃) pendant 20 jours. La germination est appréciée par le pourcentage moyen de germination (PMG%) et le temps moyen de germination (TMG). Cette étude a montré que le (PMG) des graines de Jujubier atteint 85% après un traitement mécanique. Alors qu'après un traitement chimique, la germination n'est enregistrée qu'après 3jours avec 70%. Pour l'ensemble des points d'échantillonnage du sol des deux stations : le pH est basique, le taux de calcaire total est très élevé et la conductivité électrique est faible. L'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration de NaCl induit une réduction de la capacité de germination chez les graines de Jujubier. Alors que, les concentrations élevées de CaCO₃ (20%) constituent une limite physiologique de germination pour cette espèce étudiée.

Mots clés

Ziziphus lotus L., germination, dormance, salinité, calcaire.

ملخص

تواجه التربة في المناطق الفاحلة الملوحة , محتوى الجير الكلي... وما إلى ذلك. نسعى من خلال هذه الدراسة تأثير هذه العوامل على توزيع الأنواع مثل شجرة السدر. تم أخذ عينات التربة تحت السدر حيث أخذت من على مستوى ضايتين في جنوب ولاية الاغواط لكل من بلدية بن ناصر بن شهرة و بلدية الخنق من اجل إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية التالية: CEC, pH ومحتوى الجير الكلي.

أيضا فواكه التجمعات الطبيعية للسدر (*Ziziphus lotus* L. Desf) تم جمعها من منطقة مسعد (الجلفة) في عام 2020 حيث عولجت كيميائيا و ميكانيكيا لرفع سكونها ثم تم تقييمهم بواسطة الانتاش مقابل الملوحة (0، 1 جم / لتر، 2 جم / لتر، 4 جم / لتر، 6 جم / لتر، 8 جم / لتر من كلوريد الصوديوم NaCl) ومقابل كربونات الكالسيوم (0.5% ، 10% ، 20% ، 40% ، 60% CaCO₃) لمدة 20 يومًا.

تم تقييم الانتاش من خلال متوسط نسبة الانتاش (PMG %) ومتوسط وقت الانتاش (PMG %). أظهرت هذه الدراسة وصول (PMG) لبذور السدر 85% بعد المعالجة الميكانيكية. بينما بعد المعالجة الكيميائية ، الإنبات يتم تسجيله فقط بعد 3 أيام بنسبة 70%. جميع العينات التي أخذت من تربة المحطتين :ال pH قاعدي ومحتوى الجير الكلي مرتفع للغاية والموصلية الكهربائية (CEC) منخفضة. أظهر تأثير إجهاد الملح أن الزيادة في تركيز كلوريد الصوديوم (NaCl) يؤدي إلى تقليل قدرة الإنبات في البذور السدر. بينما التركيز العالي من كربونات الكالسيوم CaCO₃ (20%) يشكل حدًا فسيولوجي لإنبات هذا النوع الذي تم دراسته.

الكلمات الدالة:

Zizyphus lotus L إنبات ، سكون، ملوحة، محتوى الجير الكلي

Summary

Soils in arid areas are subjected to a high level of salt, limestone ...etc.

The aim of this study is to identify the impact of these factors on the repartition of species such as the jujube tree. Samples of soils around jujube trees were collected in two regions in the state (wilaya) of Laghouat, Algeria. Namely Ben Nacer Ben Chohra and El Khneg. The analysis conducted on these samples involved pH, CEC and the total of limestone present.

In addition to this, natural jujube tree fruits (*Ziziphus lotus* L. Desf.) acquired from Mesaad (Djalfa) in 2020 were tested mechanically and chemically in regards to the levels of salt (0, 1g/L, 2g/L, 4g/L, 6g/L, 8g/L de NaCl) and limestone

(0, 5%, 10%, 20%, 40%, 60% de CaCO₃) for a period of 20 days. The germination is calculated by the average percentage of germination and the average time of germination.

This study shows that the average percentage of germination of jujube tree seeds reaches 85 after a mechanical processing whereas after a chemical processing the results are displayed after 3 days and are of 70.

All soil samples collected display basic pH, high levels of limestone and low electric conductivity.

This work also shows that high levels of salt reduce the germination capacity of Jujube tree seeds. Substantial saturation of limestone (20) constitute a physiological limitation for jujube trees.

Key words:

Ziziphus lotus L., germination, dormance, salt, limestone.

SOMMAIRE

Introduction.....	2
 Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1.- Généralité sur <i>Ziziphus lotus</i>	5
I.1.1.- Origine	5
I.1.2.- Répartition en Algérie	5
I.1.3.- Description botanique	6
I.1.4.- Description morphologique	6
I.1.4.1.- Feuilles	6
I.1.4.2.- Fleurs	6
I.1.4.3.- Fruits	7
I.1.5.- Exigences agroécologiques	7
I.1.6.- Intérêt de <i>Ziziphus lotus</i>	8
I.2.- Généralité sur la germination	8
I.2.1.- Définition de la germination	8
I.2.2.- Types de germination	8
I.2.3.- Les différentes phases de germination	8
I.2.4.- Conditions de la germination	9
I.2.4.1.- Conditions externes de la germination	9
a. L'eau	9
b. L'oxygène	9
c. Température	9
d. La lumière	10
I.2.4.2.- Conditions internes de la germination	10
I.2.5.- Dormance des graines	10
I.2.5.1- Types de dormance	11
a. Dormance tégumentaire	11
b. Dormance embryonnaire (dormance morphologique)	11
I.2.6.- Levée de dormance.....	11
I.3.- Le stress : Effets et stratégies d'adaptation	12
I.3.1.- Sols	12
I.3.1.1.- Sols sous <i>Ziziphus lotus</i>	12
I.3.2.- Salinité des sols	12
I.3.2.1.- Stress salins chez les plantes	13
I.3.2.2.- Effet de la salinité sur la plante	13
I.3.2.3.- Effets de la salinité sur la germination	14
I.3.3.- Sol calcaire	14
I.3.3.1.- Effet du calcaire sur le sol et les végétaux	15
 Chapitre II : Matériels et méthodes	
II.1.- Présentation de la région d'étude	17
II.1.1.- Situation géographique	17
II.2.- Présentation des stations d'étude	17
II.2.1.- Description de la 1 ^{ère} station.....	17

II.2.2.- Description de la 2 ^{ème} station	18
II.3.- Prélèvement des échantillons du sol sous Jujubier	19
II.3.1.- Préparation des échantillons du sol	19
II.3.2.- Analyses des échantillons du sol.....	19
II.3.2.1.- Pouvoir hydrogène (pH)	19
II.3.2.2.- Dosage du calcaire total (CaCO ₃)	19
II.4.- Matériel végétal étudié.....	20
II.4.1.- Traitements des graines de Jujubier	20
II.4.1.1.- 1 ^{ier} Essai : Traitement par acide sulfurique	21
II.4.1.2.- 2 ^{ème} Essai : Traitement avec scarification mécanique.....	21
II.4.2.- Mise en germination des graines de Jujubier	22
II.4.2.1.- Effet du sel (NaCl) sur la germination des graines de Jujubier	22
II.4.2.2.- Effet du calcaire sur la germination des graines de Jujubie r	22
II.4.3.- Paramètres mesurés	23
II.4.3.1.- Pourcentage moyen de germination	23
II.4.3.2.- Temps moyen de germination (TMG)	23
II.5.- Analyse statistique	24
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. Caractéristiques édaphiques sous Jujubier des stations étudiées	27
III.1.1. pH des sols sous Zizyphus lotus des deux Dayas étudiées	27
III.1.2. Calcaire total sols sous Zizyphus lotus des deux Dayas étudiées	28
III.1.3. Conductivité électrique des sols sous Zizyphus lotus des deux Dayas étudiées	28
III.2. Caractérisation physiologique des graines de Jujubier	29
III.2.1. Effet des traitements de levée de la dormance	29
III.2.1.1. Effet sur le pourcentage moyen de germination (PMG)	30
III.2.2. Effet des facteurs édaphiques sur la germination	30
III.2.2.1. Effet de la salinité (NaCl)	31
a. Après traitement mécanique	31
b. Après traitement chimique	32
III.2.2.2. Effet du calcaire (CaCO ₃)	33
a. Après traitement mécanique	33
b. Après traitement chimique	33
DISCUSSION GENERALE	37
CONCLUSION.....	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	43
ANNEXES	50

Liste des abréviations

CE	Conductivité électrique
pH	Pouvoir hydrogène
PMG	Pourcentage moyen de germination
TMG	Temps moyen de germination

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	pages
1	Caractéristiques édaphiques des sols des deux Dayas (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg).	27
2	Normes d'appréciation du pH du sol (Baize, 2000).	27
3	Normes d'appréciation du calcaire total du sol (Baize, 2000).	28
4	Normes d'appréciation du CE du sol (Aubert, 1970).	28

Liste des Figures

Figure	Titre	pages
1	Aire de répartition du Zizyphus lotus en Algérie (Quézel et Santa, 1962).	5
2	Feuilles de la plante Zizyphus lotus.	6
3	Fleurs de Zizyphus lotus.	7
4	Fruit de Zizyphus lotus	7
5	Daya de la commune de Ben Nacer Ben Chohra	18
6	Daya de la commune d'El Khneg.	18
7	Fruits mûrs de Zizyphus lotus	20
8	Graines de Zizyphus lotus traitées par acide sulfurique	21
9	Graines de Zizyphus lotus traitées par scarification mécanique.	21
10	Mise en germination des graines de Zizyphus lotus.	22
11	Dispositif expérimental de l'effet de la salinité sur les graines de Zizyphus lotus.	22
12	Dispositif expérimental de l'effet du calcaire sur les graines de Zizyphus lotus.	22
13	Méthodologie globale du travail.	25
14	Effet des traitements de levée de la dormance sur le pourcentage moyen de germination (PMG) (%) des graines de Jujubier	29
15	Effet des traitements de levée de la dormance sur temps moyen de germination (TMG) des graines de Jujubier	30
16	Effet des concentrations de NaCl (g/L) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement mécanique.	31
17	Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement mécanique sous l'effet de la salinité.	31
18	Effet des concentrations de NaCl (g/L) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement chimique	32
19	Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement chimique sous l'effet de la salinité.	32
20	Effet des concentrations de CaCO ₃ (%) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement mécanique.	33
21	Effet des concentrations de CaCO ₃ (%) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement chimique.	34
22	Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement chimique sous l'effet du calcaire.	35
23	Quelques photos des plantules de Jujubier.	35

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction

En Algérie, les régions arides et semi arides sont confrontées à plusieurs contraintes d'ordre pédologique et/ou climatique. Parmi ces contraintes, on trouve : le calcaire et la salinisation des sols qui sont considérés comme des facteurs abiotiques majeurs limitant la productivité végétale et le rendement agricole (**Zid et Grignon, 1991**).

Le Jujubier *Ziziphus lotus* est un arbuste fruitier et épineux de la famille des Rhamnacees, il joue un rôle écologique remarquable dans la stabilisation des écosystèmes fragilisés par la désertification dans les régions arides et semi-arides, il supporte l'insuffisance hydrique aux conditions climatiques sévères, prospère particulièrement bien dans les sols sableux. Il tolère bien le calcaire actif et la salinité, et se développe aussi bien dans les dayas, associé au Pistachier de l'Atlas. Le pistachier de l'Atlas se régénère et pousse toujours à l'intérieur du *Ziziphus lotus* qui constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le pâturage. En plus de cela, le sol où les feuilles du *Ziziphus lotus* tombent deviendrait acide et faciliterait la germination des graines (**Seigne, 1985**).

Concernant sa propagation *Ziziphus lotus* se multiplie par voie végétative (drageonnage) qui peut être un facteur limitant sa dispersion et l'occupation du milieu. C'est une espèce à faible propagation par semis (**Maraghni, 2009**). Les semences de jujubier ont un tégument imperméable à l'eau, qui provoque un phénomène de dormance. La germination peut s'étaler sur des mois ou même des années (**Benbada, 2013**). Dans des conditions naturelles, sa germination est rare, voire nulle car les semis nécessitent le traitement des noyaux par les sucs digestifs des animaux (**Zouaoui et al., 2013**).

Ziziphus lotus est connu parmi les espèces qui ont une résistance aux contraintes édapho-climatiques d'une part et anthropogènes d'autre part. Il supporte les vents forts et les longues périodes de sécheresse steppiques due aux phénomènes naturels qui sont amplifiés par la pression croissante de l'homme et de ses troupeaux. Cette plasticité attire l'attention sur la connaissance actuelle de cette essence et de son interaction avec le milieu dans un but de protection et de valorisation et d'une lutte contre la désertification (**Bonnet, 2001**).

L'objectif de cette étude est une meilleure connaissance des sols sous *Ziziphus lotus* de daya, dans les régions de Lkhneg et Ben Nacer Benchohra, Wilaya de Laghouat, dans le but de comprendre les mécanismes que cette espèce développe pour son adaptation à un milieu où

l'eau peut manquer, qui sont les sols des zones arides. Notre intérêt s'est porté sur quelques caractéristiques chimiques du sol, à savoir le pH, le calcaire total e conductivité électrique.

Pour cela, après une introduction générale, nous avons subdivisé ce mémoire en trois parties :

- La premier partie est une synthèse bibliographique regroupant les principales informations sur *Ziziphus lotus* sa germination et son développement ;
- La deuxième partie, une présentation de la méthodologie générale de travail ;
- Les principaux résultats et leur interprétation sont regroupés dans la troisième partie.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I Synthèse bibliographique

I.1.- Généralité sur *Ziziphus lotus*

I.1.1.- Origine

Découvert en 1767 le Jujubier arrive de chine en méditerranée. Il s'adapte dans cette région où il s'est naturalisé (**Catoire et al., 1999**). Actuellement, il s'est répandu en France, Algérie, Tunisie, Italie, Espagne et partout dans l'Europe Méridional, et du Proche-Orient (**De la Pradilla, 1979**).

I.1.2.- Répartition en Algérie

Ziziphus lotus est très répandu dans les régions arides d'Algérie du sud, Laghouat et Ain Oussara et Maessad (wilaya de Djelfa) au climat aride et à Taghit de la wilaya de Bechar au climat saharien (**Mounni, 2008**), sauf dans le Tell Algéro-Constantinois (**Quézel et Santa, 1962**). Des populations naturelles se trouvent dans la région de M'Sila, l'arbuste est réparti jusqu'au secteur du Sahara Occidental en Algérie (**Kechairi, 2009**) (**Fig. 1**).

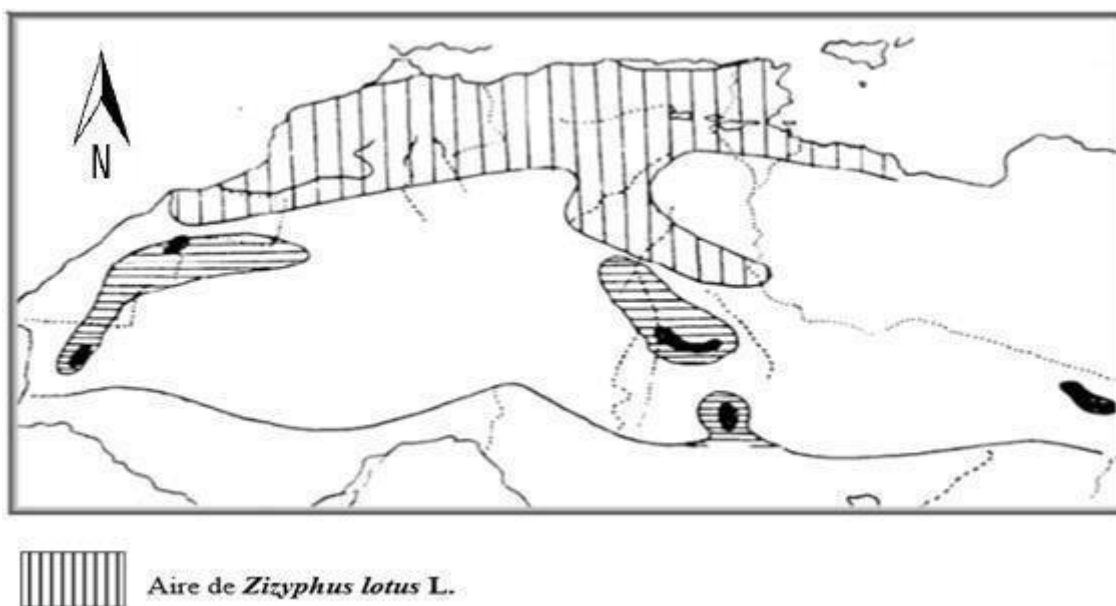


Figure 1 : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* en Algérie (Quézel et Santa, 1962).

Il porte beaucoup d'appellations selon les régions : En Arabe il est nommé, *Sedra* (cité dans le CORAN), *Azar* ou *N'beg* pour le fruit (**Bellakhdar, 1997 ; Baba Aissa, 1999**). En berbère, *Tazuggwart* (**Bellakhdar, 1997**).

I.1.3.- Description botanique

La position systématique de *Zizyphus lotus* selon **Cronquist (1981)** est la suivante :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Mangnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Rhamnales</i>
Famille	<i>Rhamnaceae</i>
Genre	<i>Zizyphus</i>
Espèce	<i>Zizyphus lotus</i> L.

I.1.4.- Description morphologique

I.1.4.1.- Feuilles

La **figure 2** montrent les feuilles qui sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales à marges entières, chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable (**Rsaissi et Bouchache, 2002**).



Figure 2 : Feuilles de la plante *Zizyphus lotus*.

I.1.4.2.- Fleurs

D'après **Catoire et al. (1999)**, elles sont petites, axillaires, bisexuelles, pentamères et groupées en inflorescence cymeuses, avec des sépales ouverts en étoile, des petits pétales et ovaire supère, fleurissant en juin-juillet (**Fig. 3**).



Figure 3 : Fleurs de *Ziziphus lotus*.

I.1.4.3.- Fruits

Ils sont ovoïdes oblong, jaune et enfin rouge foncé à la maturité, à noyau osseux, la pulpe est épaisse d'un rouge jaunâtre un peu glutineux (Mihi, 2002). Appelé "*Nbeg*" (Rsaissi et Bouchache, 2002) (Fig. 4).



Figure 4 : Fruit de *Ziziphus lotus*.

I.1.5.- Exigences agroécologiques

Le jujubier s'adapte à des conditions climatiques très diverses. Il supporte très bien la sécheresse et exige de grandes quantités de chaleur pour fructifier. Il résiste mieux au gel d'hiver, jusqu'à -15°C , qu'aux gelées printanières à cause de sa floraison tardive (Mai - Juillet). Le jujubier végète dans les zones à faible pluviométrie (moins de 500 mm en régions méditerranéennes et moyen-orientales et moins de 300 mm au sud du Sahara). Il résiste bien au vent, d'où son emploi comme brise-vent en bordure de plantations particulièrement exposées à des vents secs et violents. Tous les types de sols conviennent au jujubier dont le système racinaire puissant explore les sols en profondeur. Il craint cependant les sols lourds et mal drainés. Le jujubier prospère particulièrement bien dans les sols sableux. Il tolère bien le calcaire actif et la salinité. Les besoins en eau du jujubier sont de 500 mm. En cas de disponibilité en eau, il faudrait irriguer plus souvent et copieusement.

I.1.6.- Intérêt de *Ziziphus lotus*

En Afrique du nord (Tunisie, Algérie, Maroc et Libye), les feuilles du jujubier sauvage sont prescrites dans le traitement des diarrhées (**Elgorashi, 2003**). Les feuilles sèches, pulvérisées au mortier, sont utilisées par les malékites, du fait de leurs propriétés saponifiantes, pour laver les morts (**Le Floch, 1983**). L'écorce des racines du *Ziziphus lotus* est utilisée dans la médecine traditionnelle dans le traitement du diabète (**Ghedira et al., 1995**). Les infusions de racines sont utilisées contre les maladies vénériennes, etc. (**Maydell, 1990**).

I.2.- Généralité sur la germination

I.2.1.- Définition de la germination

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer, elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (**Hopkin, 2003**). Elle se manifeste par le passage de la graine de la vie latente à la vie active sous l'effet des facteurs favorables selon **Mazliak (1982)** c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé lorsque la radicule perce les enveloppes où elle est visiblement allongée (**Bewley, 1997**).

I.2.2.- Types de germination

On distingue deux types de germination : la germination épigée caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle le premier entre nœud donne l'épicotyle et les premières feuilles au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales tandis que chez les plantes à germination hypogée les cotylédons restent dans le sol (**Ammari, 2011**).

I.2.3.- Les différentes phases de germination

D'après **Evenari (1957)**, la germination est validée par des mesures d'imbibition et d'activité respiratoire effectuée sur des semences en cours de germination.

Elle est ainsi démontrée selon **Binnet et Brunnel (1968)** et **Côme (1970)**, que la germination comprend trois phases successives :

- La phase d'imbibition qui correspond à réhydratation de la graine par une prise d'eau rapide à l'état liquide, mais l'excès d'eau peut gêner la germination ;
- La phase de germination stricto sensu (la germination au sens strict) qui correspond à l'activation physiologique de la semence après l'imbibition et s'achève avec le début de l'allongement de la radicule ;
- La troisième est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle (**Heller et al., 2000 ; Raven et al., 2003 ; Meyer et al., 2004**).

Alors, la germination au sens strict comme étant la phase de réactivation du métabolisme après réhydratation de la graine semble sans changement morphologique apparent (**Meyer et al., 2004**).

I.2.4.- Conditions de la germination

I.2.4.1.- Conditions externes de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (**Soltner, 2007**).

a. L'eau

Selon **Chaussat et Ledeburff (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 dans les réserves de la graine pour être utilisée par l'embryon et provoque le gonflement de leurs cellules donc leur division.

b. L'oxygène

La germination exige obligatoirement l'oxygène (**Soltner, 2007**). Selon **Mazliak (1982)** une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après (**Meyer et al., 2004**) l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière mais en même temps une réserve.

c. Température

La température a deux actions :

Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (**Mazliak, 1982**) soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (**Chaussat et al., 1975**).

d. La lumière

La lumière agit de manière différente sur les espèces elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (Anzala 2006). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (**Heller et al., 1990**).

I.2.4.2.- Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qui elles ne germent pas plusieurs causes sont à envisager la dormance de l'embryon ou les inhibitions de la germination les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même elle dit être vivante mure apte à germer (non dormance) et saine (**Jeam et al., 1998**).

Aussi, la durée pendant laquelle les graines restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif, et qui varie considérablement selon les espèces. La grande longévité présente un intérêt biologique évident, en particulier, dans les régions arides où les conditions peuvent être défavorables à la germination (**Heller et al., 2004**).

I.2.5.- 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.

La dormance est acquise en fin de maturation de la graine, elle 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 Koornnef, 2007**).

Elle correspond à une inaptitude pour les graines de germer même dans des conditions favorables (**Bewley, 1997**).

I.2.5.1- Types de dormance

Il existe deux types de dormance :

a. Dormance tégumentaire

Selon **Baskin (1998)**, 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 imperméable à l'eau ;
- Barrière chimique : piégeage de l'oxygène par des composées phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments.

b. Dormance embryonnaire (dormance morphologique)

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

I.2.6.- Levée de dormance

La levée de dormance, est accomplie par divers mécanismes incluant des interactions complexes entre l'environnement et les facteurs internes (**Finkelstein et al., 2008**).

Plusieurs techniques variant selon l'espèce et la nature de la dormance, sont prescrites pour lever la dormance avant le semis ou les tests de germination : stratification froide (vernalisation) ou chaude (estivation), la scarification (mécanique, chimique ou physique), l'élimination des téguments et l'élimination des substances inhibitrices sont des procédés proposés (**Bacchetta et al., 2006**).

Afin d'améliorer le pouvoir germinatif des semences, certains traitements sont utilisés, Traitement à l'acide est employé pour lever la dormance tégumentaire par l'acide sulfurique concentré (**Kemp, 1975**). L'amélioration de la germination des graines pourrait s'expliquer par le fait qu'en scarifiant chimiquement à l'acide sulfurique les téguments des graines permet d'augmenter leur perméabilité à l'air et à l'eau, ce qui favoriserait rapidement le processus de la germination (**Soumahoro et al., 2014**). Un trempage des semences dans l'eau oxygénée ou l'acide sulfurique suffit pour dissocier les enveloppes sans tuer l'embryon et peut fournir pour certaines graines de bons résultats (**Côme, 1970**).

I.3.- Le stress : Effets et stratégies d'adaptation

I.3.1.- Sols

Le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques (**Prévost, 1999**).

Le sol est une entité naturelle considérée comme un échantillon de la couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes (**Baiz et Girard, 1995 ; 1998**).

D'après **Pouget (1980)**, La plupart des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation.

Selon **Khadraoui (2004)**, la région de Laghouat se distingue principalement par trois grands ensembles, l'un se caractérise par les piémonts de l'atlas saharien, le second par la plaine alluviale de l'Oued M'zi et l'autre par un plateau à surface plane avec une charge caillouteuse en surface. Ces sols sont généralement peu profonds. Les roches mères de ces sols sont le plus souvent constituées par des formations marneuses et calcaires ce qui explique la richesse de ces sols en sels solubles et en calcaire. Sols pauvres et superficiels avec présence croûte calcaires sur 60% SAU (**D.S.A, 2021**).

I.3.1.1.- Sols sous *Ziziphus lotus*

Ziziphus lotus se retrouve au niveau des dayas. Cette dernière est une dépression fermée de l'ordre métrique à kilométrique où s'accumulent les eaux de ruissellement non salées ou peu salées. Les eaux se maintiennent quelques jours ou quelques semaines ; une partie s'évapore, une autre partie s'infiltre très lentement à travers un sol de texture moyenne à très fine alors que le reste est utilisé par une végétation variée arbres (*Pistacia atlantica* ou "*Botma*"), ce sont les célèbres "*Betoum*") (**Pouget, 1977**).

I.3.2.- Salinité des sols

La plupart des terres infectées par la salinité sont dues à des causes naturelles ou à l'accumulation des sels dans les zones arides et semi-arides (**Rengasamy, 2002**).

Elle constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles, notamment dans les régions arides et de semi-arides, où les précipitations sont limitées et ne sont pas suffisantes pour transporter les sels du profil racinaire des plantes **(Khales et Baaziz, 2006)**.

La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans son état pur laissant derrière elle les sels et les autres substances **(Carter, 1975)**. Elle se produit en raison de l'augmentation des concentrations de ces sels comme le chlorure de sodium **(Sun et al., 2007)**.

I.3.2.1.- Stress salins chez les plantes

Chez la plante, la tolérance au sel est sa capacité à croître et à compléter son cycle de vie sur un substrat qui contient de fortes concentrations en sels solubles **(Parida et Das, 2004)**.

Les plantes qui peuvent survivre sur des concentrations élevées en sels dans la rhizosphère sont appelées les halophytes tandis que les glycophytes sont les plantes que l'on ne rencontre pas naturellement sur un substrat salin, et ne pouvant tolérer qu'une faible quantité de sels dans le milieu de croissance.

Les glycophytes sont très sensibles au sel : leur croissance est sévèrement inhibée, voire nulle par 100-200mM NaCl. Les plantes peuvent survivre sur des concentrations supérieures à 300meq.l⁻¹ de NaCl. Certains halophytes peuvent tolérer des niveaux de sels extrêmement élevés **(Zhu, 2007)**.

Le stress salin s'applique sur la plante sous deux types de contraintes. Le sel exerce d'abord un effet osmotique, dès que les racines sont en contact avec lui jusqu'à un niveau seuil de concentration en sel **(Munns et Tester, 2008)**.

I.3.2.2.- Effet de la salinité sur la plante

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale **(Hillel, 2000)**. L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement **(Munns et al., 1983)**.

Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale **(Ashraf et Harris, 2004)**.

I.3.2.3.- Effets de la salinité sur la germination

Le stress salin et hydrique peut réduire la germination en limitant l'absorption de l'eau par les graines (**Boulghalghah et al., 2006**). Des études ont rapporté un retard de la germination causé par la salinité chez plusieurs glycophytes et halophytes (**Belkhodja et Bidai, 2004**).

Les halophytes sont exposées à des variations de température et de salinité et leur succès est tributaire du maintien de leur viabilité et de leur capacité à germer facilement lorsque la température et le stress de la salinité sont réduits (**Khan et Gul, 2005**).

La salinité induite par le stress oxydatif pourrait être une raison de l'inhibition de la germination (**Ben Amor et al., 2005**).

I.3.3.- Sol calcaire

Un sol calcaire c'est un sol contenant du CaCO_3 libre en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible sous l'action d'HCl dilué à froid, le CaCO_3 est souvent accompagné de MgCO_3 .

Selon la teneur en calcaire, il y a cinq (05) classes de sols calcaires (**Loz et Mathieu, 1990**) :

- Sols très faiblement calcaires avec un taux de $\text{CaCO}_3 < 2\%$.
- Sols faiblement calcaires avec un taux de CaCO_3 de 2 à 10%.
- Sols moyennement calcaires avec un taux de CaCO_3 de 10 à 25%.
- Sols fortement calcaires avec un taux de CaCO_3 de 25 à 50%.
- Sols très fortement calcaires avec un taux de $\text{CaCO}_3 > 50\%$

Selon **Djili (2000)**, le profil calcaire en Algérie est fonction de la pluviométrie :

- Les Zones arides ($P > 300 \text{ mm}$) : l'accumulation de calcaire semble être homogène dans tout le profil, mais avec un pourcentage de calcaire légèrement plus élevé dans les horizons de Sub- surface.

- Les Zones semi- arides ($350 < P < 450$ mm), le profil devient de plus en plus calcaire en profondeur.
- Les Zones humides et Sub- humides ($P > 600$ mm), le profil est relativement moins calcaire que ceux des autres zones climatiques, le calcaire est reparti d'une façon homogène dans les horizons de surface et de Sub- Surface.

I.3.3.1.- Effet du calcaire sur le sol et les végétaux

Le calcaire fin bloque certains éléments indispensables aux plantes comme le fer, B, Cu, Mn, Zn, en solubilisation de la calcite au niveau des racines dont le fonctionnement se trouve perturbé, obstacle à la minéralisation de la matière organique par effet d'enrobage (Morel, 1996).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Objectif

Notre travail a porté sur des essais de germination et de levée de dormance des semences mûres de jujubier, puis apprécier l'effet de quelques facteurs édaphiques (salinité, calcaire) sur le développement des plantules de *Ziziphus lotus*.

II.1.- Présentation de la région d'étude

II.1.1.- Situation géographique

La wilaya de Laghouat fait partie de groupe de neuves wilayas pastorales du pays. Elle constitue aussi une zone tampon reliant le nord et le sud du pays. La région de Laghouat est éloignée de la capitale Alger de 400 Km, sur la latitude Nord de 33° 48' et de la longitude Est de 2° 35'. Elle est à une altitude de 750 m.

Cette wilaya est limitée géographiquement par : au nord et à l'est par la wilaya de Djelfa ; à l'ouest par la wilaya d'El-Bayad ; et au sud par la wilaya de Ghardaïa.

II.2.- Présentation des stations d'étude

Des échantillons du sol sous Jujubier ont été récoltés au niveau de deux stations dont la description est comme suit :

II.2.1.- Description de la 1^{ère} station

C'est une *Daya* qui se trouve sur une dépression au sud de la wilaya de Laghouat dans la commune : Ben Nacer Ben Chohra (**Fig. 5**).

Ses données géographiques sont les suivantes :

- Altitude : 837 m
- Latitude : 33°65'41'' Nord
- Longitude : 2°91'95'' Est



Figure 5 : Daya de la commune de Ben Necer Ben Chohra.

II.2.2.- Description de la 2^{ème} station

C'est une *Daya* qui se trouve sur une dépression au sud de la wilaya de Laghouat dans la commune : El Khneg (**Fig. 6**).

Ses données géographiques sont les suivantes :

- Altitude : 819 m
- Latitude : 33°73'44'' Nord
- Longitude : 2°76'58'' Est



Figure 6 : Daya de la commune d'El Khneg.

II.3.- Prélèvement des échantillons du sol sous Jujubier

A l'aide d'une tarière des prélèvements de sol, de 300 à 500g, ont été effectués aléatoirement dans la partie allant de 0 à 30-40 cm, dans les différents sites des dayas.

Par la suite les échantillons de sol ont été mis dans des sachets en plastique puis étiqueter ; et enfin transporter vers le laboratoire de pédagogie de département des sciences agronomiques, de l'université Amar THELIDJI de Laghouat.

II.3.1.- Préparation des échantillons du sol

Après tamisage à 2 mm, nous avons obtenu une terre fine, que nous avons conditionné dans des boîtes hermétiques, puis nous avons procédé aux différentes analyses pédologiques.

II.3.2.- Analyses des échantillons du sol

II.3.2.1.- Pouvoir hydrogène (pH)

Le pH est mesuré par la méthode potentiométrique sol/liquide égale à 1/2,5. Nous avons pesé 20g de terre fine séchée à l'air dans un bécher de 100 ml. Ajouter 50 ml d'eau distillée. Brasser énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension. Cela se fait avec un agitateur pendant 30 min, Laisser reposer durant 2 heures le contenu du bécher (**Baize, 2000**).

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un pH mètre. La lecture du pH se fait lorsque la valeur se stabilise en utilisant les tompous.

II.3.2.2.- Dosage du calcaire total (CaCO_3)

Le taux des carbonates de calcium est déterminé par la méthode volumétrique, qui consiste en une attaque du sol par l'acide chlorhydrique (HCl), suivi d'un titrage de l'excès d'HCl par la soude (NaOH), en présence de phénophtaléine, qui permet le virage du mélange du transparent au rose (**Baize, 2000**).

Le taux de calcaire total est obtenu par la suite selon la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 (\%) = (\text{Vt} - \text{Ve}) \times 12,5$$

Où : **Vt** : volume témoin ; **Ve** : volume de l'échantillon.

II.3.2.3.- Mesure de conductivité électrique (CE)

La mesure de conductivité électrique s'effectue sur une suspension de terre fine. Le rapport poids /liquide (Sol/eau distille) doit être constant (1/5) à l'aide de conductimètre.

II.4.- Matériel végétal étudié

Le matériel végétal étudié est composé des graines mûres de *Ziziphus lotus*. Les graines ont été collecté depuis la région de *Mesaad* (Djalfa) en 2020 (**Fig. 7**).



Figure 7 : Fruits mûrs de *Ziziphus lotus*.

II.4.1.- Traitements des graines de Jujubier

Afin d'améliorer la germination, 660 fruits mûrs du jujubier ont été soumis à deux traitements de lever de dormance avant d'entamer les essais.

Un prétraitement a été appliqué, il s'agit de tremper les fruits dans l'eau pendant 24 heures pour l'élimination de la pulpe, ces graines ont été désinfectées par trempage dans de l'hypochlorite de sodium (2%) pendant 15 minutes avant d'être rincées à l'eau distillée.

Les graines étudiées ont été placées dans des boîtes de Pétri stériles, de 90 mm de diamètre et 15 mm de hauteur, contenant une couche de sable stérile.

II.4.1.1.- 1^{er} Essai : Traitement par acide sulfurique

Cette expérience consiste à mettre les graines (330 graines) immergées complètement dans l'acide sulfurique (98%) non dilué pendant 2 heures. Ensuite, les graines ont été retirées, puis lavées immédiatement à fond dans un courant d'eau fraîche pendant 5 à 10 minutes pour éliminer toute trace d'acide avec l'utilisation de tamis résistants à l'acide (**Fig. 8**).



Figure 8 : Graines de *Ziziphus lotus* traitées par acide sulfurique.

II.4.1.2.- 2^{ème} Essai : Traitement mécanique

La scarification a pour but d'abraser le tégument de la graine pour permettre l'absorption de l'eau, elle peut être effectuée en utilisant du papier verre ou directement par action physique (concassage) sur le péricarpe dure des 330 graines.



Figure 9 : Graines de *Ziziphus lotus* traitées par scarification mécanique.

II.4.2.- Mise en germination des graines de Jujubier

Les graines traitées ont été mis en germination sur un sable stérilisé, dans les boîtes de Pétri. Les graines ont été soumises à raison de 10 graines/boîtes de Pétri. A un régime thermique continu (25°C) et un régime photopériodique de 12h, à raison de 3 répétitions (Fig. 9).



Figure 10 : Mise en germination des graines de *Ziziphus lotus*.

II.4.2.1.- Effet du sel (NaCl) sur la germination des graines de Jujubier

Les graines ont été imbibées tous les 2 jours par de l'eau distillée (témoin) ou par différentes concentrations de NaCl (1g/L, 2g/L, 4g/L, 6g/L, 8g/L) pendant 20 jours (Fig. 10).

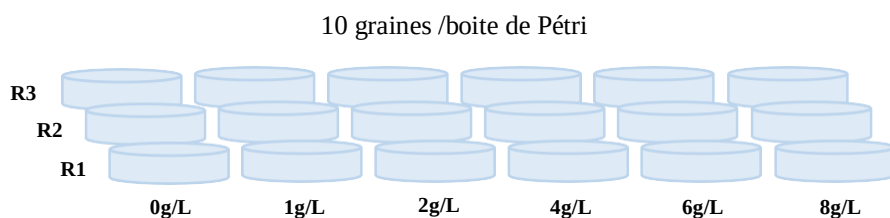


Figure 11 : Dispositif expérimental de l'effet de la salinité sur les graines de *Ziziphus lotus*.
R : Répétition.

II.4.2.2.- Effet du calcaire sur la germination des graines de Jujubier

Les graines ont été imbibées tous les 2 jours par de l'eau distillée (témoin) ou par différentes concentrations de CaCO_3 (5%, 10%, 20%, 40%, 60%) pendant 20 jours (Fig. 11).

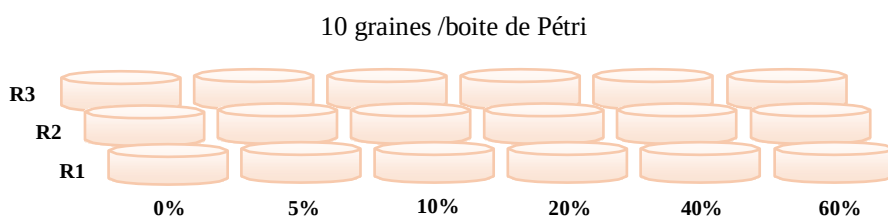


Figure 12 : Dispositif expérimental de l'effet du calcaire sur les graines de *Ziziphus lotus*.

Les boîtes ont été réparties en randomisation totale. C'est-à-dire en disposition aléatoire (Dagnelie, 2012), à une température constante de 25°C (Fig 11) et (Fig 12)

II.4.3.- Suivi des essais

Un comptage quotidien des graines germées est noté pendant le processus de la germination. L'essai prend fin lorsque, suite à des comptages successifs, aucune germination n'est enregistrée.

D'un point de vue pratique et surtout observable au laboratoire, on caractérise la germination par la rupture des téguments, suivie par l'allongement de la radicule ou, en absence de tégument, de l'allongement visible de celle-ci (**Côme, 1970**).

Cette définition coïncide avec celle de l'*International Seed Testing Association (ISTA, 2011)*, qui dit textuellement : "la germination d'une graine dans le cadre d'un test de laboratoire est l'émergence et le développement d'une plantule jusqu'au stade où l'aspect de ses structures essentielles indique au moins sa capacité à se développer ultérieurement en une plante satisfaisante dans des conditions de culture favorables".

Les graines étaient considérées comme ayant germé lorsqu'une radicule de semence de 2 mm était apparue (**Nin et al., 2017**).

II.4.4.- Paramètres mesurés

Afin de déterminer l'effet de chaque traitement sur la germination des graines de Jujubier, nous avons calculé quelques paramètres selon les formules suivantes selon **Ranal et Santana, (2006)** ; **Ranal et al., (2009)** ; **Soltani et al., (2015)** et **Fallahi et al., (2017)**.

II.4.4.1.- Pourcentage moyen de germination (PMG)

$$(\text{PMG}\%) = (\text{GS}/\text{TS}) \times 100$$

GS : Nombre de graines germées ; **TS** : Nombre total de graines semées.

II.4.4.2.- Temps moyen de germination (TMG)

Il représente le temps moyen qu'un lot de graines exigé pour débiter et finir l'induction de la germination.

$$\text{TMG (jours)} = \frac{\sum n \cdot D}{\sum n}$$

Où :

n : Nombre de graines nouvellement germées au temps **D** ; **D** : Nombre de jours depuis le début du test de la germination ; **Σn** : Nombre de graines ayant germé le 20^{ème} jour (germination finale).

II.5.- Analyse statistique

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse statistique, par comparaison des moyennes à l'aide des logiciels : **XLSTAT** et **STAT-BOX végétale**. Une ANOVA a été réalisée pour déterminer l'effet des différents traitements appliqués pour la germination des graines de Jujubier.

La méthodologie globale adoptée pour réaliser ce travail est présentée dans la figure suivante (**Fig. 12**) :

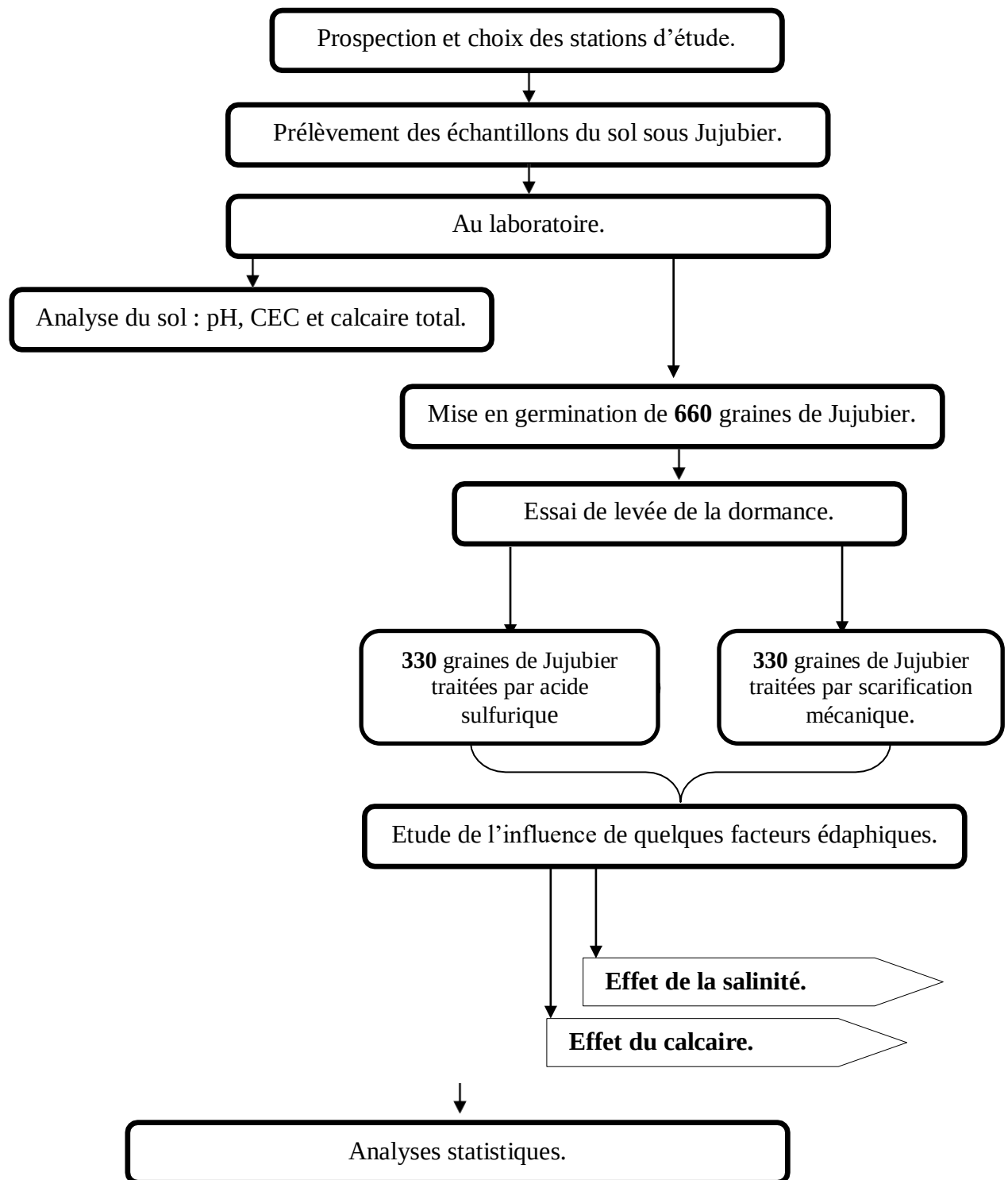


Figure 13 : Méthodologie globale du travail.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chapitre III : Résultats et discussion

L'ensemble des résultats obtenus durant l'expérimentation sont analysées selon différentes approches complémentaires : analyse qualitative et quantitative.

III.1.- Caractéristiques édaphiques sous Jujubier des stations étudiées

Les résultats correspondants aux différentes analyses physico-chimiques sont rapportés dans le **tableau 1** :

Tableau 1 : Caractéristiques édaphiques des sols des deux Dayas (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg).

Caractéristiques édaphiques	1 ^{ère} Station Ben Nacer Ben Chohra		2 ^{ème} Station El Khneg	
	R1	R2	R1	R2
pH	7,85	7,83	8,06	8,04
Calcaire total (%)	60,02	60,07	59,12	59,23
Salinité globale CE à 25 °C. (mmhos/cm)	0,202	0,204	0,16	0,18

R : Répétition.

III.1.1.- pH des sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas étudiées

En comparant les résultats du pH des sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg) indiqués sur le **tableau 1**, avec les normes d'appréciation du pH de sol selon **Baize (2000)** indiquées sur le **tableau 2** :

Tableau 2 : Normes d'appréciation du pH du sol (Baize, 2000).

pH	Hyper-acide	< 3,5
	Très acide	3,5-4,2
	Acide	4,2-5,0
	Peu acide	5,0-6,5
	Neutre	6,5-7,5
	Basique	7,5-8,7
	Très basique	> 8,7

Les résultats montrent que les sols des stations étudiées ont un pH basique. Alors on peut les classer parmi l'intervalle 7,5-8,7. Les sols de ces dayas sont basiques.

III.1.2.- Calcaire total sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas étudiées

Les résultats du calcaire total des sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas obtenus sont représentés sur le **tableau 1**. Ces sols sont classés d'après les normes d'appréciations selon **Baize (2000)** citées dans le **tableau 3**.

Tableau 3: Normes d'appréciation du calcaire total du sol (Baize, 2000).

CaCO₃ (%)	Non calcaire	< 1
	Peu calcaire	1 à 5
	Modérément calcaire	5 à 25
	Fortement calcaire	25 à 50
	Très fortement calcaire	50 à 80
	Excessivement calcaire	Plus de 80

Les échantillons des sols des deux Dayas analysés sont très fortement calcaires (50 à 80), leurs teneurs varient entre 60,04% à 59,17% (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg).

III.1.3.- Conductivité électrique des sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas étudiées

Les résultats du CE des sols sous *Zizyphus lotus* des deux Dayas (Ben Nacer Ben Chohra, El Khneg) sont indiqués sur le **tableau 1**. Selon **Aubert (1970)**, On peut classer ces sols selon leurs teneurs en sel comme indiqué sur le **tableau 4** :

Tableau 4 : Normes d'appréciation du CE du sol (Aubert, 1970).

CE (mmhos/cm à 25°C)	Nature d sol	Normes
	Excellente (non salin)	<0,25
	Faible salinité	0,25 à 0,75
	Forte salinité	0,75 à 2,25
	Très forte salinité	>à 2,25

La conductivité électrique des sols des stations étudiées est de l'ordre moyen de 0,17 mmhos/cm (el kheneg) et 0,203 mmhos/cm (ben nacer ben chohra, inférieur à <0,25, donc ce sont des sols excellents (non salin).

En général, la lecture des tableaux nous a permis de noter : -Un pH basique pour l'ensemble des points d'échantillonnage des deux stations ; -Le taux de calcaire total des sols est très élevé ; alors les sols sont très fortement calcaires ceci revient peut-être à la nature de la roche mère ; -Une conductivité électrique faible ; ceci est probablement dû aux faibles précipitations. Mais l'analyse de la variance n'a pas montré de différences significatives entre les deux stations d'étude.

III.2.- Caractérisation physiologique des graines de Jujubier

Les résultats obtenus après les tests de germination réalisés sur les graines de Jujubier collectées à partir de la zone d'étude ont été traités statistiquement.

III.2.1.- Effet des traitements de levée de la dormance

L'objectif est de tenter de lever la dormance des graines de Jujubier afin d'améliorer leur germination. Ainsi, quelques traitements ont été appliqués.

III.2.1.1.- Effet sur le pourcentage moyen de germination (PMG)

Avec un traitement mécanique, la **figure 14** montre que la germination des graines de Jujubier a été nettement améliorée, depuis 71,67% avec traitement chimique, jusqu'au 85% avec scarification.

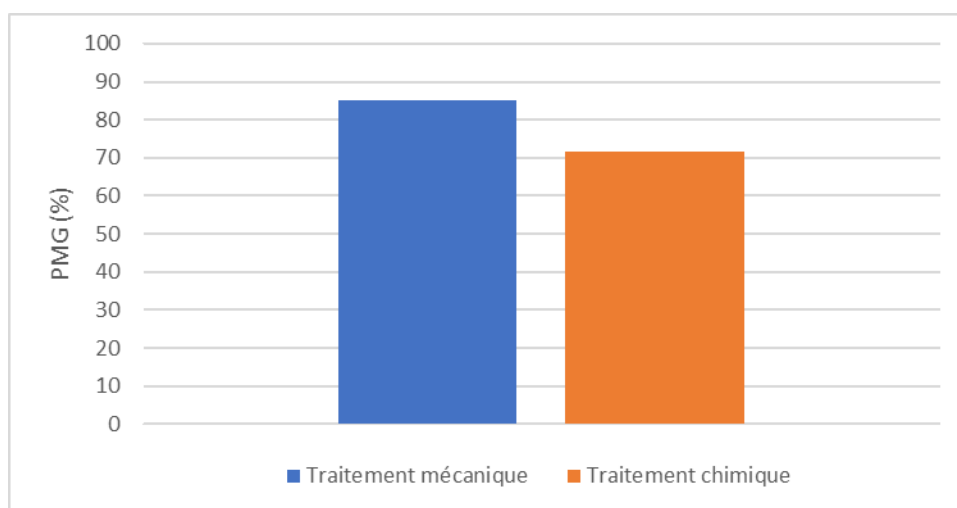


Figure 14 : Effet des traitements de levée de la dormance sur le pourcentage moyen de germination (PMG) (%) des graines de Jujubier.

Les graines de la plupart des espèces en zones arides, possèdent un mécanisme de dormance qui empêche la germination dans des environnements défavorables. La présence d'inhibiteurs, en particulier dans l'enveloppe de la graine, réduirait la germination chez certaines espèces (**Baskin et Baskin, 2003**).

La germination des graines de diverses espèces du désert peut être favorisée par une scarification mécanique ou une stratification à froid. Des températures optimales pour la germination des graines seraient comprises entre 10 et 30°C (**Bahrani et Niknejad-Kazempour, 2007**).

III.2.1.1.- Effet sur le temps moyen de germination (TMG)

Pour étudier l'effet des traitements de levée de dormance sur la vitesse de germination, nous avons suivi quotidiennement le pourcentage moyen de germination (**Fig.15**). Ainsi, avec le traitement mécanique, les graines germent plus rapidement que celles traitées chimiquement.

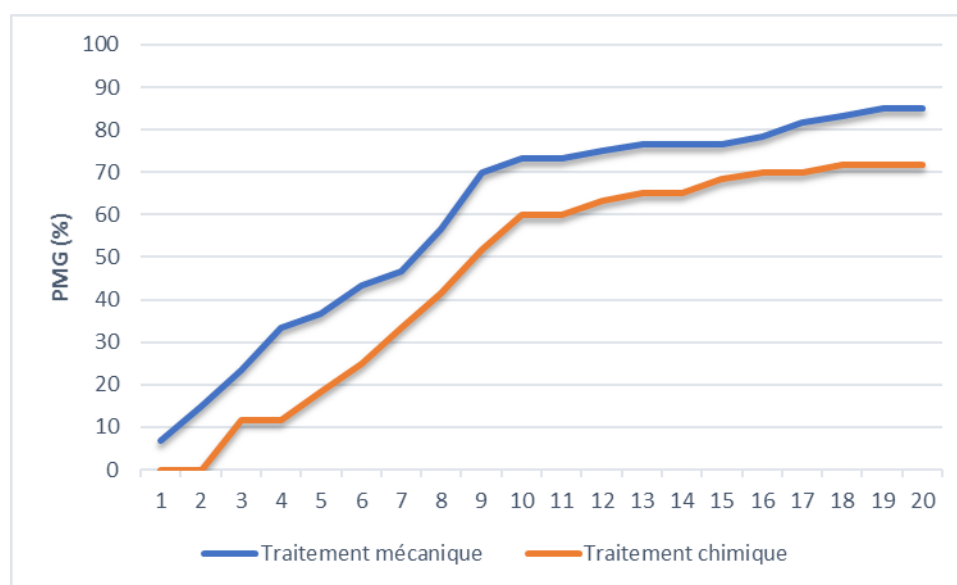


Figure 15 : Effet des traitements de levée de la dormance sur temps moyen de germination (TMG) des graines de Jujubier.

Pour stimuler la germination des graines, plusieurs types de prétraitements sont utilisés (**Konate, 1987**). La stratification thermique participe à la levée de la dormance physiologique (**Foley, 2001**), morphologique (**Rao et al., 2006**) et physique (**Geneve, 2003**) aux fortes périodes de chaleur et/ou de froids en milieu naturel.

Les méthodes de scarification mécanique et acide ont toutes deux amélioré l'émergence des graines de *Z. spinachristi*. Immerger les graines dans de l'acide sulfurique concentré pendant au moins une heure est cependant une méthode aussi efficace pour favoriser la levée de la dormance (**Saied et al., 2008**).

III.2.2.- Effet des facteurs édaphiques sur la germination

Au cours de la phase de germination et de l'établissement, les facteurs abiotiques, notamment ceux liés au sol, peuvent jouer un rôle déterminant dans la survie des plantes en zones arides (**Grouzis, 1992**).

III.2.2.1.- Effet de la salinité (NaCl)

a.- Après traitement mécanique

D'après l'analyse de la variance effectuée sur le pourcentage moyen de la germination (PMG) après traitement mécanique, nous avons remarqué que les différences résultantes du facteur : salinité sont très hautement significatives ($P < 0,000^{***}$) (Annexe 01).

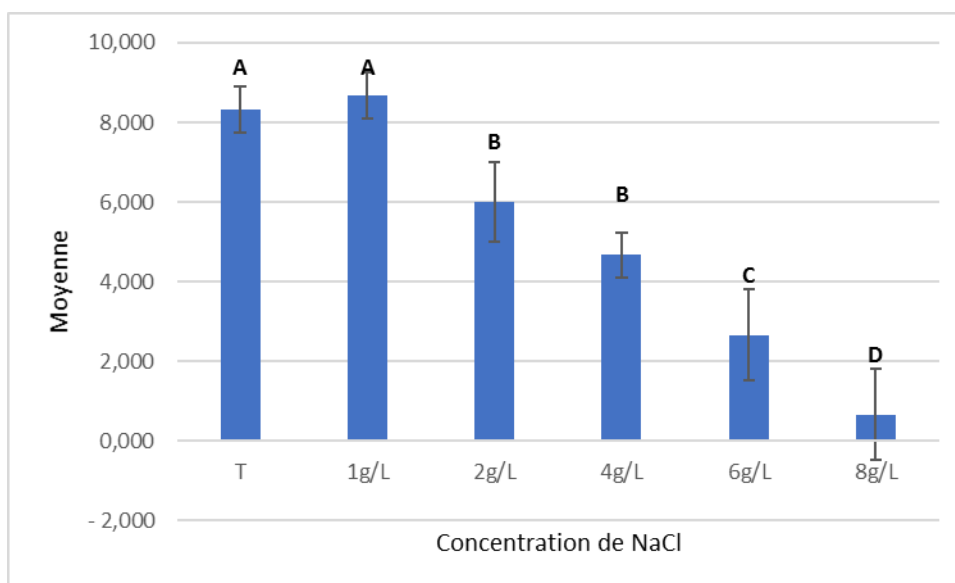


Figure 16 : Effet des concentrations de NaCl (g/L) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement mécanique.

La **figure 16** montre que les pourcentages de germination les plus élevés : 80,67% et 80,33% ont été observés pour les graines scarifiées et soumises à la dose 1g/L NaCl et le témoin. Des taux de germination moyens ont été constatés dans les lots traités avec les doses 2g/L (60%) et 4g/L (40,67%). Enfin, il a été noté pour le lot de la dose de 6g/L seulement 20,67%. Les photos montrent la vigueur de plantules de *Ziziphus lotus* (**Fig. 17**).



Figure 17 : Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement mécanique sous l'effet de la salinité.

b.- Après traitement chimique

D'après l'analyse de la variance effectuée sur le pourcentage moyen de la germination (PMG) après traitement chimique, nous avons remarqué que les différences résultantes du facteur : salinité sont très hautement significatives ($P < 0,000^{***}$) (Annexe 02).

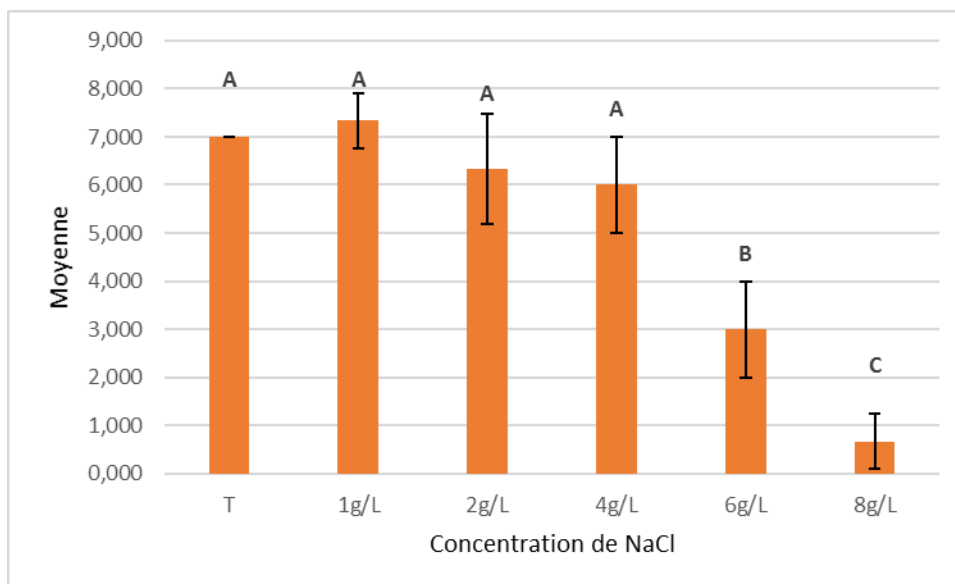


Figure 18 : Effet des concentrations de NaCl (g/L) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement chimique.

La **figure 18** représente le taux de germination des lots traités chimiquement par l'acide sulfurique, à travers les diverses doses de sel. Le taux de germination constaté dans cette expérimentation est faible à la dose de sel de 8g/L (0,67%). Alors, qu'il est considéré comme moyen à la dose 6g/L (30%). Le taux de germination est inclus entre 60-70% pour le témoin et les doses de 1g/L jusqu'à 4g/L.

Les photos montrent la germination des graines de *Ziziphus lotus* après traitement chimique sous l'effet de la salinité (**Fig. 19**).



Figure 19 : Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement chimique sous l'effet de la salinité.

III.2.2.2.- Effet du calcaire (CaCO_3)

a.- Après traitement mécanique

D'après l'analyse de la variance effectuée sur le pourcentage moyen de la germination (PMG) après traitement mécanique, nous avons remarqué que les différences résultantes du facteur : calcaire sont très hautement significatives ($P < 0,000^{***}$) (Annexe 03).

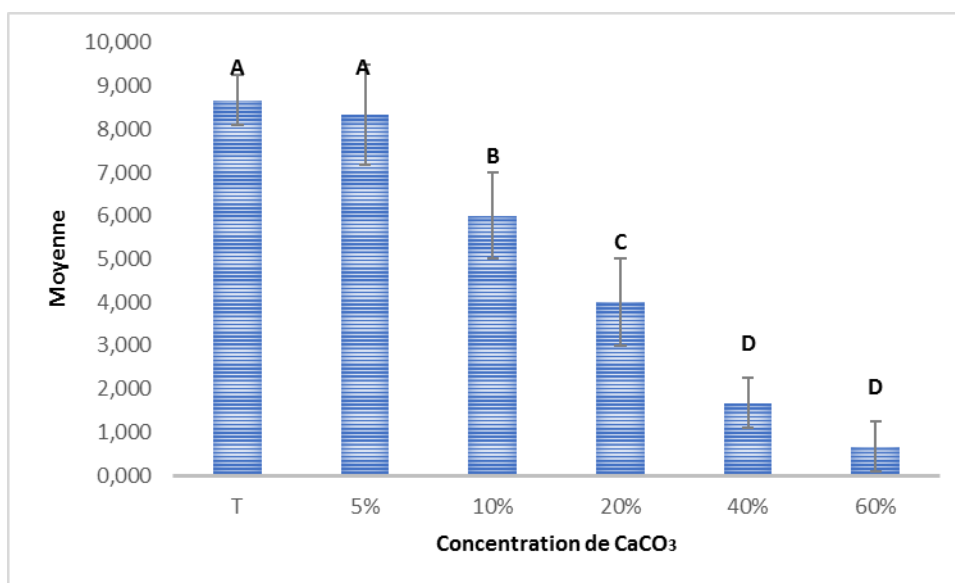


Figure 20 : Effet des concentrations de CaCO_3 (%) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement mécanique.

La **figure 20** montre que des pourcentages de germination très élevés : 80,67% et 80,33% ont été observés pour les graines scarifiées et soumises aux conditions de contrôle (témoin) et à la dose 5% CaCO_3 respectivement. Des taux de germination moyens ont été constatés dans les lots traités avec les doses 10% CaCO_3 (60%) et 20% CaCO_3 (40%). Enfin, il a été noté pour le lot de la dose de 40% CaCO_3 seulement 10,67%.

b.- Après traitement chimique

D'après l'analyse de la variance effectuée sur le pourcentage moyen de la germination (PMG) après traitement chimique, nous avons remarqué que les différences résultantes du facteur : calcaire sont très hautement significatives ($P < 0,000^{***}$) (Annexe 04).

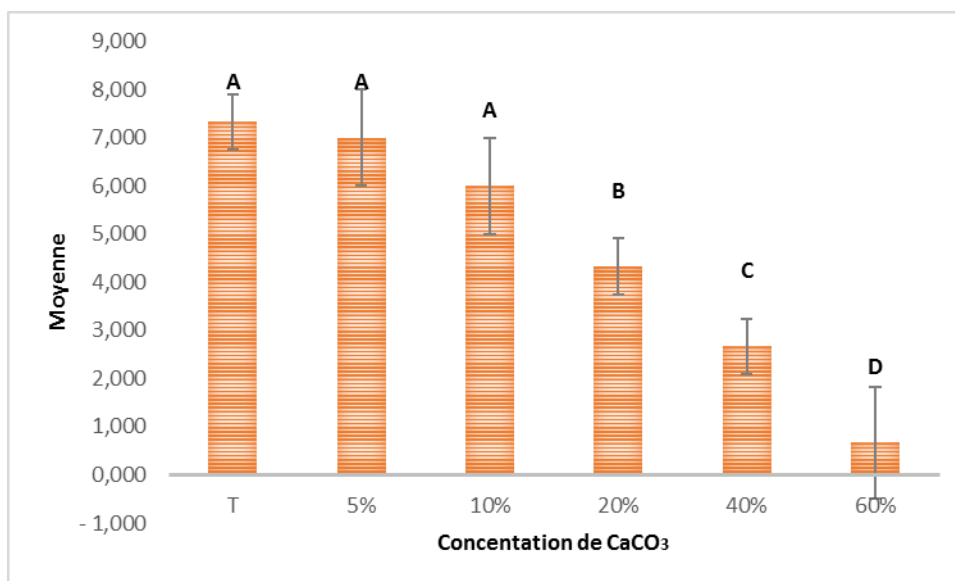


Figure 21 : Effet des concentrations de CaCO_3 (%) sur le PMG (%) ($\pm$ ET) des graines de Jujubier après traitement chimique.

La **figure 21** représente le taux de germination des lots traités chimiquement par l'acide sulfurique, à travers les diverses doses de calcaire. Le meilleur taux de germination (70,33%) est atteint dans les conditions de contrôle (témoin).

A 5% de CaCO_3 , la germination commence le 3^{ème} jour et stagne à 50% depuis le 8^{ème} jour jusqu'au 14^{ème} jour. A la fin du suivi durant 20 jours, le taux de germination a atteint 70% jusqu'à la fin de l'expérience. A 10% de CaCO_3 , La germination commence le 3^{ème} jour pour arriver à 10%, à partir du 15^{ème} jour la germination été au maximum avec un taux de 60%. A 20% de CaCO_3 , les grains commencent à germer le 3^{ème} jour (6%) pour atteindre 30% le 9^{ème} jour jusqu'au 15^{ème} jour. Le taux maximum de germination (40,33%) est atteint dans les 3 dernier jours. Enfin, avec 40% et 60% de CaCO_3 , la germination a commencé le 3^{ème} jour par un taux de 2% et le taux maximum est noté au 14^{ème} jour 6% et stagne jusqu'au dernier jour.

Les photos montrent la germination des graines de *Ziziphus lotus* après traitement chimique sous l'effet de la calcaire (**Fig. 22**).

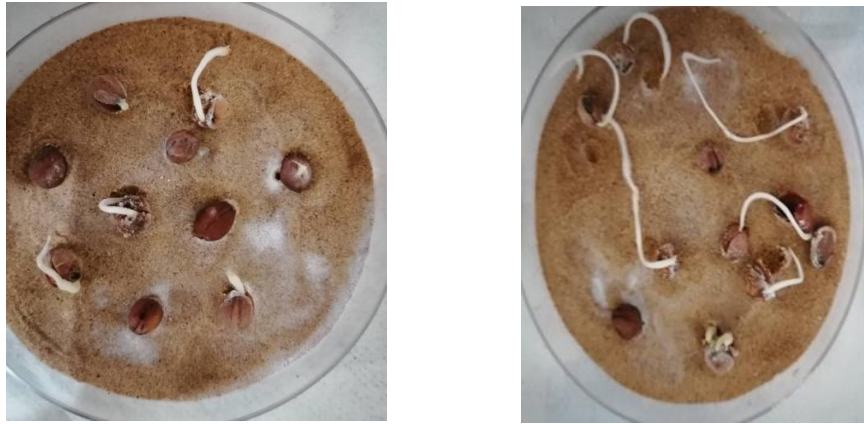


Figure 22 : Quelques photos de la germination des graines de Jujubier après traitement chimique sous l'effet du calcaire.

D'une manière générale, on remarque que les plantules obtenues après traitement mécanique des graines de *Ziziphus lotus* sont beaucoup plus vigoureuses que les plantules obtenues après traitement chimiques des graines de Jujubier (**Fig. 22a**) et (**Fig. 22b**).



-a-



-b-

Figure 23 : Quelques photos des plantules de Jujubier.

a : après traitement mécanique et **b**- après traitement chimique.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Discussion générale

Nous avons de multiples raisons de conserver la biodiversité, en particulier dans les milieux arides, parce que cette biodiversité est adaptée aux contraintes extrêmes de cet environnement naturel. Le milieu saharien héberge des espèces dont la présence repose sur des adaptations longuement éprouvées vis-à-vis des facteurs d'élimination que sont les fortes chaleurs, le manque d'eau, etc... (**Le Berre et Ramousse, 2003; Bode, 2004**).

La végétation de parcours arides et semi-arides souffre des activités humaines comme le surpâturage et la collecte de plantes à des fins médicinales. Cela peut entraîner la dégradation de l'habitat et la destruction de la végétation (**Gomaa, 2012**).

La régénération naturelle est très lente dans les régions arides. Il est nécessaire de réintroduire des espèces pérennes artificiellement, de préférence indigènes (**Ourcival et al., 1994**). On garantit ainsi une pérennité de la végétalisation lorsqu'on utilise des espèces issues des mêmes communautés végétales, caractérisées par des facteurs écologiques et un territoire phytogéographique propres (**Henry et al., 2011**). Le succès de toute population végétale dépend de la capacité de ses semences à faire face aux conditions environnementales et à ce que suffisamment d'individus atteignent la maturité chaque saison pour assurer la continuité de la lignée (**Khan et al., 2009**).

Durant notre étude, deux traitements de levée de dormance ont été appliqués sur les graines de *Ziziphus lotus*, les résultats montrent que l'effet du traitement mécanique sur le pourcentage moyen de germination (PMG) est meilleur que celui obtenu après un traitement chimique des graines. De même, l'effet du traitement mécanique sur le temps moyen de germination (TMG) est considérable par rapport à la vitesse de germination obtenue après un traitement chimique. **Saied et al., (2008)**, l'établissement réussi d'une plante dépend d'une émergence réussie. Bien que le craquage du tégument au marteau entraîne une émergence la plus rapide, la méthode n'est pas pratique car les embryons pourraient être endommagés. La scarification mécanique par l'utilisation de papier de verre est une méthode subjective, en ce qui concerne l'étendue de l'abrasion. Pour des fins commerciales, il se peut être approprié d'utiliser des machines qui exécutent la scarification mécanique sans endommager les embryons.

L'établissement des espèces peut différer par son cycle de vie (annuel/vivace), sa forme de vie (arbustes/herbacées), sa réponse à la sécheresse (tolérance/évitement), sa période de floraison, ses efforts de reproduction, le comportement de germination. Les plantes de régions arides ont développé des adaptations et des stratégies de survie complémentaires tout au long de leurs stades de vie. Parmi ces stades, la graine qui a la plus grande résistance aux facteurs environnementaux extrêmes, alors que la plantule a la plus faible (**Guterman, 2002**).

La germination est un exercice risqué, et un transit irréversible entre la phase de vie la plus tolérante (à la sécheresse par exemple) et la phase de vie la plus sensible (**Kigel, 1995**). Une compréhension détaillée de l'influence des facteurs environnementaux sur ce processus est importante pour assurer la conservation des espèces rares et/ou en voie de disparition (**Baskin et Baskin, 1998**). Des facteurs environnementaux tels que la température, la lumière, le pH, et l'humidité de sol ont été connus pour affecter la germination de la graine (**Nabors, 2008; Nonogaki et al., 2010; Ren et al., 2017**).

C'est pour cette raison qu'on a étudié l'effet des certains facteurs édaphiques très répandu dans les régions arides à savoir la salinité et le calcaire sur la germination des graines de Jujubier et on a réalisé quelques analyses de sol de deux stations de Dayas sous Jujubier.

Bien que la lumière et la température soient les principaux facteurs influant sur la germination des graines, la salinité est également considérée comme l'une des forces sélectives (**Ungar, 1995; Taghvaei et al., 2012; Murru et al., 2015; Ungar, 2017; Wang et al., 2018**).

Notre étude expérimentale montre qu'en général, les niveaux élevés de salinité (6 - 8g/L NaCl) représentaient un stress pour les graines et réduisaient significativement les taux de germination.

La salinité du sol peut affecter la germination des graines soit en créant un potentiel osmotique externe empêchant l'absorption d'eau, soit par les effets toxiques des ions Na^+ et Cl^- sur les graines en germination (**Khajeh-Hosseini et al., 2003; Kaya et al., 2006**).

La conductivité électrique des sols des stations étudiées est faible (<0,25 mmhos/cm à 25°C), donc ce sont des sols excellents (non salin).

Les conditions optimales de germination sont obtenues en l'absence de NaCl dans le milieu (eau distillée), la plupart des auteurs conviennent que dans les halophytes, comme dans les glycophytes, la capacité de germination est plus élevée dans les environnements non salés. La présence de NaCl provoque une augmentation de la durée des processus de germination et par conséquent retarde l'émergence des plantes (**Bahrani et Niknejad-Kazempour, 2007; Gul et al., 2013**).

Les graines de jujubier étudiées ont montré un comportement de germination modéré vis-à-vis du calcaire. Notre étude expérimentale montre qu'en général, les niveaux de calcaire allant de (0 – 10% CaCO₃) représentaient les meilleurs taux de germination.

Les échantillons des sols des deux Dayas analysés sont très fortement calcaires (50 à 80), leurs teneurs varient entre 60,07% à 59,12%. Ce qui peut entraver la germination des graines de Jujubier dans nos milieux naturels.

L'un des principaux objectifs de l'écologie de la germination des graines est de comprendre comment la dormance (si elle est présente) est brisée et comment le moment de la germination est contrôlé dans la nature. Idéalement, nous pouvons mener des études en laboratoire/serre/terrain (**Baskin et al., 2006**).

Les semences joueront peut-être un rôle crucial à un moment décisif puisque nous cherchons à lutter contre les menaces actuelles envers notre planète causées en grande partie par notre propre succès.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

Le développement des plantes dépend des conditions physico-chimiques initiales du site, de l'humidité et de la compaction du sol. Il dépend également de la germination des graines. La survie des nouvelles plantes dans des états de désert est liée principalement aux mécanismes de germination qui assurent le développement de plante au bon moment et dans un endroit approprié.

Durant notre étude, deux traitements de levée de dormance ont été appliqué sur les graines de *Ziziphus lotus*, les résultats montrent que l'effet du traitement mécanique sur le pourcentage moyen de germination (PMG) est meilleur que celui obtenu après un traitement chimique des graines. De même, l'effet du traitement mécanique sur le temps moyen de germination (TMG) est considérable par rapport à la vitesse de germination obtenue après un traitement chimique.

Les analyses des échantillons des sols des deux Dayas (Ben Necer Ben Chohra et El Khneg) montrent que les sols sont à pH basique, ils sont très fortement calcaires, ce qui peut entraîner un blocage de la germination des graines de Jujubier.

La conductivité électrique des sols des stations étudiées est faible, donc ce sont des sols excellents (non salin). Ce qui ne constitue pas un facteur limitant pour la germination et l'établissement de Jujubier.

Ces modestes résultats ne représentent qu'une initiation à la recherche. En perspectives, il serait intéressant de multiplier les stations d'échantillonnage du sol des zones de répartition du Jujubier et de les comparer avec la richesse réelle en arbres de *Ziziphus lotus*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Al-Taisan, W.A., Al-Qarawi, A.A., and Alsubiee, M.S. (2010).** Effect of water stress by Polyethylene Glycol 8000 and Sodium Chloride on germination of *Ephedra alata* Decne seeds. Saudi J. Biol. Sci. 17, 253–257.
- Ammari S., 2011-** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes Broutées par le dromadaire, 46p.
- Ashraf, M. & P.J.C. Harris -2004-** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in Plants. Plant Science 166: 3-16
- Aubert G., (1970).** Méthodes d'analyses des sols. C.R.D.P. Marseille. 546 P.
- Baba Aissa F., 1999.** Les plantes médicinales en Algérie. Bouchène et Addiwen (Ed).Alger, 181p
- Bahrani, M.J., and Niknejad-Kazempour, H. (2007).** Effect of Dormancy Breaking Treatments and Salinity on Seed Germination of Two Desert Shrubs. Arid Land Res. Manag. 21, 107–118.
- Bacchetta, G., Fenu, G., Mattana, E., Piotto, B., and Virevaire, M. (2006).** Manuel pour la récolte l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. Agenzia Prot. Dello Ambiente Roma 217.
- Baiz et Girard. 1995.** Guide pour la description des sols. COLL Techniques et pratiques. Paris: INRA. 456 p
- Baskin, C.C., and Baskin, J.M. (1998).** Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination (Academic Press).
- Baskin C.C., Baskin J.M., 1998-** Seeds : Ecologie. Biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic press, San dieg. C A.
- Baskin, J.M., and Baskin, C.C. (2004).** A classification system for seed dormancy. Seed Sci. Res. 14, 1–16
- Baskin, C.C., Thompson, K., and M. Baskin, J. (2006).** Mistakes in germination ecology and how to avoid them. Seed Sci. Res. 16.

Baskin, C.C., and Baskin, J.M. (2014a). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination (San Diego, CA: Elsevier/AP).

Bellakhdar, J ., La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle,IbisPress, Paris, France, 1997

Bell, D.T., Rokich, D.P., McChesney, C.J., and Plummer, J.A. (1995). Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. *J. Veg. Sci.* 6, 797–806.

Bellefontaine, R., Gaston, A., and Petrucci, Y. (1997). Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches (Rome: Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture).

Belkhodja M., Bidai Y. Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse* 15 (2004) 331-5.

Ben Amor N, Ben Hamed K, Debez A, Grignon C, Abdelly C. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Science.* 2005;168:889–899.

Bewley, J.D., and Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination (Springer Science & Business Media).

Bhatt, A., Santo, A., and Gallacher, D. (2016). Seed mucilage effect on water uptake and germination in five species from the hyper-arid Arabian desert. *J. Arid Environ.* 128, 73–79.

Binnet J. et Brunel P., 1968- Physiologie végétale, Tome I, Dion (Ed.) Paris.

Bode, S. (2004). Pratiques pastorales et biodiversité des parcours dans le canton de Dantchandou (Fakara).

Bojnanský, V., and Fargašová, A. (2007). Atlas of seeds and fruits of central and east-European flora (Dordrecht: Springer Netherlands).

Bonnet, J., 2001. Larousse des arbres et des arbustes (Larousse Ed.). Paris. 512p.

Botanic Gardens Kew (2008). Seed Information Database: Royal Botanic Gardens, Kew.

Bouakez, D., and Hamadouche, I. (2015). Effet du stress hydrique au stade de germination sur la croissance de quelque génotype du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Université des Frères Mentouri- Constantine.

Boulghalagh J, Berrichi A, EL Halouani H et Boukroute A., 2006. Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsia chinensis* [Link] Schneider).Recueil des résumés. Le Premier Congrès National sur l'amélioration de Production Agricole, Settlat, Maroc, 24p.

Brändel, M. (2004). The role of temperature in the regulation of dormancy and germination of two related summer-annual mudflat species. *Aquat. Bot.* 79, 15–32.

Carter D.I., 1975: Problems of salinity in agriculture. *Plants in Saline Environments*. Springer-Verlag Berlin. pp. 25-35.

Catoire, Z.H. et Bouet, C., 1999. Les jujubiers ou genre *Ziziphus*. *Fruit oubliés*, 1999.

Chang, E.R., Jefferies, R.L., and Carleton, T.J. (2001). Relationship between vegetation and soil seed banks in an arctic coastal marsh. *J. Ecol.* 367–384.

Chaussat R., Le Deunff Y., 1975 - La germination des semences. Bordars (Ed.) Paris, 232p.

Côme, D. (1970). Les obstacles à la germination. *Monographies de Physiologie Végétale* No. 6. (Ed.), Masson et Cie. 162 p. [ISBN: 19729701389](#)

De La pradilla, F., 1979. Plantes médicinales contre douze parasitoses fréquentes. Université d'Ouagadougou. 54p.

Douh, C., Daïnou, K., Loumeto, J.J., Fayolle, A., and Doucet, J.-L. (2014). Explorer la banque de graines du sol pour mieux comprendre la dynamique de régénération des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Société Environ.* 18, 558–565.

Ekpong, B. (2009). Effects of seed maturity, seed storage and pre-germination treatments on seed germination of cleome (*Cleome gynandra* L.). *Sci. Hortic.* 119, 236–240.

El-Keblawy, A., and Al-Rawai, A. (2005). Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. *J. Arid Environ.* 61, 555–565.

Espadaler, X., and Gomez, C. (2001). Female performance in *Euphorbia characias* : effect of

flower position on seed quantity and quality. *Seed Sci. Res.* 11, 163–172.

Fallahi, H.-R., Aghhavani-Shajari, M., Mohammadi, M., Kadkhodaei-Barkook, R., et Zareei, E. (2017). Predicting of flaxweed (*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl) germination response to temperature using regression models. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 6, 131–134. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.04.005>

Foley, M.E. (2001). Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Sci.* 49, 305–317.

Flores, J., Pérez-Sánchez, R.M., and Jurado, E. (2017). The combined effect of water stress and temperature on seed germination of Chihuahuan Desert species. *J. Arid Environ.* 146, 95–98.

Flowers, T.J., and Colmer, T.D. (2015). Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. *Ann. Bot.* 115, 327–331.

García-Fayos, P., and Gasque, M. (2006). Seed vs. microsite limitation for seedling emergence in the perennial grass *Stipa tenacissima* L. (Poaceae). *Acta Oecologica* 30, 276–282.

Geneve, R.L. (2003). Impact of Temperature on Seed Dormancy. *HortScience* 38, 336–341.

Ghedira, K., 1995. Études des parties aériennes d’*Ajuga iva* (L.) Schreb. et des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.) Desf., thèse d’État ès sciences pharmaceutiques, faculté de pharmacie, Monastir (Tunisie).

Gomaa, N.H. (2012). Soil seed bank in different habitats of the Eastern Desert of Egypt. *Saudi J. Biol. Sci.* 19, 211–220.

Gorai, M., El Aloui, W., Yang, X., and Neffati, M. (2014). Toward understanding the ecological role of mucilage in seed germination of a desert shrub *Henophyton deserti*: interactive effects of temperature, salinity and osmotic stress. *Plant Soil* 374, 727–738.

Grouzis, M. (1992). L’aridité une contrainte au développement : Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. 267–282.

- Gul, B., Ansari, R., Flowers, T.J., and Khan, M.A. (2013).** Germination strategies of halophyte seeds under salinity. *Environ. Exp. Bot.* 92, 4–18.
- Gurvich, D.E., Pérez-Sánchez, R., Bauk, K., Jurado, E., Ferrero, M.C., Funes, G., and Flores, J. (2017).** Combined effect of water potential and temperature on seed germination and seedling development of cacti from a mesic Argentine ecosystem. *Flora* 227, 18–24.
- Guterman, Y. (2002).** MINIREVIEW: Survival adaptations and strategies of annuals occurring in the Judean and Negev Deserts of Israel. *Isr. J. Plant Sci.* 50, 165–175.
- Hale, A.N., Imfeld, S.M., Hart, C.E., Gribbins, K.M., Yoder, J.A., and Collier, M.H. (2010).** Reduced Seed Germination after Pappus Removal in the North American Dandelion (*Taraxacum officinale*; Asteraceae). *Weed Sci.* 58, 420–425.
- Heller R. et Esnault R. et Lance C., 2000-** *Physiologie végétale et développement*, Dunod (Ed.) Paris, 366p.
- Henry, E., Cornier, T., Toussaint, B., Duhamel, F., and Blondel, C. (2011).** Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en Région Nord-Pas de Calais.
- Hu, X.W., Wu, Y.P., and Wang, Y.R. (2009).** Different requirements for physical dormancy release in two populations of *Sophora alopecuroides* relation to burial depth. *Ecol. Res.* 24, 1051–1056
- ISTA (2011).** International Seed Testing Association - ISTA - ISTA Online - International Seed Testing Association. <https://www.seedtest.org/en/home.html> Dernière consultation le 18 février 2011.
- Jean P., Catmrine T. et Giues L., 1998-** *Biologie des plantes cultivées*. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çikılı, Y., and Kolsarıcı, Ö. (2006).** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24, 291–295.

Khadraoui, A. 2004. *Eaux et sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement)*.

Ouargla : Houma, Algérie. 393 p.

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A., and Bingham, I.J. (2003). The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soyabean seeds. *Seed Sci. Technol.* 31, 715–725.

Khales A et Baaziz M., 2006-Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin. Congrès international de Biochimie, Agadir: p. 133-136.

Khallef B., 2009- Risques naturels dans la région de Boussaâda. Master complémentaire. Université de Liège

Khan, M.A. and B. Gul., 2006. Halophyte seed germination. In: *Eco-physiology of High Salinity Tolerant Plants*. (Eds.): M.A. Khan and D.J. Weber, pp. 11-30. Springer Publication, Netherlands

Khan, M.A., and Qaiser, M. (2006). Halophytes of Pakistan: characteristics, distribution and potential economic usages. In *Sabkha Ecosystems*, M.A. Khan, B. Böer, G.S. Kust, and H.-J. Barth, eds. (Dordrecht: Springer Netherlands), pp. 129–153.

Khan, M.A., Ansari, R., Gul, B., and Li, W. (2009). Dormancy and germination responses of halophyte seeds to the application of ethylene. *C. R. Biol.* 332, 806–815.

Kechairi R., 2009. Contribution à l'étude écologique de l'arganier *argania spinosa* (L) skeels. dans la région de Tindouf (Algérie) Thèse de Magister, FSB, Université de USTHB, Bab Ezzouar, Alger, 73p.

Kigel, J. (1995). *Seed Development and Germination* (CRC Press).

Le Berre, M., and Ramousse, R. (2003). Les enjeux de la conservation de la biodiversité en milieu saharien. UNESCO-MAB Paris 1–13.

Luna, B., Pérez, B., Torres, I., and Moreno, J.M. (2012). Effects of Incubation Temperature on Seed Germination of Mediterranean Plants with Different Geographical Distribution Ranges. *Folia Geobot.* 47, 17–27.

Mazlaik., 1982- Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.

Meyer J 2004- Botanique, biologie et physiologie végétale, Edition Maloine, Paris, Collection des sciences fondamentales, 461p.

Mihi M., 2002. La lutte chimique contre le jujubier, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Département Technique / Chimie (MARBAR), Casablanca, Sommaire n°94. Ministère de l'agriculture et du développement rural, Maroc.

Milberg, P., Andersson, L., and Thompson, K. (2000). Large-seeded spices are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Sci. Res.* 10, 99–104.

Mounni S., 2008- Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis L* ; *Crataegus azarolus L* ; *Crataegus monogyna Jacq* ; *Elaeagnus angustifolia L* ; et *Zizyphus lotus L*. Mémoire de Magister en Agronomie, Université de Batna, 80p.

Munns R., Tester M. - 2008 Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651–681 p.

Murru, D.V., Santo, D.A., Piazza, D.C., Hugot, D.L., and Bacchetta, D.G. (2015). Seed germination, salt stress tolerance and effect of nitrate in three Tyrrhenian coastal species of the *Silene mollissima* aggregate (Caryophyllaceae). 1–26.

Nabors, M. (2008). Biologie végétale: structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies (Pearson Education).

Narbona, E., Arista, M., and Ortiz, P.L. (2007). Seed germination ecology of the perennial *Euphorbia boetica*, an endemic spurge of the southern Iberian Peninsula. *Ann. Bot. Fenn.* 44, 276–282.

- Nicolas, G., Bradford, K.J., Côme, D., and Pritchard, H.W. (2003).** The biology of seeds: recent research advances: proceedings of the Seventh International Workshop on Seeds, Salamanca, Spain 2002 (Wallingford, Oxon, UK ; New York: CABI Pub).
- Nin, S., Petrucci, W.A., Del Bubba, M., Ancillotti, C., et Giordani, E. (2017).** Effects of environmental factors on seed germination and seedling establishment in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Scientia Horticulturae*. 226, 241–249.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.049>
- Nonogaki, H., Bassel, G.W., and Bewley, J.D. (2010).** Germination—Still a mystery. *Plant Sci.* 179, 574–581.
- Ochuodho, J.O., and Modi, A.T. (2005).** Temperature and light requirements for the germination of *Cleome gynandra* seeds. *South Afr. J. Plant Soil* 22, 49–54.
- Ourcival, J.M., Floret, C., Le Floc’h, E., and Pontanie, R. (1994).** Water relations between two perennial species in the steppes of southern Tunisia. *J. Arid Environ.* 28, 333–350.
- Pérez-García, F. (2008).** Effect of cryopreservation, gibberellic acid and mechanical scarification on the seed germination of eight endemic species from the Canary Islands. *Seed Sci. Technol.* 36, 237–242.
- Plummer, J., and Bell, D. (1995).** The Effect of Temperature, Light and Gibberellic Acid (Ga₃) on the Germination of Australian Everlasting Daisies (Asteraceae, Tribe Inuleae). *Aust. J. Bot.* 43, 93–102.
- Pouget, M. 1980.** *Les relations sol-végétation dans la steppe sud-algéroises*. Paris ORSTOM. 569 p
- Prévost, P. 1999.** *Les bases de l’agriculture*. Paris : Technique et documentation. 243 p.
- Quézel P. et Santa S., 1962, 1963** - Nouvelle flore en Afrique du Nord : Leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions.
- Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., and Ghosh, K. (2006).** Manipulation des semences. 181.
- Raven, P.H.; Evert, R.f.; Eichhon, S.E., 2003.** Biologie végétale. 1ère Édition. De Boeck université, ISBN. 565p.

Ranal, M.A., et Santana, D.G. (2006). How and why to measure the germination process?

Revista Brasilia Botânica 29(1), 1–11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>

Ranal, M.A., Santana, D.G., Ferreira, W.R., et Mendes-Rodrigues, C. (2009). Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. *Revista Brasileira de Botânica*.32(4), 849–855

Rengasamy P (2002) Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **42**: 351-361

Ren, X.-X., Xue, J.-Q., Wang, S.-L., Xue, Y.-Q., Zhang, P., Jiang, H.-D., and Zhang, X.-X. (2017). Proteomic analysis of tree peony (*Paeonia ostii* ‘Feng Dan’) seed germination affected by low temperature. *J. Plant Physiol.*

Rsaissi N. et Bouhache M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed) Rabat. (94) : 4p.

Saied, A.S., Gebauer, J., and Buerkert, A. (2008). Effects of different scarification methods on germination of *Ziziphus spina-christi* seeds. *Seed Sci. Technol.* 36, 201–205.

Schütz, W., and Milberg, P. (1997). Seed germination in *Launaea arborescens*: a continuously flowering semi-desert shrub. *J. Arid Environ.* 36, 113–122.

Soltani, E., Ghaderi-Far, F., Baskin, C.C., et Baskin, J.M. (2015). Problems with using mean germination time to calculate rate of seed germination. *Australian Journal of Botany*. 63(8), 631–635. <https://doi.org/10.1071/BT15133>

Soltner D., 2007- Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.

Sun, Y., AN, S., Henrich, V.C., Sun, X., Song, Q. (2007). Proteomic Identification of PKC-Mediated Expression of 20E-Induced Protein in *Drosophila melanogaster*. [J. Proteome Res.](#) 6(11): 4478--4488. ([Export to RIS](#))

- Sweedman, L., and Merritt, D.J. (2006).** Australian seeds: a guide to their collection, identification and biology (Collingwood, Vic: CSIRO Publishing).
- Taghvaei, M., Khaef, N., and Sadeghi, H. (2012).** The effects of salt stress and prime on germination improvement and seedling growth of *Calotropis procera* L. seeds. *J. Ecol. Environ.* 35, 73–78.
- Thanos, C.A., Kadis, C.C., and Skarou, F. (1995).** Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). *Seed Sci. Res.* 5, 161–170.
- Tlig, T., Gorai, M., and Neffati, M. (2008).** Germination responses of *Diploaxis harra* to temperature and salinity. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants* 203, 421–428.
- Ungar, I.A. (1995).** Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In *Seed Development and Germination*, ((Kigel J, Galili G, eds). Marcel Dekker, New York), pp. 599–628.
- Vandelook, F., Van de Moer, D., and Van Assche, J.A. (2008).** Environmental signals for seed germination reflect habitat adaptations in four temperate Caryophyllaceae. *Funct. Ecol.* 22, 470–478.
- Wang, J., Baskin, J.M., Baskin, C.C., Liu, G., Yang, X., and Huang, Z. (2017).** Seed dormancy and germination of the medicinal holoparasitic plant *Cistanche deserticola* from the cold desert of northwest China. *Plant Physiol. Biochem.* 115, 279–285.
- Xia, Q., Maharajah, P., Cueff, G., Rajjou, L., Prodhomme, D., Gibon, Y., Bailly, C., Corbineau, F., Meimoun, P., and El-Maarouf-Bouteau, H. (2018).** Integrating proteomics and enzymatic profiling to decipher seed metabolism affected by temperature in seed dormancy and germination. *Plant Sci.* 269, 118–125.
- Zhao, L.-L., Mo, B.-T., Wang, P.-C., Zhang, Y., and Long, Z.-F. (2015).** Relationship of *Sophora davidii* seed size to germination, dormancy, and mortality under water stress. *South Afr. J. Bot.* 99, 12–16.
- ZHU JK (2007)** Plant Salt Stress. eLS.

Zouhaier, B., Najla, T., Abdallah, A., Wahbi, D., Wided, C., Chedly, A., and Abderrazak, S. (2015). Salt stress response in the halophyte *Limoniastrum guyonianum* Boiss. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants* 217, 1–9.

ANNEXES

Annexes

Annexe 01 : Analyse de la variance pour le pourcentage moyen de la germination (PMG) des graines de Jujubier sous l'effet de la salinité après traitement mécanique.

	<i>S.C.E</i>	<i>DDL</i>	<i>C.M.</i>	<i>TEST F</i>	<i>PROBA</i>
<i>Var.TOTALE</i>	158,500	17	9,324		
<i>Var.FACTEUR 1</i>	149,167	5	29,833	38,357	0,000
<i>VAR.RESIDUELLE 1</i>	9,333	12	0,778		

Annexe 02 : Analyse de la variance pour le pourcentage moyen de la germination (PMG) des graines de Jujubier sous l'effet de la salinité après traitement chimique.

	<i>S.C.E</i>	<i>DDL</i>	<i>C.M.</i>	<i>TEST F</i>	<i>PROBA</i>
<i>Var.TOTALE</i>	112,944	17	6,644		
<i>Var.FACTEUR 1</i>	104,944	5	20,989	31,483	0,000
<i>VAR.RESIDUELLE 1</i>	8,000	12	0,667		

Annexe 03 : Analyse de la variance pour le pourcentage moyen de la germination (PMG) des graines de Jujubier sous l'effet du calcaire après traitement mécanique.

	<i>S.C.E</i>	<i>DDL</i>	<i>C.M.</i>	<i>TEST F</i>	<i>PROBA</i>
<i>Var.TOTALE</i>	177,778	17	10,458		
<i>Var.FACTEUR 1</i>	169,111	5	33,822	46,831	0,000
<i>VAR.RESIDUELLE 1</i>	8,667	12	0,722		

Annexe 04 : Analyse de la variance pour le pourcentage moyen de la germination (PMG) des graines de Jujubier sous l'effet du calcaire après traitement chimique.

	<i>S.C.E</i>	<i>DDL</i>	<i>C.M.</i>	<i>TEST F</i>	<i>PROBA</i>
<i>Var.TOTALE</i>	112,000	17	6,588		
<i>Var.FACTEUR 1</i>	103,333	5	20,667	28,615	0,000
<i>VAR.RESIDUELLE 1</i>	8,667	12	0,722		