



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



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : Oussama SI MOHAMMED**

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

**FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES**

**OPTION : AMELIORATION DES PLANTES**

### **Thème**

**Essai de levée de dormance des graines de Jujubier  
(*Zizyphus lotus* (L.) Lam.) par scarification mécanique, chimique  
et thermique.**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
TOUATI HATTAB Siham	Maitre de conférences B	Président
KOUIDRI Mohamed	Maitre de conférences A	Examinateur
MARFOUA Mériem	Maitre de conférences B	Rapporteur
MECHRAOUI Chouaib	Enseignant vacataire UATL	Co-rapporteur

**Promotion : Septembre – 2020**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**Dédicace**

*Je dédie ce mémoire à*

*Ma mère Dr. GHRISS ZOHRRA*

*Mes professeurs*

*Et ceux qui ont une idée amicale pour moi.*

*Oussama SI MOHAMMED*

## **Remerciements**

Au terme de ce travail, c'est avec émotion que je tiens à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce 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, madame Dr. Siham TOUATI-HATTAB, et monsieur Dr. Mohamed KOUIDRI à l'université de Amar TELIDJI - Laghouat - qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir participer à l'évaluation de ce travail.

Oussama SI MOHAMMED

**Oussama SI MOHAMMED (2020)** Essai de levée de dormance des graines de Jujubier (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.) par scarification mécanique, chimique et thermique.

## **RESUME**

Le changement du couvert végétal et l'érosion de la biodiversité caractérisent l'évolution régressive de l'ensemble de la steppe algérienne. Le *Zizyphus lotus* (L.) Lam. Constitue un élément déterminant dans un processus de réhabilitation des espaces steppiques dégradés et menacés par la désertification sous l'effet de la pression climatique et humaine. Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'effet de quelques traitements de levée de la dormance des graines de (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.). Les graines ont été récoltées de la région de Laghouat (Tadjrouna). L'expérience a été réalisée sur les graines soumises à 3 types de traitements : scarification mécanique, traitement thermique et scarification chimique pendant 36 jours.

La première partie est une synthèse bibliographique, d'abord présenté, l'espèce recherchée *Zizyphus lotus* (L.) Lam., ensuite une introduction des concepts généraux de germination et de dormance. Dans la deuxième partie, la méthode générale du travail est présentée. Ensuite, les résultats des travaux réalisés sont combinés et présentés et discutés dans la troisième partie pour aider à trouver un moyen efficace pour la levée de dormance du *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Les résultats obtenus ont montré que le traitement avec scarification chimique (acide sulfurique 94%) est le plus efficace à lever la dormance des graines du *Zizyphus lotus* (L.) Lam., le traitement à scarification mécanique présente également un résultat considérable.

En notant en conclusion plusieurs autre actions qui pourraient être faites pour augmenter le taux de germination de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

**Mots clés :** *Zizyphus lotus* (L.) Lam., Dormance, Germination, Scarification, Laghouat

أسامة سي محمد (2020) اختبار كسر سكون بذور الجوجوبا (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.) عن طريق الخدش الميكانيكي والكيميائي والحراري.

#### الملخص

التغيير في الغطاء النباتي وتآكل التنوع البيولوجي يميزان التطور التراجعي لسهوب الجزائر بأكملها. *Zizyphus lotus* (L.) Lam. يشكل عنصرا حاسما في عملية إعادة تأهيل مناطق السهوب المتدهورة المهتدة بالتصحر تحت تأثير الضغط المناخي والبشري. الهدف من هذا العمل هو تقييم تأثير بعض المعالجات في رفع سكون بذور *Zizyphus lotus* (L.) Lam. جمعت البذور من منطقة الأغواط (تاجرونة). أجريت التجربة على بذور خضعت لثلاثة أنواع من المعالجة: الخدش الميكانيكي والمعالجة الحرارية والخدش الكيميائي لمدة 36 يوما.

الجزء الأول هو ملخص بيليوغرافي، يعرف أولاً، بالنوع المدروس *Zizyphus lotus* (L.) Lam.، ثم في الجزء الثاني مقدمة للمفاهيم العامة للإنبات والسكون، ثم يتم تقديم طريقة العمل العامة. وبعد ذلك، يتم دمج نتائج العمل المنفذ وعرضها ومناقشتها في الجزء الثالث للمساعدة في إيجاد طريقة فعالة لكسر سكون *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

أظهرت النتائج أن المعالجة بالخدش الكيميائي (حمض الكبريتيك 94%) هي الأكثر فاعلية في كسر سكون بذور الجوجوبا *Zizyphus lotus* (L.) Lam.، كما أن المعالجة بالخدش الميكانيكي تقدم نتيجة ملحوظة.

مع استنتاج العديد من الملاحظات والإجراءات الأخرى التي كان بالإمكان القيام بها لزيادة معدل نجاح إنبات *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

الكلمات الدالة: *Zizyphus lotus* (L.) Lam.، سكون، إنبات، خدش، الأغواط

**Oussama SI MOHAMMED (2020)** Dormancy break test on jujube (*Zizyphus lotus*) seeds by mechanical, chemical and thermal scarification.

#### **ABSTRACT**

The change in plant cover and the erosion of biodiversity characterize the regressive evolution of the entire Algerian steppe. *Zizyphus lotus* (L.) Lam. constitutes a determining element in a process of rehabilitation of degraded steppe areas threatened by desertification under the effect of climatic and human pressure. The objective of this work is to evaluate the effect of some treatments to lift the dormancy of seeds of (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.). The seeds were collected from the Laghouat region (Tadjrouna). The experiment was carried out on seeds subjected to 3 types of treatment: mechanical scarification, heat treatment and chemical scarification during a period of 36 days.

The first part of this work is a bibliographical summary, first presenting, the studied species *Zizyphus lotus* (L.) Lam., Then an introduction to the general concepts of germination and dormancy. In the second part, the general method of work is presented. Then, the results of the work carried out are combined and presented and discussed in the third part to help find an effective way of breaking the dormancy of *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

The results obtained showed that the treatment with chemical scarification (sulfuric acid 94%) is the most effective in breaking the dormancy of *Zizyphus lotus* (L.) Lam. seeds, the treatment with mechanical scarification also presents a considerable result.

Noting in conclusion several other actions that could be done to increase the germination rate of *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

**Keywords :** *Zizyphus lotus* (L.) Lam., Dormancy, Germination, Scarification, Laghouat.

## Liste des abréviations

<b><math>\alpha</math></b> :	Seuil de signification statistique.
<b>%</b> :	Pourcent.
<b>***</b> :	Très hautement significative.
<b>°C</b> :	Degré Celsius.
<b>ANOVA</b> :	Analyses de variance.
<b>APG</b> :	Angiosperm Phylogeny Group.
<b>ATM</b> :	Atmosphère.
<b>C M</b> :	Carrée moyen.
<b>Cm</b> :	Centimètre.
<b>CV</b> :	Coefficient de variation.
<b>DDL</b> :	Degré de liberté.
<b>F obs.</b> :	F observé.
<b>ITG</b> :	Indice du taux de germination.
<b>Min</b> :	Minute.
<b>Mm</b> :	Millimètre.
<b>O<sup>2</sup></b> :	Oxygène.
<b>PG</b> :	Pourcentage de germination.
<b>PROBA</b> :	Probabilité.
<b>S.C.E</b> :	Somme des carrées des écarts.
<b>T</b> :	Temps.
<b>TEST F</b> :	F observé.
<b>TMG</b> :	Temps moyen de germination.
<b>Var.</b> :	Variabilité en pourcentage.
<b>Z.</b> :	<i>Zizyphus</i> .

## Liste des figures

Figure 1 : Aire de répartition du <i>Zizyphus lotus</i> en Afrique du Nord .....	3
Figure 2 : Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques .....	14
Figure 3 : Méthodologie de travail .....	27
Figure 4 : Effet des traitements de levée de la dormance sur le pourcentage moyen de la germination PG (%) des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 5 : Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps initial (T initial) de la germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 6 : Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps (T ½) de la germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 7 : Effet des traitements de levée de la dormance sur l'indice du taux de germination (ITG) de la germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 8 : Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps moyen de la germination (TMG) de la germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 9 : Effet des traitements sur le gonflement des graines de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	27
Figure 10 : La moyenne des graines gonflées dans chaque répétition selon le traitement ..	27

## Liste des photos

Photo 1 : L'aspect de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam. sur terrain (région de Laghouat).....	5
Photo 2 : Les feuilles de la plante <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam .....	5
Photo 3 : Les fleurs de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.....	6
Photo 4 : Les fruit de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam. ....	6
Photo 5 : Les fruits mûrs de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam. prise au laboratoire .....	17
Photo 6 : Les fruits témoins (à droite) et les graines traitées (à gauche).....	18
Photo 7 : Les lots des graines traitées et arrosées dans l'étuve à 25°C.....	19
Photo 8 : Deux graines germées avec des radicules de plus de 2mm.....	19

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Systématique de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam. ....	4
Tableau 2 : Distribution et contenu des principaux composés bioactifs dans les différentes parties de <i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam. ....	9
Tableau 3 : Analyse de la variance pour le pourcentage final de la germination (PG) des graines ayant subies les différents traitements. ....	24

# Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>I.1.- Généralité sur le <i>Zizyphus lotus</i> .....</b>	<b>3</b>
I.1.1.- Origine de la plante .....	3
I.1.2.- Le <i>Zizyphus lotus</i> en Algérie.....	3
I.1.3.- Caractères botaniques de <i>Zizyphus lotus</i> .....	4
I.1.3.1.- Systématique de l'espèce .....	4
I.1.3.2.- Description morphologique de l'espèce.....	4
a.- Les feuilles.....	5
b.- Les fleurs .....	6
c.- Les fruit .....	6
I.1.4.- Caractères écologiques de <i>Zizyphus lotus</i> .....	7
I.1.5.- Composition chimique de <i>Zizyphus lotus</i> .....	8
I.1.6.- Intérêt et usages de <i>Zizyphus lotus</i> .....	10
<b>I.2.- La germination et la dormance .....</b>	<b>10</b>
I.2.1.- La germination .....	10
I.2.1.1.- Conditions de la germination .....	11
a.- Conditions internes .....	11
b.- Conditions externes .....	11
I.2.1.2.- Les types de germination .....	12
a.- Germination épigée (germination phanérocotylaie).....	12
b.- Germination hypogée (germination cryptocotylaie).....	12
I.2.1.3.- Les Phases de germination.....	12
a.- La phase d'imbibition .....	12
b.- La phase de germination au sens strict ( <i>stricto sensu</i> ).....	12
c.- La phase de croissance et élongation de la radicule et tigelle .....	13
I.2.2.- La dormance.....	13
I.2.2.1.- Les types de dormance.....	13
a.- La dormance embryonnaire .....	13
b.- Les inhibitions tégumentaires .....	13
I.2.2.2.- La levée de la dormance .....	15
a.- Les traitements abrasifs .....	15
b.- Les trempages.....	15
c.- Autres traitements.....	16

<b>PARTIE II : MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>17</b>
<b>II.1.- Objectif du travail .....</b>	<b>17</b>
<b>II.2.- Matériel utilisés .....</b>	<b>17</b>
<b>II.3.- Méthodologie du travail.....</b>	<b>17</b>
<b>II.4.- Protocole expérimental .....</b>	<b>20</b>
II.4.1.- Scarification mécanique .....	20
II.4.2.- Immersion dans de l'eau bouillante.....	20
II.4.3.- Scarification chimique.....	20
<b>II.5.- Paramètres mesurés .....</b>	<b>20</b>
II.5.1.- Pourcentage final de la germination (PG%) .....	21
II.5.2.- Le temps initial (T initial) et (T ½).....	21
II.5.3.- Le temps (T ½) .....	21
II.5.4.- L'indice du taux de germination (ITG) .....	21
II.5.5.- Le temps moyen de germination (TMG).....	21
<b>II.6.- Analyses statistiques .....</b>	<b>22</b>
<b>PARTIE III.- RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>24</b>
<b>III.1.- Effet sur le pourcentage final de la germination (PG%) .....</b>	<b>24</b>
<b>III.2.- Le temps initial (T initial) .....</b>	<b>25</b>
<b>III.3.- Le temps (T ½) .....</b>	<b>26</b>
<b>III.4.- L'indice du taux de germination (ITG) .....</b>	<b>27</b>
<b>III.5.- Le temps moyen de germination (TMG) .....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>34</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>43</b>

---

# INTRODUCTION

---

## Introduction

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, labours irrationnels...etc. Cette dégradation des terres se traduit par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (**Nedjraoui and Bédrani, 2008; Bencherif, 2011; Bidak et al., 2015**).

L'amélioration du couvert végétal des massifs forestiers dégradés de l'Atlas saharien par la plantation d'espèces diversifiées adaptées à ces zones permettra une meilleure lutte contre la désertification (**Toumi et al., 2017**).

Selon le système **APG IV (2016)**, le genre *Zizyphus* appartient à la famille des *Rhamnaceae* relevant de l'ordre des Rosales. Il totalise 135 à 170 espèces. Quatre espèces de *Zizyphus* sont présentes en Algérie, à savoir *Zizyphus lotus* (L.) Lam., *Zizyphus mauritiana* Lam., *Zizyphus spina-christi* (L.) Wild. et *Zizyphus saharae* (Batt.) Maire.

Le Jujubier de Berbérie (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.), communément appelé « *Sedra* » en arabe, est une plante à usage multiple, cosmétique et médicinale, largement utilisée en phytothérapie par les populations locales. Cette espèce végétale a de nombreux intérêts nutritifs, cosmétiques et pastorales (**Chevalier, 1947; Chehma, 2006; Fekih, 2009**). Ses activités anti-inflammatoires, analgésiques et antispasmodiques ont été démontrées par de nombreuses recherches antérieures (**Ghalem et al., 2014; Rais et al., 2020**).

Concernant sa propagation, le *Z. 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 (voie sexuée). 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**).

Le phénomène de la dormance est un moyen complémentaire auquel ont recours certaines plantes pour assurer leur survie. Pour que la dormance des graines tel qu'au Jujubier soit levée, il est nécessaire que la graine soit soumise à un processus parfois long, le plus souvent caractérisé par une nécessaire transformation due à des agents climatiques :

chaleur, froid, humidité, sécheresse, scarification chimiques et/ou mécanique ou physique. (Bellefontaine R, Gaston A, Petrucci Y., 1997)

Le *Zizyphus lotus* (L.) Lam. se distingue des autres espèces par son port arbustif à feuilles caduques avec des tiges étroitement ramifiées et des fleurs et des fruits plus petits. Cette espèce est indigène en Algérie. Elle est connue sous le nom de « *Sedra* » a une large distribution écologique et géographique dans les régions arides et semi-arides de l'Algérie et pousse dans une variété de conditions environnementales (Ozenda, 2004; Chehema, 2006; Zanndouche, 2015).

Le fruit comestible appelé « *Nbag* » est une drupe subglobuleuse jaune foncé (d'environ 1 à 1,5cm de diamètre) à maturité et possède des graines brun foncé (d'environ 6mm). Les graines de *Zizyphus* sont enfermées dans un endocarpe ligneux dur. L'établissement des espèces de *Zizyphus* est entravé par une mauvaise germination et l'émergence des semis, principalement en raison d'un endocarpe pierreux, et une surface tégumentaire des graines qui constitue une interface entre l'embryon végétal, ses réserves et le milieu extérieur, cette surface peut être à la fois protectrice et à l'origine d'inhibitions sur la germination. L'abrasion de l'endocarpe se produit naturellement au fil du temps sous l'action du feu, du vent et de l'eau, des attaques microbiennes et de l'exposition à des températures élevées et fluctuantes. Pour une germination contrôlée, la dormance physique est brisée dans les graines des espèces de *Zizyphus* par deux catégories principales : la scarification mécanique et les méthodes non mécaniques.

Pour vaincre la dormance tégumentaire et propager les jujubiers de manière efficace il faut donc faire subir les graines à des prétraitements avant le semis pour assurer non seulement un pourcentage final de germination élevé mais aussi une germination rapide et uniforme après le semis.

Ce mémoire est structuré en trois parties :

La première partie est une synthèse bibliographiques consacrée d'abord à la présentation de l'espèce étudiée *Zizyphus lotus* (L.) Lam., puis concepts généraux sur la germination et la dormance. Dans la deuxième partie du mémoire, une présentation de la méthodologie générale. Les résultats du travail réalisé sont ensuite synthétisés et présentés dans la troisième partie, et discutés afin de contribuer à la recherche d'un traitement efficace pour lever la dormance chez le *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

---

# SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## PARTIE I : synthèse bibliographique

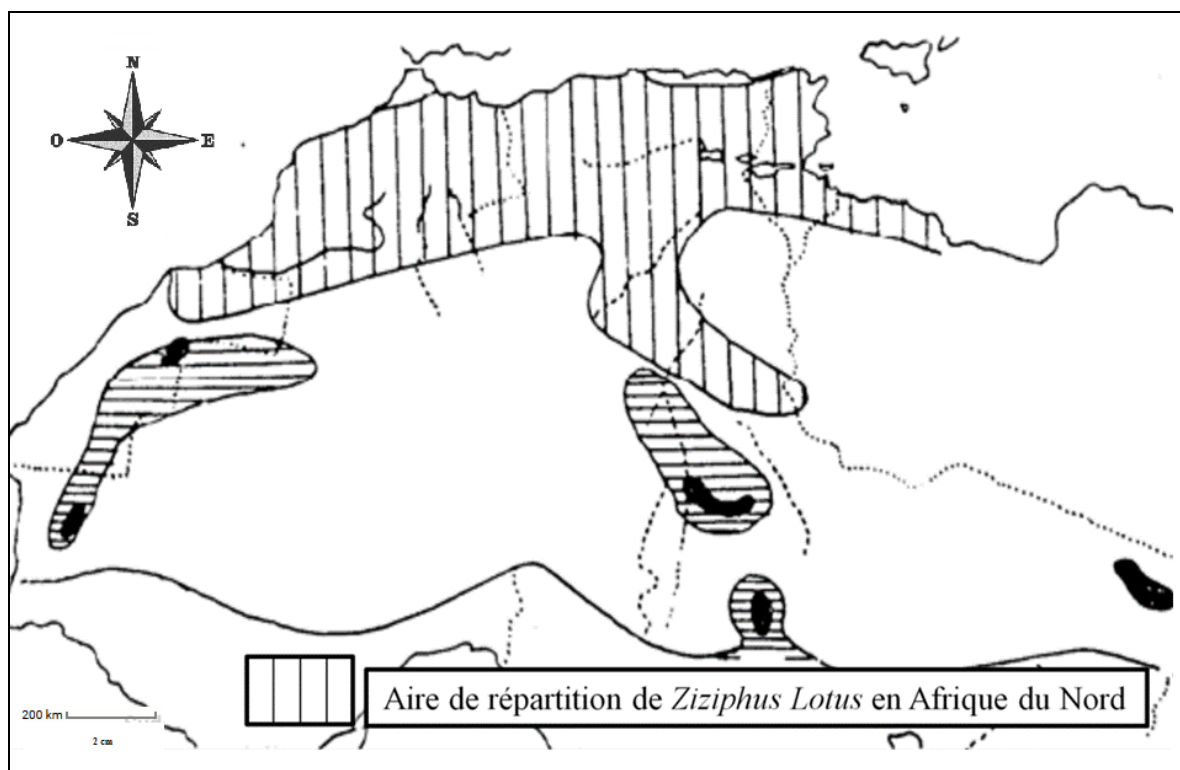
### I.1.- Généralité sur le *Zizyphus lotus*

#### I.1.1.- Origine de la plante

Pour **Chevalier (1947)**, la plante donnant les fruits dont se nourrissaient les Lotophages était le Jujubier nommé par Linné *Rhamnus lotus* et que Desfontaines devait découvrir en 1784 aux abords du désert, en Tunisie. On sait aujourd'hui que cet arbuste vit sur d'immenses territoires en Afrique du Nord et en Asie mineure.

#### I.1.2.- Le *Zizyphus lotus* en Algérie

Bien répandue en Algérie et connue pour ces caractéristiques médicinales traditionnelles (**Ghalem et al., 2014; Khouchlaa et al., 2017; Rais et al., 2020**), il pousse spontanément dans les régions aride et saharienne de Laghouat, Oussara, Massaad (Djelfa) et Taghit (Bechar) (**Quézel and Santa, 1962**), il se trouve aussi dans la région de M'Sila jusqu'au Sahara Occidental de l'Algérie (**Zanndouche, 2015**) (**figure 1**).



**Figure 1 :** Aire de répartition du *Zizyphus lotus* en Afrique du Nord (**Quézel and Santa, 1962**)

### I.1.3.- Caractères botaniques de *Zizyphus lotus*

#### I.1.3.1.- Systématique de l'espèce

*Zizyphus* est l'un des genres les plus importants de la famille des *Rhamnaceae*. Il comprend de nombreuses espèces médicales et fruitières célèbres telles que le jujube chinois, le jujube sauvage et le jujube indien. Cependant, les études taxonomiques à son sujet sont très limitées (Liu and Cheng, 1995).

Le tableau 1 représente la systématique de cette espèce.

**Tableau 1** : Systématique de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

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

Source : APG IV (2016).

#### I.1.3.2.- Description morphologique de l'espèce

Selon Ghosh *et al.*, (1995), le genre *Zizyphus* pourrait y avoir jusqu'à 135 espèces. C'est un arbre robuste à croissance rapide qui résiste aux environnements extrêmes, y compris la sécheresse et l'eau saline et prospère dans des conditions plutôt sèches.

Le jujubier (*Zizyphus lotus*) est un arbuste fruitier, armé d'épines stipulaires inégales avec des tiges étroitement ramifiées, peut atteindre 2–5 m d'hauteur (photo.1). Les tiges à longs rameaux flexueux, en zigzag, d'un blanc grisâtre (Chehma, 2006).



**Photo 1** : L'aspect de *Zizyphus lotus* (L.) Lam. sur terrain (région de Laghouat).

**a.- Les feuilles**

Lisses très brièvement pétiolées glabres sur les deux faces, de forme généralement ovale à bord entier ou denticulé à 3 nervures principales, elles sont caduques alternées, avec deux stipules à la base de chaque feuille qui se transforme en épines inégales et fragiles de 1 à 2 cm de longueur, et de 7mm de largeur, souvent l'une droite et l'autre recourbée (Quézel and Santa, 1962; Ozenda, 1977; Chehma, 2006) (photo.2).



**Photo 2** : Les feuilles de la plante *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

**b.- Les fleurs**

Fleurs petites jaunâtres, fasciculées ou solitaires à l'aisselle des feuilles, bisexuelles, avec des sépales ouverts en étoile, fleurissant en juin-juillet (Quézel and Santa, 1962; Ozenda, 1977; Chehma, 2006) (photo.3).



**Photo 3** : Les fleurs de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

**c.- Les fruit**

Il est une petite drupe sphérique comestible jaune et à la maturité il devient rouge foncé a noyau très dure, la pulpe est épaisse et un peu glutineuse (Quézel and Santa, 1962 ; Ozenda, 1977 ; Chehma, 2006). (Photo.4).



**Photo 4** : Le fruit de *Zizyphus lotus* (L.) Lam. Selon Garcin, (2014)

#### **I.1.4.- Caractères écologiques de *Zizyphus lotus***

Le jujubier est une espèce fruitière très rustique, résistante au froid modéré, aux fortes chaleurs, pouvant végéter en atmosphère sèche, et se contenter d'une faible pluviosité. Mais il craint l'humidité excessive de l'air et les précipitations abondantes. En raison de ses aptitudes, il est cultivé en zone tempérée à hiver doux, à saison sèche prolongée, en zones subtropicale et tropicale à climat sub-aride et aride.

D'après **Tachmatov (1962)**, Le jujubier de Chine ou d'Asie (*Zizyphus saliva*) résiste au froid jusqu'à des températures de -10 à -15°C et même jusqu'à -31°C. Au-dessous de -15°C, dans le sud-ouest de l'Europe, il subit des dégâts, et ceux-ci sont d'autant plus graves que la période de froid se prolonge. Il craint les gelées printanières tardives ; celles-ci sont d'autant plus dangereuses qu'elles surviennent lors de la floraison.

Le jujubier végète dans les zones à faible pluviosité, moins de 500 mm, en Afrique méditerranéenne et au Moyen Orient, moins de 300 mm au sud du Sahara.

Ils résistent bien au vent, aussi les emploie-t-on dans certaines régions, en Inde et au Pakistan notamment, comme brise-vent. On les utilise aussi en protection des vergers en plantant quelques rangées en bordure de plantation exposée aux vents secs ou violents. Ils se contentent de sols de fertilité médiocre, à condition que ceux-ci soient profonds et constitués d'éléments grossiers, même les sols caillouteux lui conviennent. Mais ils craignent les sols lourds, argileux, peu profonds. Leur système racinaire est très développé, ce qui leur permet de prospecter un volume important de sol et d'aller chercher l'humidité en profondeur.

Grace à ces multiples caractéristiques physiologiques et morphologiques le jujubier peut s'adapter aux environnements arides où il joue un rôle très important au combat de l'érosion par sa capacité d'accumulation du sable. Il est aussi utile comme une barrière naturelle contre les courants d'eau. Il constitue aussi une clôture épineuse et une source d'ombrage (**Bamouh, 2002**).

### **I.1.5.- Composition chimique de *Zizyphus lotus***

Ces dernières années, plusieurs rapports scientifiques ont été publiés sur la présence de nombreuses molécules biologiquement actives de *Zizyphus lotus*, qui peut présenter un avantage potentiel élevé dans le domaine de la nutrition, santé et maladies humaines (**Renault et al., 1997; Chouaibi et al., 2012**). À base des plantes médicinales, les propriétés des composés bioactifs des plantes dépendent de la partie de la plante concernée (racine, tige foliaire, pulpe ou fruit) et le type d'extrait utilisé (**Ghazghazi et al., 2014**) (**Abdoul-Azize, 2013**).

Le fruit du *Zizyphus lotus* contient des quantités importantes d'acide glutamique, matière minérale, stérols, vitamines, tocophérols, fibres, aminoacides, triacylglycérol, les acides gras, les glucides et les composés antioxydants (phénols, flavonoïdes) (**Ghazghazi et al., 2014; Hammi et al., 2015; Rais et al., 2020**). La pulpe du *Zizyphus lotus* contient une quantité importante de glucides, phénols, flavonoïdes et tanins (**Abdeddaim et al., 2014**). Les graines de *Zizyphus lotus* sont utilisées pour préparer de l'huile de lotus enrichie d'acides gras essentiels, des antioxydants liposolubles et de nombreux stérols (**Chouaibi et al., 2012**).

Les feuilles de *Zizyphus lotus* contiennent différents glucides et saponines de dammarane notamment le jujuboside B, trois glycosides de jujubogénine et jujubasaponine IV (**Maciuk et al., 2004**).

La racine de *Zizyphus lotus* contient quatre saponines de dammarane, une grande quantité de polyphénol, acides gras essentiels, vitamine C et plusieurs alcaloïdes cyclopeptidiques, appelés lotusines (**Ghalem et al., 2014**). (Tableau 2)

**Tableau 2 :** Distribution et contenu des principaux composés bioactifs dans les différentes parties de *Zizyphus lotus* (L.) Lam

<b>La partie de <i>Z. lotus</i></b>	<b>Composant majeur</b>	<b>Teneur mg/100 g</b>	<b>Auteurs</b>
<b>Fruit</b>	Acide phénolique total	297–4078.2	<b>Ghazghazi et al., (2014)</b>
	Flavonoïdes	122	
	Tanins	33	<b>Hammi et al., (2015)</b>
<b>Feuille</b>	Acide phénolique total	664	<b>Ghazghazi et al., (2014)</b> <b>Borgi et al., (2008)</b> <b>Maciuk et al., (2004)</b>
	Flavonoïdes	130–199	
	Tanins	39	
	Saponines	340	
	Jujuboside B	3	
	3 glycosides de jujubogénine	9.33	
	Jujubasaponin IV	2	
	Monosaccharides (glucose, galactose, rhamnose, arabinose et xylose)	8720	
	Glycoside de Flavonol	3	
	Rutoside	3.66	
3',5'-Diglucosylphlorétine	3		
<b>Graines</b>	Glucides totaux	4087	<b>Chouaibi et al., (2012)</b> <b>Abdeddaim et al., (2014)</b>
	Polyphénol	14.68	
	Matières grasses cru	29730	
	Sucres solubles	4100	
	Fibres Total	16570	
	Pectines	1350	
<b>L'écorce de racine</b>	Protéine Cru	14220	<b>Renault et al., (1997)</b> <b>Ghedira et al., (1995)</b> <b>Borgi et al., (2008)</b> <b>Ghalem et al., (2014)</b>
	Flavonoïdes totaux	120	
	Saponines	219	
	Jujuboside A	6.73	
	Jujuboside C	3.96	
	Lotoside I	2.774	
	Lotoside II	1.58	
	Lotusine A	11.56	
	Lotusine B	23.95	
	Lotusine C	23.95	
	Lotusine D	4.2–10	
	Lotusine E	2.9–10	
	Lotusine F	1.4–11.56	
	Lotusine G	1.5	
Polyphénol	2009		
Proanthocyanidines	156		
<b>Pulpe</b>	Phénols totaux	325	<b>Abdeddaim et al., (2014)</b> <b>Rsaissi et al., (2013)</b>
	Flavonoïdes	173	
	Tanins	922	
	Matières grasses cru	790	
	Sucres solubles	10550	
	Fibres Total	4840	
	Pectines	2070	
	Protéine Cru	1180	
Matière minérale	3200		

### **I.1.6.- Intérêt et usages de *Zizyphus lotus***

Il joue un rôle important dans le soutien des revenus, l'emploi, la médecine populaire, bois et fourrage (**Chevalier, 1947**).

L'allopolyplôidie chez *Zizyphus* joue un rôle important en créant de la variabilité génétique, ce qui améliore la capacité des espèces de *Zizyphus* (hétérozygotes) en termes d'adaptabilité au sol et climat; morphologiquement, physiologiquement, au niveau de quelques traits phénologiques ainsi leur tolérance/résistance aux stress biotiques et abiotiques (**Gadella, 1969**).

Cette plante est utilisée en nutrition, santé et cosmétiques sous plusieurs formes, par exemple, miel, thé, confiture, jus, huile, pain et gâteau (**Saadoudi et al., 2012**) . De plus, en médecine traditionnelle, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, plusieurs parties de *Zizyphus lotus* sont administrés comme agents anti-troubles urinaires, antidiabétiques, contre les infections cutanées, anti fièvre, anti diarrhéiques, agents insomniaques, sédatifs, anti bronchite et hypoglycémiant. De l'autre part, cette plante offre un délicieux fruit le (jujube) qui a été consommé frais, séché et transformé en nourriture par ces populations en quantités substantielles (**Elaloui et al., 2014**).

## **I.2.- La germination et la dormance**

### **I.2.1.- La germination**

La germination est la phase première de la vie de la plante, elle se définit comme « le phénomène par lequel l'embryon croît en utilisant les réserves de la graine ». La graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplications et d'allongements cellulaires (**Bewley and Black, 1994**).

La germination se déclenche lorsque la graine est imbibée d'eau et atteint sa fin dès que la radicule a percé les téguments et la plantule devient autotrophe, c'est-à-dire lorsqu'elle est capable de se suffire à elle-même en puisant l'eau et les sels minéraux du sol et le gaz carbonique de l'air (**Krichen et al., 2014**).

La germination exige des conditions internes aussi que des conditions externes favorables, ce qui signifie l'existence d'inhibiteurs extérieur qui affectent le processus.

### **I.2.1.1.- Conditions de la germination**

#### **a.- Conditions internes**

La germination nécessite la maturité morphologique de la graine, c'est à dire les constituants de la graines doivent être complètement différenciées (**Heller *et al.*, 2004**). Ainsi que la maturité physiologique, c'est-à-dire le moment où l'embryon de la graine est prêt à croître pour former les racicules et plantules de la jeune plante, elle nécessite aussi la disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides et des nutriments pour l'embryon. Les graines mûres conservent d'autant plus longtemps leur faculté germinative (**Nonogaki *et al.*, 2010**). La longévité ou la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif est très importante et varie considérablement en fonction des espèces (**Bewley and Nonogaki, 2017**) .

#### **b.- Conditions externes**

L'eau est nécessaire, elle pénètre par toute la surface des enveloppes, si elles sont minces, ou par des points déterminés correspondant au sommet ou à la base organique. Sous l'influence de l'humidité, la graine se gonfle, les enveloppes éclatent où se ramollissent. De plus, en pénétrant dans la graine, l'eau dissout les substances solubles de protoplasme et contribue à la formation des réservoirs aqueux utilisé par l'embryon (**Laberche, 2010**).

La présence de l'oxygène est obligatoire (**Soltner, 2007**), L'oxygène doit être à la pression ordinaire de l'atmosphère ; les graines ne germent ni dans le vide ni sous une pression trop élevée.il se combine avec les matériaux hydrocarbonés que renferme la graine en donnant de l'acide carbonique, de l'eau et de la chaleur, comme dans le processus respiratoire, il est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve (**Meyer *et al.*, 2004**).

La température est un facteur très important à la germination parce qu'elle joue un rôle dans la vitesse des réactions biochimiques, La chaleur, en effet, dégrade certaines substances chimiques présentes dans l'enveloppe et les téguments de la graine et qui inhibe la germination en temps normal. Ces substances étant dégradées, L'enveloppe de la graine devient alors perméable à l'air et à l'eau, la dormance est levée et la graine peut alors commencer à germer (**Bewley, 1997**).

La lumière joue un rôle prépondérant dans la germination de certaines graines qui possèdent, au même titre que les feuilles, des récepteurs photosensibles. Elle joue chez ces espèces le même rôle que la chaleur chez d'autres, comme elle stimule ou inhibe la germination selon les espèces. La lumière joue donc bel et bien un rôle important dans la germination, au niveau qualitatif (longueur d'onde) ou quantitatif (durée des phases jour/nuit, intensité) (Bewley, 1997).

### **I.2.1.2.- Les types de germination**

D'après Meyer *et al.*, (2004), il existe deux types de germination :

#### **a.- Germination épigée (germination phanérocotylaire)**

Dans ce cas la graine et les cotylédons ou premières feuilles sont soulevés hors du sol à cause d'un accroissement rapide de la tigelle ; la photosynthèse commence, et les véritables feuilles se forment.

#### **b.- Germination hypogée (germination cryptocotylaire)**

La graine reste dans le sol, la tigelle ne s'allonge pas et les cotylédons restent en terre, une pousse portant de vraies feuilles sort à travers le sol.

### **I.2.1.3.- Les Phases de germination**

Selon Nonogaki *et al.*, (2010), la germination comprend trois phases successives :

#### **a.- La phase d'imbibition**

Les graines capables de germer absorbent l'eau en état liquide et gonflent, c'est la réhydratation de la graine mais l'excès d'eau peut gêner la germination.

#### **b.- La phase de germination au sens strict (*stricto sensu*)**

C'est une phase de forte activité métabolique. Stabilisation de l'hydratation et de la respiration à un niveau élevé, où les réserves de la graine sont transformées afin de pouvoir être utilisées par la plantule. Elle s'achève avec l'émergence de la racicule.

### **c.- La phase de croissance et élongation de la radicule et tigelle**

Caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène.

#### **I.2.2.- La dormance**

Ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables.

Cette inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, et/ou embryonnaire, toute graine qui ne germe pas est dite 'dormante'.

Selon **Côme, (1970)**, deux groupes de dormances sont classiquement admis, l'inhibition tégumentaire et la dormance embryonnaire.

##### **I.2.2.1.- Les types de dormance**

###### **a.- La dormance embryonnaire**

Elle est due à une inaptitude à la germination qui réside dans l'embryon, c'est une véritable dormance ; elle peut s'installer au cours de développement de la semence, on l'appelle la dormance primaire.

Elle peut être secondaire dans le cas où la graine inhibe volontairement sa germination jusqu'à la présence des conditions plus favorable.

Les mécanismes de la dormance embryonnaire sont mal connus ; diverses substances hormonales stimulatrices et inhibitrices (acide abscissique, gibbérellines, auxine, cytokinines, éthylène) pourraient intervenir ; l'équilibre entre ces substances orienterait le comportement des semences.

###### **b.- Les inhibitions tégumentaires**

Les enveloppes séminales qui entourent l'embryon (albumen, téguments, péricarpe) forme une barrière protectrice naturelle à la graine, mais souvent et dans de nombreux cas cette barrière devient un obstacle contreproductif qui empêche la perméabilité de l'eau, l'oxygène ou les deux, ce qui aboutit à l'inhibition tégumentaire.

- **L'imperméabilité à l'eau**

Les graines sous l'effet de ce phénomène ne sont pas pénétrées par de l'eau ou par des quantités suffisantes de celui-ci, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement, c'est le cas des semences 'dure'.

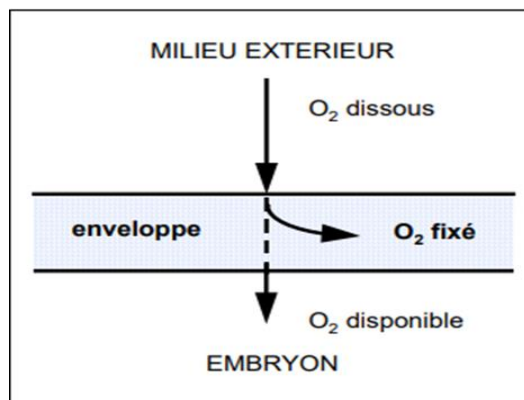
Les semences deviennent dures pendant la phase de déshydratation, en fin de maturation. Le pourcentage de graines dures est variable suivant les espèces, mais aussi en fonction des conditions climatiques dans lesquelles la plante mère s'est développée, un climat aride favorise la formation des graines dures. Il existe une relation entre la coloration des téguments et le pourcentage de graines dures.

- **L'imperméabilité à l'oxygène**

Elle est variable selon l'espèce, la structure anatomique des enveloppes séminales est le facteur qui détermine la perméabilité à l'oxygène.

Les semences non imbibées ont deux sortes de structures qui ne permettent pas le passage de l'oxygène (Côme, 1970) :

Structure non poreuse (les cellules sont jointives) et structure poreuse (cellules entourées par une couche superficielle imperméable, du mucilage par exemple), Ainsi, plus les enveloppes sont minces, plus le débit d'oxygène vers l'embryon peut être important. Cependant, la présence fréquente de composés phénoliques dans les enveloppes diminue la quantité d'oxygène disponible pour l'embryon.



**Figure 2** : Schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon, à travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques (Côme, 1970).

La température joue un rôle si important pour la germination. Quand la température augmente, la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue, alors que l'oxydation des phénols augmente. L'oxygène disponible est ainsi fortement réduit.

#### **I.2.2.2.- La levée de la dormance**

Selon **Baskin *et al.*, (2000)**, elle peut se faire artificiellement en utilisant plusieurs traitements :

##### **a.- Les traitements abrasifs**

Visent à scarifier le tégument afin de le rendre perméable à l'eau et à l'oxygène, en provoquant des blessures dans les enveloppes ce qui peut améliorer la germination d'un lot de semences dures. Par exemple l'abrasion manuelle au papier de verre, scarification mécanique par centrifugation, la création des fissures sur la surface de la graine en utilisant un traumatisme par force brute. Néanmoins ces traitements posent un désavantage quant à la durée de vie des semences scarifiées sans doute liés à des dommages causés à l'embryon, comme ils posent le problème de leur difficulté d'utilisation à grande échelle.

##### **b.- Les trempages**

Le trempage dans l'acide sulfurique concentré a été pionné par le scientifique Lorenz Hiltner en 1902, c'est la méthode la plus utilisée, elle est généralement efficace mais les temps de trempage doivent être bien définis selon l'espèce afin de ne pas détruire l'embryon en même temps que le tégument.

Le trempage dans de l'eau bouillante ou chaude permet la lixiviation d'une partie des composés phénoliques ce qui augmente la perméabilité de l'oxygène et l'imbibition, le trempage dans des températures plus élevée ou Bouillante (60-100 °C) donne des résultats plus efficaces que dans de l'eau chaude, mais l'excès de température peut endommager l'embryon.

Le trempage dans l'azote liquide (-196°C) provoque un choc thermique violent sur les graines responsables de la formation de fines craquelures dans les téguments.

**c.- Autres traitements**

La stratification, qui consiste à exposer les graines humides a des températures basses (3 à 5°C) ; la pression atmosphérique (entre 500 et 2000 ATM) a aussi été prouvée d'avoir un effet sur la germination de certaines espèces ; Les fluctuations de températures (10-30 °C) peuvent permettre l'élimination de la dureté des graines. Chauffer les semences par énergie de micro-ondes a un effet comparable à celui de l'eau bouillante, mais les semences restent sèches.

---

# MATÉRIEL ET MÉTHODES

---

## **PARTIE II : Matériel et Méthode**

### **II.1.- Objectif du travail**

Notre travail a pour objectif d'étudier le comportement germinatif, des graines du Jujubier (*Zizyphus lotus* (L.) Lam.), soumises à des traitements de lever de la dormance.

### **II.2.- Matériel utilisé**

Le matériel végétal étudié est composé des graines mûres de *Zizyphus lotus*. Les graines de Jujubier ont été obtenu d'un marchand local qui prétend qu'ils sont récoltés de la région de Laghouat (Tadjrouna) pendant l'année 2019 (photo.5). Mais en réalité, ces informations ne pouvaient être ni fiables ni vérifiées, alors en réalité la période de la récolte et les conditions du stockage des graines sont inconnues).



**Photo 5 :** Les fruits mûrs de *Zizyphus lotus* prise au laboratoire.

### **II.3. -Méthodologie du travail**

Nous avons utilisé 450 fruits mûrs du jujubier, dont 400 fruits ont été soumis à un prétraitement avant d'entamer les essais. Il s'agit de tremper les fruits dans l'eau pendant 24 heures pour faciliter l'élimination de la pulpe, puis les graines ont été désinfectées par trempage dans de l'hypochlorite de sodium (2%) pendant 15 minutes avant d'être minutieusement lavées à l'eau distillée. Les 50 fruits (témoin) n'ont pas subi ce prétraitement.

Les fruits témoins et les graines traitées ont été placées dans des boîtes de Pétri stériles, de 90 mm de diamètre et 15 mm de hauteur, contenant deux couches de papier buvard, préalablement imbibées par l'eau distillée et incubées dans l'étuve à 25 °C;



**Photo 6 :** Les fruits témoins (à droite) et les graines traitées (à gauche).

Les fruits témoins et les graines traitées ont été répartis sur 9 lots, chaque lot contient 5 répétitions et 10 graines dans chaque boîte de Pétri comme suit :

- Lot 1 (T) : 50 fruits (avec pulpe).
- Lot 2 (T0) : 50 graines témoin (non prétraitées).
- Lot 3 (T1) : 50 graines scarifiées mécaniquement au papier de verre.
- Lot 4 (T2) : 50 graines scarifiées mécaniquement en fracturant le tégument.
- Lot 5 (T3) : 50 graines immergées en ébullition dans l'eau pendant 1 minute.
- Lot 6 (T4) : 50 graines immergées en ébullition dans l'eau pendant 5 minutes.
- Lot 7 (T5) : 50 graines immergées en concentré d'acide sulfurique (94%) pendant 30 min.
- Lot 8 (T6) : 50 graines immergées en concentré d'acide sulfurique (94%) pendant 60 min.
- Lot 9 (T7) : 50 graines immergées en concentré d'acide sulfurique (94%) pendant 120 min.

Les boîtes ont été réparties en randomisation totale. C'est-à-dire en disposition aléatoire (**Dagnelie, 2012**) dans une étuve obscure, réglée à une température constante de 25°C (Photo.7) pendant 26 jours.



**Photo 7 :** Les lots des graines traitées et arrosées dans l'étuve à 25°C.

Les graines ont été arrosées tous les 2 jours et la germination a été contrôlée quotidiennement. L'essai prend fin l'orsque, 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).

Les graines étaient considérées comme ayant germé lorsqu'une radicule de semence de 2 mm était apparue (Nin *et al.*, 2017) (photo.8). Les graines germées sont enlevées de la boîte.



**Photo 8 :** Deux graines germées avec des radicules de plus de 2 mm sous l'effet de traitement à l'acide sulfurique pendant 120 min.

## **II.4.- Protocole expérimental**

Les expériences ont été réalisées à partir du 18 février 2020 jusqu'au 24 mars 2020 (36 jours). Depuis le 18 février jusqu'au 15 mars 2020 les travaux ont eu lieu au niveau des laboratoires pédagogiques de l'université Amar THELIDJI de Laghouat, mais après le 15 mars 2020 le confinement à cause du COVID-19 nous a forcé à quitter le laboratoire, et nous a empêché d'utiliser l'étuve le reste de la période du travail.

Nous avons appliqué 03 types de traitements :

### **II.4.1.- Scarification mécanique**

Elle a été réalisée de deux manières, en créant des fissures sur la surface de la graine par force brute ; et en utilisant du papier de verre pour l'abrasion de la surface de la graine ;

### **II.4.2.- Immersion dans de l'eau bouillante**

Les graines ont été immergées dans l'eau bouillante pendant deux périodes différentes (durée d'une 1 minute et une durée de 5 minutes) ;

### **II.4.3.- Scarification chimique**

Par immersion en concentré d'acide sulfurique (94%), pendant 3 durées différentes (30 minutes, 60 minutes et 120 minutes).

## **II.5.- Paramètres mesurés**

Afin de déterminer l'effet de chaque traitement sur la germination des graines, nous avons déterminé le pourcentage moyen de germination des graines (**PG%**) (**Eq. 1**). Il a été calculé à partir de la moyenne finale de germination  $\pm$  écart-type des répétitions au cours de la période d'étude, indice de taux de germination (**ITG**)(**Eq.2**) et le temps moyen de germination (**TMG**) (**Eq. 3**) (**Ranal and Santana, 2006; Ranal et al., 2009; Soltani et al., 2015; Fallahi et al., 2017**) selon les formules suivantes :

**II.5.1.- Pourcentage final de la germination (PG%)**

Représente le pourcentage de graines qui sont considérée comme germées selon les paramètres déjà mis, il dépend des conditions de la germination et les traitements appliqués.

$$\text{Pourcentage moyen de germination (PMG\%)} = (\text{GS} / \text{TS}) * 100 \dots\dots\dots (\text{Eq. 1})$$

**II.5.2.- Le temps initial (T initial)**

Il s'agit du nombre de jours avant la germination initiale des graines.

**II.5.3.- Le temps (T ½)**

C'est le nombre de jours jusqu'à atteindre 50% de graines germées.

**II.5.4.- L'indice du taux de germination (ITG)**

Il reflète le pourcentage de germination sur chaque jour de la période de germination.

$$\text{ITG} = \sum \frac{\text{Nombre des graines germées}}{\text{Nombre de jours}} \dots\dots\dots (\text{Eq. 2})$$

**II.5.5.- Le 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.

$$\text{TMG (jours)} = \frac{\sum n \cdot D}{\sum n} \dots\dots\dots (\text{Eq. 3})$$

- 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 36 -ème jour (germination finale).

## **II.6.- Analyses statistiques**

Le pourcentage de germination des graines (**PG**), le temps initial (**T initial**), l'indice du taux de germination (**ITG**) et le temps moyen de germination (**TMG**) ont été étudiés. Des analyses de variance (ANOVA) ont été utilisées pour tester les effets des différents traitements. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Tukey post-hoc. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant les logiciels suivants :

- SPSS 25.0 pour Windows.
- STATBOX Végétal

La figure 3 résume la méthodologie globale du travail :

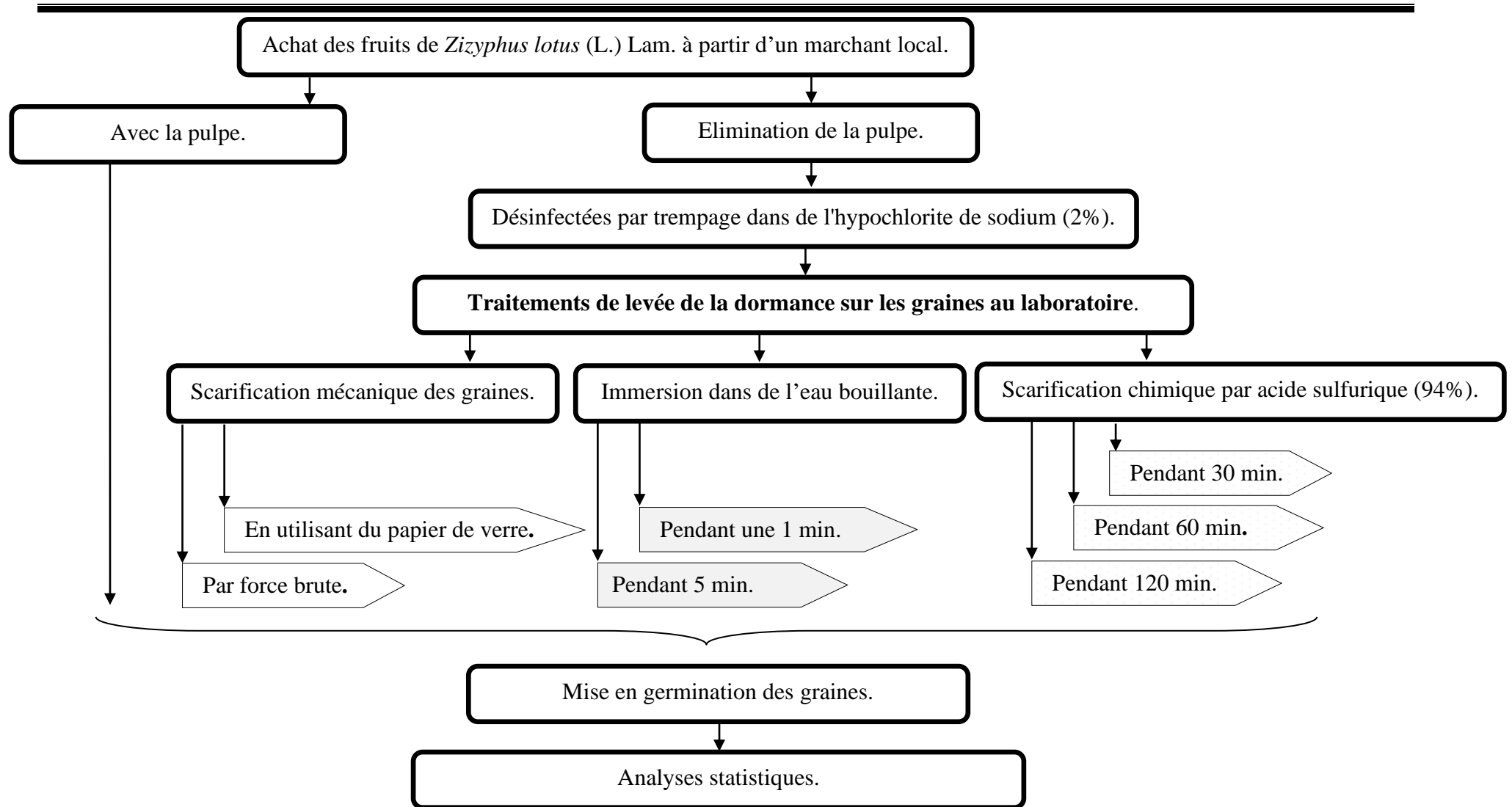


Figure 3 : Méthodologie de travail.

---

# RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

---

**PARTIE III.- Résultats et discussions**

L'effet des différents traitements de levée de dormance sur la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam., collectées à partir de la zone de Laghouat, a été étudié sur :

**III.1.- Effet sur le pourcentage final de la germination (PG%)**

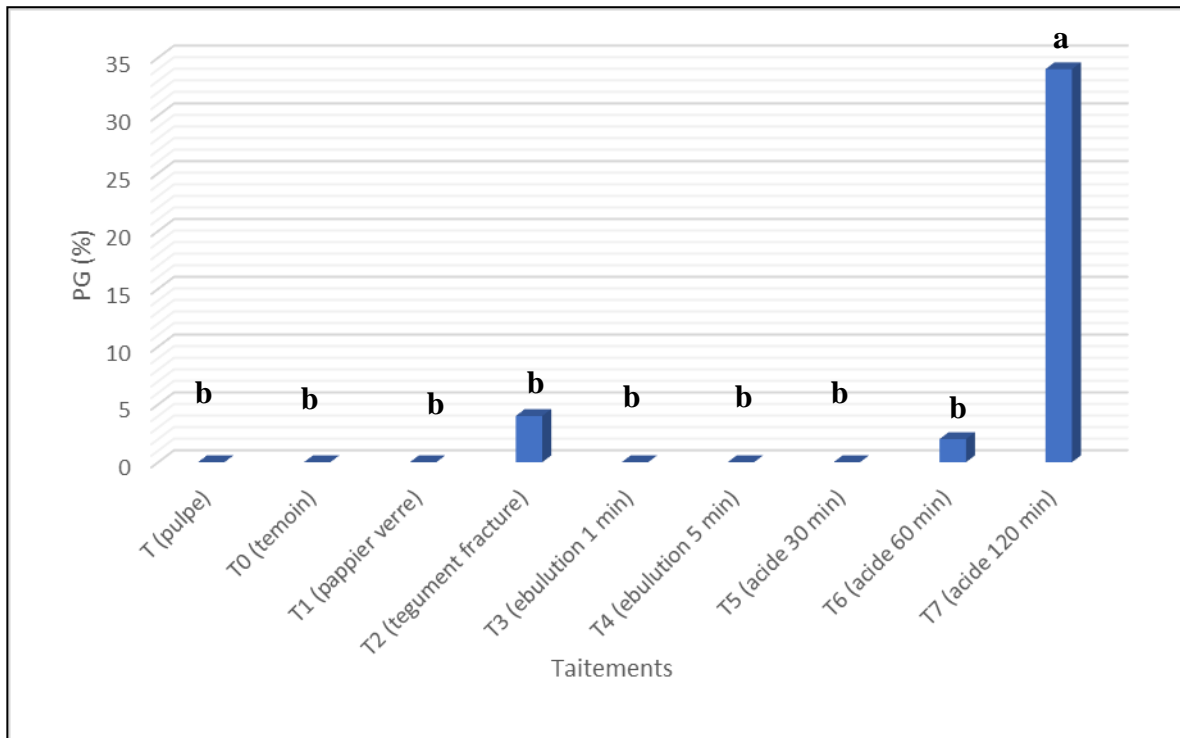
D'après l'analyse de la variance effectuée sur le pourcentage moyen de la germination (PG), nous avons remarqué que les traitements ont eu un effet très hautement significatif (Tab 03).

**Tableau 3 : Analyse de la variance pour le pourcentage final de la germination (PG) des graines ayant subies les différents traitements.**

	<b>S.C.E</b>	<b>DDL</b>	<b>C.M.</b>	<b>TEST F</b>	<b>PROBA</b>
<b>VarTOTALE</b>	63,111	44	1,434		
<b>Var.FACTEUR 1</b>	49,911	8	6,239	17,015	<b>0,000</b>
<b>VAR.RESIDUELLE 1</b>	13,200	36	0,367		

La germination ne s'est produite que pour certaines graines ayant subie trois types de traitements de levée de dormance.

La figure 4 montre que la germination des graines atteint sa valeur maximale (34%) après traitement à l'acide sulfurique (94%) pendant 120min.



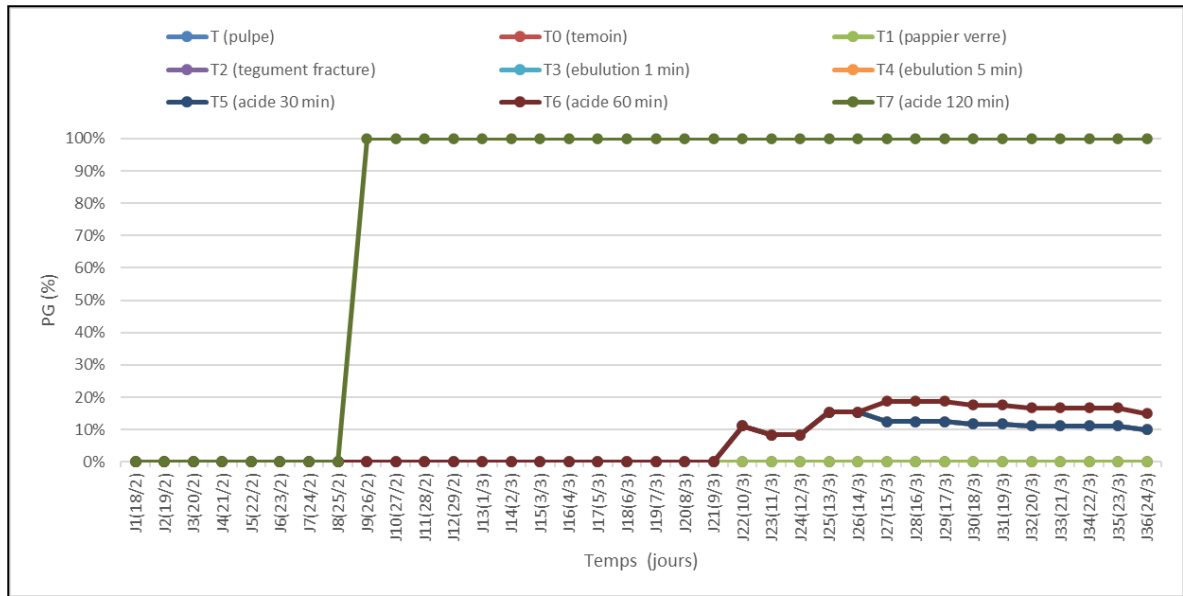
**Figure 4 :** Effet des traitements de levée de la dormance sur le pourcentage moyen de la germination PG (%) des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Le graphique ci-dessus montre que le traitement mécanique des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam. présente un pourcentage de germination (4%) plus important par rapport à la germination après traitement chimique à l'acide sulfurique pendant 60min.

### III.2.- Le temps initial (T initial)

D'après l'analyse de la variance effectuée sur la cinétique de la germination des graines, nous avons remarqué que les traitements ont eu un effet très hautement significatif (Annexe 02).

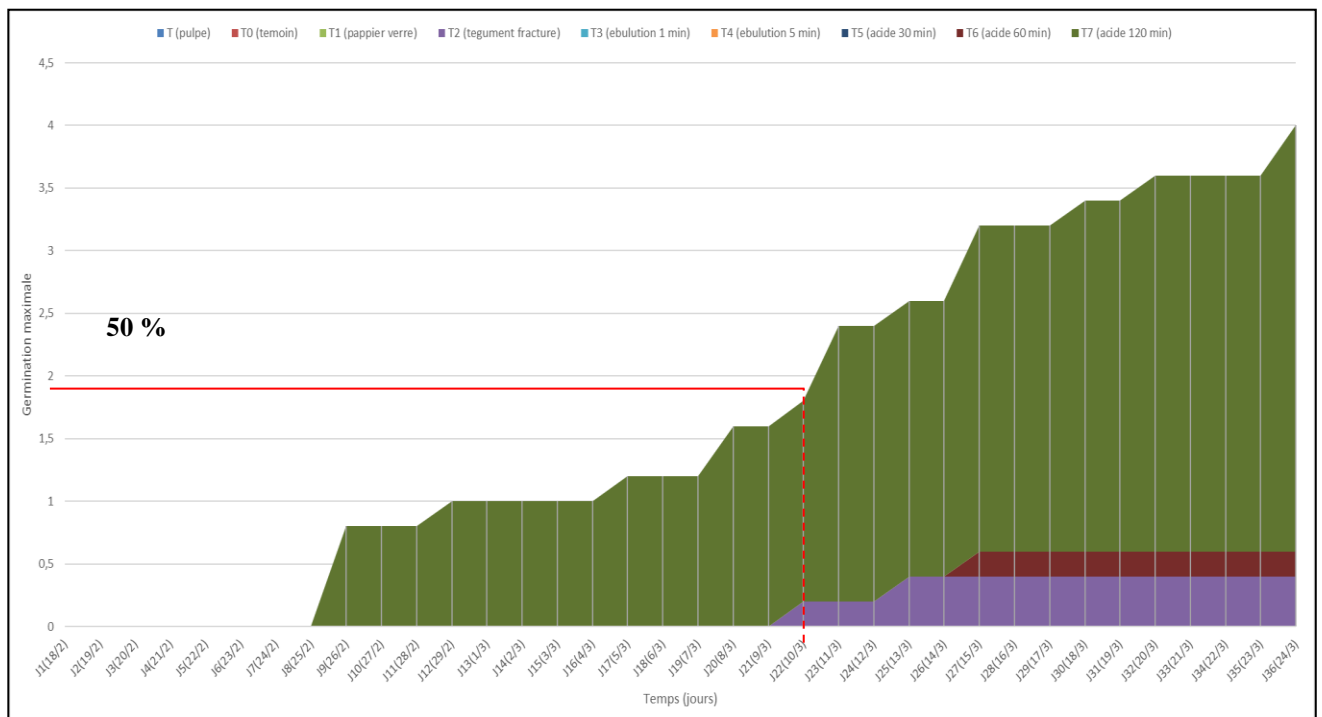
La germination des graines, traitées à l'acide sulfurique (94%) pendant 120min, a eu lieu à partir du 8<sup>ème</sup> jour. La vitesse de germination a augmenté progressivement jusqu'au 36<sup>ème</sup> jour pour l'ensemble des graines ayant germé (Fig. 5).



**Figure 5 :** Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps initial (T initial) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

### III.3.- Le temps (T ½)

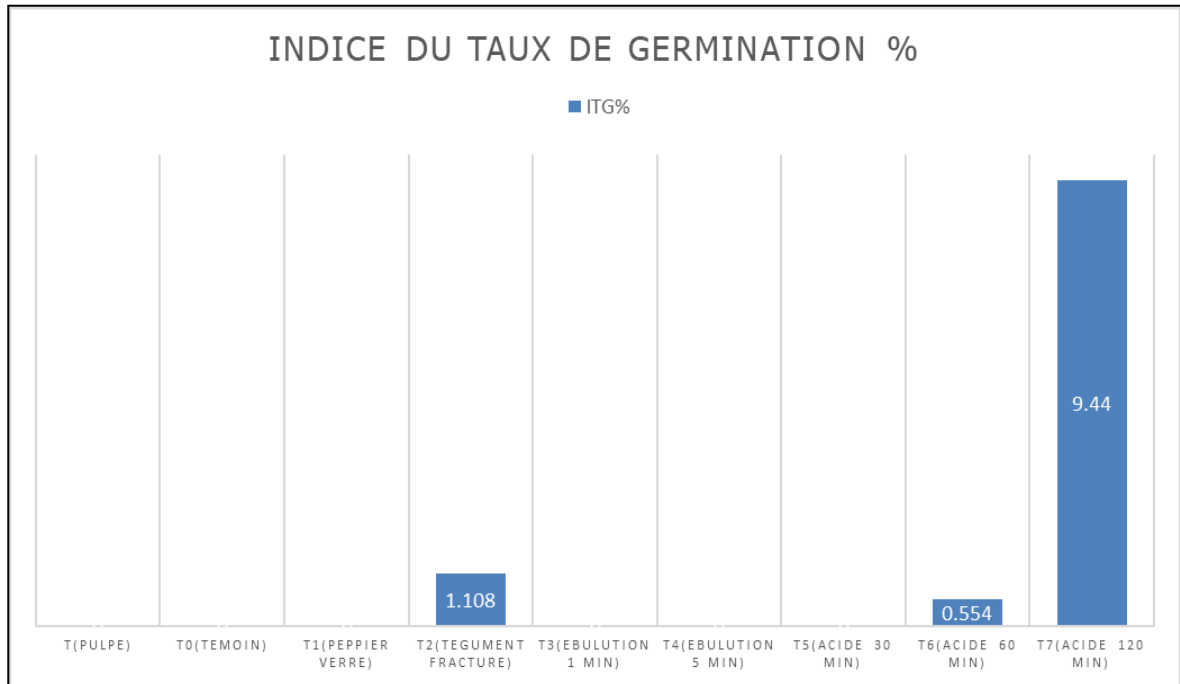
La germination a pris 22 jours pour atteindre 50% du pourcentage total de la germination maximale (34%), Ce pourcentage réside au niveau du lot T7 (Fig.6).



**Figure 6 :** Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps (T ½) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

**III.4.- L'indice du taux de germination (ITG)**

De nombreuses expériences concernant le traitement des semences font ressortir que le facteur temps est un facteur important pour l'induction d'une bonne activité germinative (Makhloufi et Mansouri, 2017).

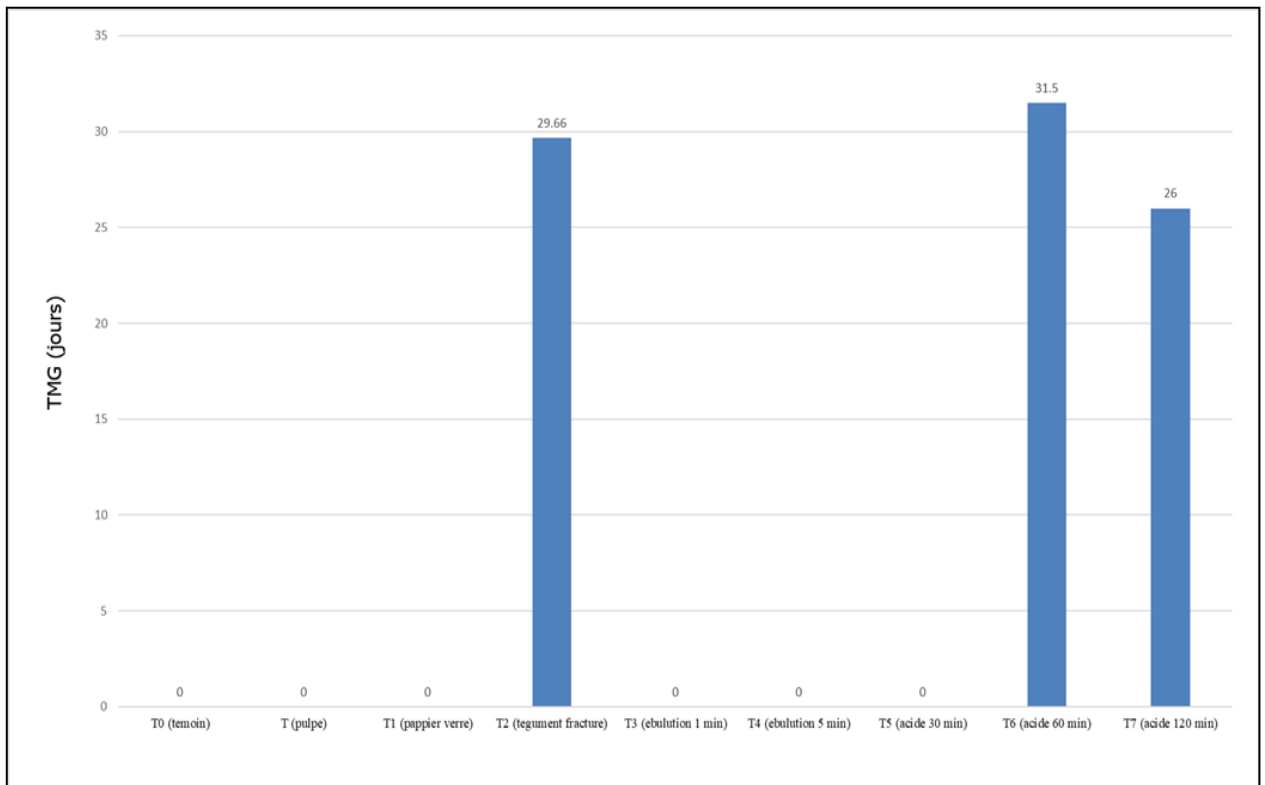


**Figure 7 :** Effet des traitements de levée de la dormance sur l'indice du taux de germination (ITG) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Le graphe ci-dessus (Fig.7) indique que le lot T7 a un indice du seuil de germination le plus élevé, égale à 9.44% chaque jour. Ensuite le traitement T2 de type mécanique.

**III.5.- Le temps moyen de germination (TMG)**

La figure 8, nous indique que le lot T7 (acide sulfurique 120 min) présente le temps moyen de germination TMG le plus court (26 jours) suivi par le lot T2 (tégument fracturé) avec un TMG égale à 29.66 jours, ensuite le lot T6 (acide sulfurique 60 min) avec un TMG égale à 31.5 jours.



**Figure 8 :** Effet des traitements de levée de la dormance sur le temps moyen de la germination (TMG) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Au cours de déroulement de l'expérimentation nous avons remarqué que certaines graines ont montré un phénomène physique, ou les graines étaient gonflées, c'est le cas d'élimination de l'inhibition tégumentaire mais non embryonnaire ce qui explique l'absence de la germination dans ces cas malgré la pénétration de l'eau.

Le graphe suivant (Fig. 9) montre la répartition de ces graines gonflées et non germées sur chaque répétition de chaque lot, ou le traitement avec scarification chimique (lots : T6, T7, T5) ayant des résultats significatifs en comparaison avec les autres traitements qui n'ont aucune efficacité sauf le lot T2 du traitement mécanique.

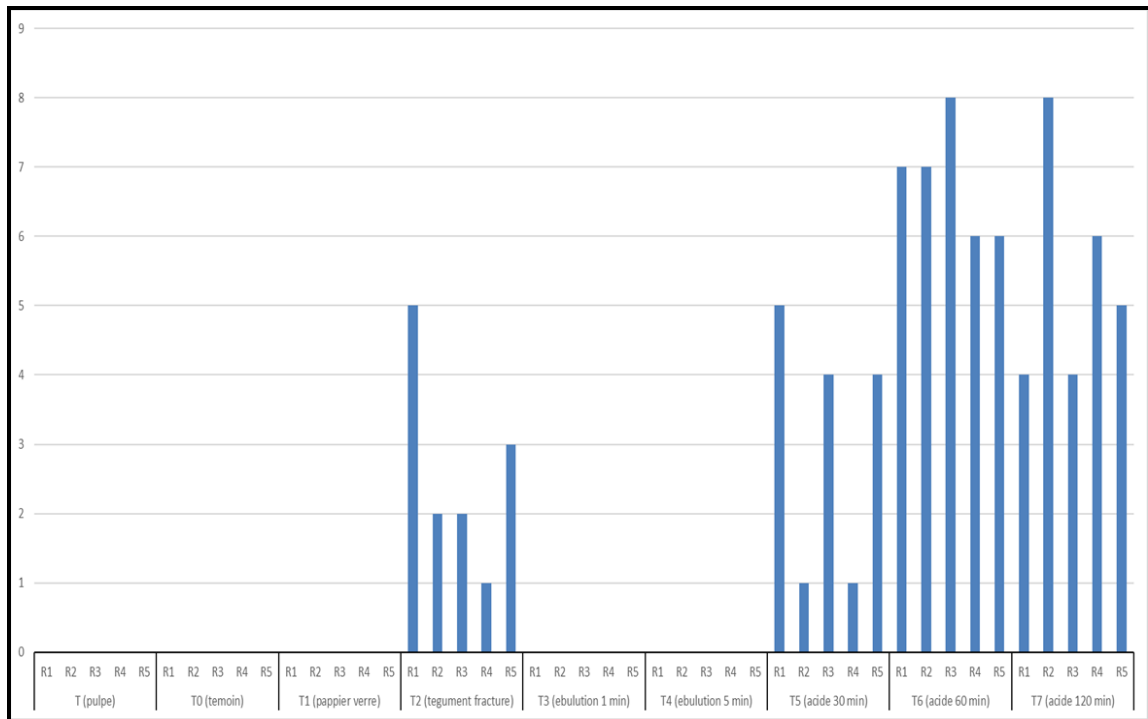


Figure 9 : Effet des traitements sur le gonflement des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Le tableau d'ANOVA montre que F observée est égale à 33.844 a un seuil de signification statistique  $\alpha = 5\%$ , ce qui indique des résultats très hautement significatifs\*\*\*. (Annexe 3).

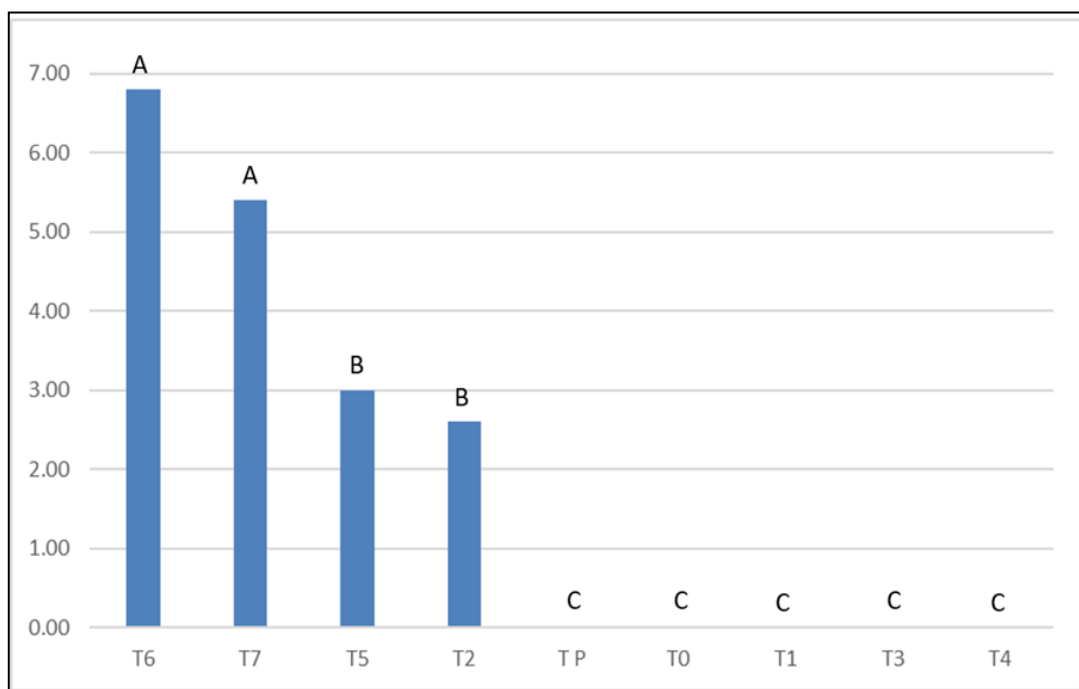


Figure 10 : La moyenne des graines gonflées dans chaque répétition selon le traitement.

L'analyse statistique des moyennes des graines gonflées dans chaque répétition de chaque lot nous indique la présence de 3 groupes homogènes (groupe A, B et groupe C), d'où le groupe A (T6, T7) présente la moyenne des graines gonflées la plus élevée par comparaison avec le groupe B (T5, T2) et le groupe C (T Pulpe, T0, T1, T3, T4) qui n'a donné aucun résultat (Fig.10).

## Discussion

Les graines du *Zizyphus lotus* subissent dans la nature une scarification mécanique avec l'abrasion de l'endocarpe qui se produit naturellement au fil du temps sous l'action du vent et de l'eau et l'abrasion causée par les grains de sable, les rongeurs jouent aussi un rôle avec une action mécanique en grignotant les fruits ; l'exposition à des températures élevées et fluctuantes cause une scarification thermique et la scarification chimique se produit avec le passage des noyaux par les sucs digestifs à travers l'intestin des vertébrés ou les enzymes et l'acide gastrique traitent ces graines (**Zouaoui et al., 2013**).

Dans notre expérimentation et à partir des résultats obtenus nous remarquons que deux phénomènes se sont produits, le premier est la levée de dormance (germination), le deuxième est la levée de dormance tégumentaire seulement (gonflement des graines sans germination), ce phénomène d'élimination de dormance tégumentaire et absence de germination peut être expliqué par la présence d'un autre type de dormance, la dormance embryonnaire qui peut être levée avec un traitement hormonal à l'acide gibbérellique ; mais à cause du confinement (COVID-19) qui a eu lieu le 15 mars 2020, on n'a pas pu faire ce traitement hormonal.

Le meilleur traitement était celui à l'acide sulfurique, avec le lot T7(acide sulfurique 120 min) étant le meilleur en général pour lever la dormance avec un pourcentage de germination PG=34%, un pourcentage des graines gonflées sans germination égale à 54%, un indice de taux de germination (ITG) le plus élevée égale à 9.44%, et un taux moyen de germination (TMG) le plus bas égale à 26 jours.

D'autre part les lots T6 (acide sulfurique 60 min), T5 (acide sulfurique 30 min), T2 (tégument fracturé) ont présenté des résultats significatifs en ce qui concerne la levée de dormance tégumentaire des graines et les rendre perméables avec des pourcentages de gonflement de : 64%, 30%, 26% respectivement.

Plusieurs autres études faites sur d'autres espèces voisines révèlent aussi que les graines traitées peuvent atteindre des pourcentages de germination et d'émergence plus élevés que ceux des graines intactes telles que *Z. mauritiana* (**Prins & Maghembe, 1994, Grice, 1996**), *Z. nummularia* (**Hussain et al. , 1993**), *Z. abyssinica* (**Prins et Maghembe,**

1994), *Z. mucronata* (Hassen *et al.*, 2005, Griffiths & Lawes, 2006), *Z. spina-christi* (Saied *et al.*, 2008) et *Z. joazeiro* (Alves *et al.*, 2008).

Ces deux phénomènes qui se sont produits dans notre expérimentation peuvent être influencés par plusieurs facteurs, dans notre cas les plus importants sont : la date et méthode de la récolte des fruits et les conditions de stockage qui sont inconnues, ce qui peut expliquer l'absence de la germination des graines, malgré que leur tégument fût pénétré (le cas où les graines se gonflent).

La germination des graines des espèces de *Zizyphus* est affectée par le pourcentage initial de viabilité au moment de la collecte des fruits et par les conditions de stockage, Comme indiqué par Pareek (2001), le stockage à des températures de  $4,5 \pm 0,5$  °C dans des sacs en polyéthylène perforés entraînent le maintien de la viabilité pendant de plus longues périodes. Pendant l'étude du taux de germination sur la plante voisine *Z. mauritiana*, Grice (1996) a constaté que les graines récoltées à la surface du sol diminuaient d'un taux de germination de 56% dans le témoin (graines fraîches décortiquées) à 31% et 20% après 6 et 12 mois, respectivement.

Pour la même espèce, Srimathi *et al.* (2002) ont constaté que les graines des fruits récoltés sur la couronne présentaient des taux de germination plus élevés que ceux récoltés sur le sol.

Le degré de maturité des fruits peut affecter la germination de la graine aussi. Au Sénégal, Danthu *et al.* (1993) ont observé que la germination des graines de *Z. mauritiana* augmentait de 2% pour les graines de fruits verts à 28% lorsque les fruits sont plus mûrs et ont viré au jaune et 56% pour les graines à pleine maturité (fruits devenus rouges) ; cependant le taux diminue à 46% pour les graines de fruits trop mûrs et brunis.

Selon Baskin and Baskin, (2004), les exigences de température des arbustes dans les semi-déserts chauds et les déserts pour atteindre une germination de haut pourcentage vont de 15 à 35 °C, avec des températures d'environ 20 à 25 °C convenant à la plupart des espèces, L'étude de 3 espèces de jujubes dont le *Zizyphus lotus*, fait par Laamouri et Zine El Abidine (2000) a trouvé des pourcentages élevés de germination à 25 °C, c'est la température d'incubation que nous avons utilisé dans notre expérimentation.

La température requise pour la germination a été déterminée pour un certain nombre d'espèces de jujubes. **Speer et Wright (1981)** ont observé que les températures moyennes de germination de *Z. obtusifolia* var. *obtusifolia* au laboratoire étaient de 20 à 30 °C. Selon **Aráoz et al., (2004)** pour *Z. mistol* et **Laamouri et Zine El Abidine (2000)** pour *Zizyphus lotus*, *Z. vulgaris* et *Z. spina-christi*, la germination est préférée à 25 °C. Pour *Z. mauritiana*, des pourcentages de germination plus élevés ont été observés entre 30 et 35 °C (**Danthu et al., 1993**). Cependant, d'autres études ont été menées à des régimes de température alternés de 30/20 °C et 28/20 °C pour *Z. mucronata* (**Hassen et al., 2005 ; Griffiths & Lawes, 2006**) respectivement et 30/25 °C pour *Z. Spina-christi* (**Saied et al., 2008**).

Une étude faite sur la plante *Anthyllis vulneraria* L. par **Crosaz, (1995)** où les graines ont été scarifiées chimiquement avec l'acide sulfurique pendant 180 min à donner des résultats remarquables en ce qui concerne la germination.

Dans notre expérimentation et pendant le suivi fait chaque 2 jours pour surveiller la germination, les graines ont été retirées de l'étuve obscure ou elles ont reçu suffisamment de la lumière, selon **Baskin and Baskin, (2014)**. Les graines de nombreux arbustes germent aussi bien dans la lumière que dans l'obscurité, et celles de certaines espèces germent à des pourcentages plus élevés dans l'obscurité que dans la lumière, **Hussain et coll. (1993)** ont découvert que les graines de *Z. nummularia* germent lorsqu'elles sont recouvertes de terre, ce qui indique qu'elles peuvent germer dans l'obscurité bien que certaines graines de *Z. obtusifolia*.

Selon **Speer et Wright, (1981)**, *obtusifolia* a germé sans lumière et sans traitement par le froid, ces deux facteurs ont triplé la germination lorsqu'ils étaient présents. D'autres études ont souligné l'importance de la lumière pour la germination de *Z. mistol* (**Del Longo et Aráoz, 2009**), *Z. mucronata* (**Hassen et al., 2005, Griffiths & Lawes, 2006**) et *Z. spina-christi* (**Saied et al., 2008**).

La scarification chimique avec l'acide sulfurique 94% à 25 °C s'est avérée être le meilleur plan d'action pour éliminer la dormance qui affectent les graines de jujubier.

---

## CONCLUSION

---

## Conclusion

La steppe a subi, au cours des trente dernières années, une dégradation de plus en plus accentuée de ses composantes, sous l'effet de plusieurs facteurs naturels et anthropiques, ce qui affecte l'équilibre de cet écosystème, engendrant la réduction du potentiel biologique et la destruction du milieu.

Le *Zizyphus lotus* présente un intérêt important sur plusieurs domaines avec un grand intérêt socio-économique mal exploré en Algérie, sa rusticité lui rend un outil naturel très efficace pour la lutte contre la désertification et le reboisement contre la dégradation, il est bien reparti dans les milieu aride et semi-aride en Algérie.

Notre essai a le but de lever la dormance des graines du *zizyphus lotus*.

Un protocole expérimental à 7 traitements a été conduit dans des conditions bien contrôlées et une à température fixée à 25 °C.

Deux traitements à la scarification mécanique (au papier de verre, et fracture du tégument), traitements avec l'immersion en ébullition dans l'eau pendant deux périodes (1min et 5 min), et Immersion en concentré acide sulfurique (94%) pendant trois périodes (30min, 60 min, 120 min).

Ou la germination des graines a été contrôlée régulièrement tous les 2 jours et suivi pendant une période de 36 jours.

Les résultats obtenus nous indiquent que le traitement le plus efficace à lever la dormance de ces graines, est le traitement à l'acide sulfurique pendant 120 minutes, ce traitement a montré des pourcentages de germination et un gonflement des graines, et un indice du taux de germination (ITG) important avec un temps moyen de germination (TMG) le plus bas par rapport aux autres traitements.

Ainsi, en conclusion au cours de notre expérimentation plusieurs actions auraient pu être fait pour augmenter le taux de réussite de notre expérience tel que :

- ✓ La collecte des graines mûres (rouge) non brunis directement de la plante ou au moins utiliser des graines avec une source et conditions de stockage adéquate et bien connue.
- ✓ L'utilisation du coton comme substrat ou les graines sont posées dans les boites de pétri à cause de sa rétention élevée en eau par comparaison avec le papier buvard, ou bien l'utilisation du sable stérilisé qui a l'avantage de simuler le milieu naturel de la plante et les racicules ne s'emmêlent pas.
- ✓ Augmenter le temps de l'immersion à l'eau bouillante au-delà de 5 min.
- ✓ Augmenter le temps d'immersion dans l'acide sulfurique à 180 min.
- ✓ L'introduction de l'acide gibbérellique dans une deuxième partie du travail qui se concentre sur la levée de la dormance embryonnaire pour les graines qui ne sont plus affectés par la dormance tégumentaire mais qui n'ont pas germé.

Ainsi que l'utilisation de plusieurs graines de différentes zones d'Algérie afin de déterminer une variété avec le taux de germination le plus élevée.

---

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

## Références bibliographiques

**Abdeddaim M., Lombarkia O., Bacha A. et al., 2014:** Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* l. fruits in aures region, northeastern of Algeria, *Food Science and Technology*, vol. 15, pp. 75–81, 2014.

**Abdeddaim, M., Lombarkia, O., Bacha, A., Fahlou, D., Abdeddaim, D., Farhat, R., Saadoudi, M., Noui, Y., and Lekbir, A. (2014).** Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* l. fruits in Aures region, Northeastern of Algeria. *Ann. Food Sci. Technol.* 15, 75–81.

**Abdoul-Azize S., Bendahmane M., Hichami A. et al., 2013:** “Effects of *Zizyphus lotus* L. (Desf.) polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation,” *International Immunopharmacology*, vol.15, no. 2, pp. 364–371.

**Alves E.U., Braga Junior J.M., Bruno R.L.A., Oliveira A.P., Cardoso E.A., A.U Alves., Silva K.B., 2008:** Métodos para quebra de dormência de unidades de dispersão de *Zizyphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae), *Revista Árvore*, 32 (2008), pp. 407-415

**APG IV (2016).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181, 1–20.

**Aráoz S.D., Del Longo O.T., Karlin U., 2004:** Germinacion de semillas de *Zizyphus mistol* Grisebach II. Respuestas a diferentes temperaturas y luz, *Multequina*, 13 (2004), pp. 41-46

**Bamouh. A., (2002).** La lutte chimique contre le jujubier.

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

**Baskin, J.M., and Baskin, C.C. (2004).** A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14, 1–16.

**Baskin, J.M., Baskin, C.C., and Li, X. (2000).** Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biol.* 15, 139–152.

**Bellefontaine R, Gaston A, Petrucci Y. 1997.** Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Rome : FAO, p85. (Cahiers FAO conservation, 32) ISBN 92-5-203970-8.

**Bencherif, S. (2011).** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement. AgroParisTech.

**Bewley, J.D. (1997).** Seed Germination and Dormancy. Plant Cell Online 9, 1055–1066.

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

**Bewley, J.D., and Nonogaki, H. (2017).** Seed Maturation and Germination ☆. In Reference Module in Life Sciences, (Elsevier), p.

**Bidak, L.M., Kamal, S.A., Halmy, M.W.A., and Heneidy, S.Z. (2015).** Goods and services provided by native plants in desert ecosystems: Examples from the northwestern coastal desert of Egypt. Glob. Ecol. Conserv. 3, 433–447.

**Borgi, W., Recio, M.-C., Ríos, J.L., and Chouchane, N. (2008).** Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam. South Afr. J. Bot. 74, 320–324.

**Cehma, A. (2006).** Catalogue des plantes spontanées du sahara (Ain M'lila), Dar El Houda, p.137.

**Chevalier, A. (1947).** Les Jujubiers ou *Zizyphus* de l'Ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. J. Agric. Tradit. Bot. Appliquée 27, 470–483.

**Chouaibi M., Mahfoudhi N., Rezig L., Donsi F., Ferrari G., et Hamdi S., 2012:** "Nutritional composition of *Zizyphus lotus* L. seeds," Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 92, no. 6, pp. 1171–1177, 2012.

**Côme D., 1970 :** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162p.

**Crosaz, Y. (1995).** Chapitre 2 : Propriétés germinatives des semences.

**Dagnelie, P. (2012).** Principes d'expérimentation : Planification des expériences et analyse de leurs résultats (Les presses agronomiques de Gembloux).

**Danthu, P., Gaye, A., Roussel, J., Sarr, A., 1993 :** Quelques aspects de la germination des semences de *Zizyphus mauritiana*, dans : Sommet, L.M., De Kam, M. (Ed.), Les problèmes de semences forestières, notamment en. Leiden, Backhuys, pp.192–197. Symposium du groupe de travail IUFRO 'problèmes des semences', 23–27 November 1992, Ouagadougou, Burkina Faso.

**Del Longo O.T., Araújo S.D., 2009:** Criteria to determine the duration of the germination test for seeds of 'mistol' (*Zizyphus mistol* Grisebach), *Seed Science and Technology*, 37 (2009), pp. 507-511

**Elaloui M., Laamouri A., Albouchi A. et al., 2014:** Chemical compositions of the tunisian *Zizyphus jujuba* oil, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 26, no. 7, pp. 602–608, 2014.

**Fallahi, H.-R., Aghhavani-Shajari, M., Mohammadi, M., Kadkhodaei-Barkook, R., and Zareei, E. (2017).** Predicting of flixweed (*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl) germination response to temperature using regression models. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 6, 131–134.

**Fekih, N. (2009).** Contribution à l'étude chimique de *Zizyphus lotus* L. Thesis. 15/12/2016.

**Gadella, Th.W.J. (1969).** Chromosome numbers of some Angiospermae collected in Cameroun and the Ivory Coast. 306–310.

**Garcin. A., 2014 :** <https://www.teline.fr/fr/photos/rhamnaceae/zizyphus-lotus-subsp.-lotus#photo-10> (consulté le :17 avril 2020)

**Ghalem M., Merghache S., et Belarbi M., 2014:** Study on the antioxidant activities of root extracts of *Zizyphus lotus* from the western region of Algeria, *Pharmacognosy Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 32–42, 2014.

**Ghazghazi H., Aouadhi C., Riahi L., Maaroufi A., et Hasnaoui B., 2014:** Fatty acids composition of Tunisian *Zizyphus lotus* L. (Desf.) fruits and variation in biological activities between leaf and fruit extracts, *Natural Product Research*, vol. 28, no. 14, pp. 1106–1110, 2014.

**Ghosh, J., Lohot, V.D., Singhal, V., Ghosal, S., and Sharma, K.K. (1995).** Genetic diversity in ber (*Zizyphus mauritiana* Lam.) varieties for lac production. *The Bioscan* 10, 1905–1908.

**Grice. A.C., 1996:** Seed production, dispersal and germination in *Cryptostegia grandiflora* and *Zizyphus mauritiana*, two invasive shrubs in tropical woodlands of northern Australia, *Australian Journal of Ecology*, 21 (1996), pp. 324-331.

**Griffiths M.E., Lawes M.J., 2006:** Scarification and maternal plant effects on seedling emergence in *Zizyphus mucronata* (Rhamnaceae), *African Journal of Ecology*, 44 (2006), pp. 273-276.

**Hammi K. M., Jdey A., Abdely C., Majdoub H., et Ksouri R., 2015:** Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant compounds from Tunisian *Zizyphus lotus* fruits using response surface methodology, *Food Chemistry*, vol. 184, pp. 80–89, 2015.

**Hassen. A., Rethman. N.F.G., Van Niekerk. W.A., 2005:** Effect of different seed treatment options on dormancy breaking, germination and emergence of *Zizyphus mucronata* (buffalo thorn) seed, *Tropical Grasslands*, 39 (2005), pp. 124-128

**Heller, R., Esnault, R., and Lance, C. (2004).** *Physiologie végétale - Tome 1, Nutrition* (Dunod).

**Hussain F., Shaukat S., Ilahi I., Qureshi M.Z., 1993:** Germination promotion of *Zizyphus nummularia*, *Hamdard*, 36 (1993), pp. 46-55.

**Khouchlaa, A., Talbaoui, A., El Yahyaoui El Idrissi, A., Bouyahya, A., Ait Lahsen, S., Krichen, K., Ben Mariem, H., and Chaieb, M. (2014).** Ecophysiological requirements on seed germination of a Mediterranean perennial grass (*Stipa tenacissima* L.) under controlled temperatures and water stress. *South Afr. J. Bot.* 94, 210–21.

**Laamouri. A., Zine El Abidine. A., 2000 :** Multiplication des jujubiers en Tunisie, Annales de la Recherche Forestière au Maroc, 33 (2000), pp. 37-49

**Laberche, J.-C. (2010).** Biologie végétale (Paris, France : Dunod).

**Maciuk. A., Lavaud. C., Thepenier. P., Jacquier. M.-J., Ghedira. K., et Zeches-Hanrot. M., 2004:** Four new dammarane saponins from “Zizyphus lotus”, Journal of Natural Products, vol. 67, no. 10, pp. 1639–1643, 2004.

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

**Nedjraoui, D., and Bédrani, S. (2008).** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ.

**Nin, S., Petrucci, W.A., Del Bubba, M., Ancillotti, C., and Giordani, E. (2017).** Effects of environmental factors on seed germination and seedling establishment in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). Sci. Hortic. 226, 241–249.

**Nonogaki, H., Bassel, G.W., and Bewley, J.D. (2010).** Germination—Still a mystery. Plant Sci. 179, 574–581.

**Pareek O.P., 2001:** Fruits for the Future 2, Ber. International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, Southampton, UK (2001).

**Prins H., Maghembe J.A., 1994:** Germination studies on seed of fruit trees indigenous to Malawi Forest Ecology and Management, 64 (1994), pp. 111-125.

**Quézel P. et Santa S., 1962, 1963 :** Nouvelle flore en Afrique du Nord : Leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions.

**Rais, C., Slimani, C., Benidir, M., Elhanafi, L., Zeouk, I., Errachidi, F., El Ghadraoui, L., and Louahlia, S. (2020).** Seeds of Zizyphus lotus: In Vivo Healing Properties of the Vegetable Oil. Sci. World J. 2020, 1–8.

**Ranal, M.A., and Santana, D.G. de (2006).** How and why to measure the germination process? Rev. Bras. Botânica 29, 1–11.

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

**Renault J.-H., Ghedira K., Thepenier P., Lavaud C., ZechesHanrot M., et Le Men-Olivier L., 1997:** Dammarane saponins from *Zizyphus lotus*, *Phytochemistry*, vol. 44, no. 7, pp. 1321–1327, 1997.

**Rsaissi N., Kamili EL., Bencharki B., Hillali L., et Bouhache M., 2013:** Antimicrobial activity of fruits extracts of the wild jujube *Zizyphus Lotus* (L.), *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 4, pp. 1521–1528, 2013.

**Saied. A., Gebauer. J., Buerkert. A., 2008:** Effects of different scarification methods on germination of *Zizyphus spina-christi* seeds, *Seed Science and Technology*, 36 (2008), pp. 201-205

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

**Speer. E.R., Wright. H.A., 1981:** Germination requirements of lotebush (*Zizyphus obtusifolia* var. *obtusifolia*), *Journal of Range Management*, 34 (1981), pp. 365-368

**Srimathi P., Sasthri G., Venkatasalam E.P., Malarkodi K., 2002:** Efficacy of density grading in stones of cv. Umran (*Zizyphus mauritiana* Lamk.), *Progressive Horticulture*, 34 (2002), pp. 179-182.

**TASCHMATOV L. T.,1962 :** Meilleures époques et procédés de greffage du jujubier (en russe). S. Kh. Ousbekestana.

**Toumi, M., Barris, S., Seghiri, M., Cheriguene, H., and Aid, F. (2017).** Effet de plusieurs méthodes de scarification et du stress osmotique sur la germination des graines de *Robinia pseudoacacia* L. *C. R. Biol.* 340, 264–270.

**Zanndouche, O. (2015).** 1e Cours Supérieur d'Allergologie Pollens et pollinoses : La flore d'Algérie, p44.

**Zouaoui, R., Ksontini, M., et Ferchichi A., 2013** : Effet de l'Intensité de la Contrainte Hydrique sur la Germination de *Zizyphus Lotus* (L.) Lam. Des Régions Arides de la Tunisie. *Algerian Journal of Arid Environment*, 3(1), 35-49.

---

# ANNEXES

---

## Annexes

### Annexe 01 : Analyse de la variance pour le pourcentage final (PG) et le temps moyen (TMG) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
PMG	1396,968	8	174,621	205,402	,000
	446,520	1	446,520	525,230	,000
	950,448	7	135,778	159,713	,000
	1369,578	1611	,850		
	2766,546	1619			
TMG	38199,001	8	4774,875	189,327	,000
	13684,505	1	13684,505	542,600	,000
	24514,497	7	3502,071	138,860	,000
	40629,811	1611	25,220		
	78828,812	1619			

### Annexe 02 : Analyse de la variance pour le pourcentage final (PG) et le temps moyen (TMG) de la germination des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
Modèle corrigé	PMG	2254,546 <sup>a</sup>	323	6,980	17,668	,000
	TMG	67435,212 <sup>b</sup>	323	208,778	23,748	,000
Constante	PMG	189,454	1	189,454	479,556	,000
	TMG	6001,188	1	6001,188	682,624	,000
Traitement	PMG	1396,968	8	174,621	442,009	,000
	TMG	38199,001	8	4774,875	543,133	,000
Jour	PMG	107,701	35	3,077	7,789	,000
	TMG	4381,746	35	125,193	14,240	,000
Traitement * Jour	PMG	749,877	280	2,678	6,779	,000
	TMG	24854,465	280	88,766	10,097	,000
Erreur	PMG	512,000	1296	,395		
	TMG	11393,600	1296	8,791		
Total	PMG	2956,000	1620			
	TMG	84830,000	1620			
Total corrigé	PMG	2766,546	1619			
	TMG	78828,812	1619			

a. R-deux = ,815 (R-deux ajusté = ,769)

b. R-deux = ,855 (R-deux ajusté = ,819)

**Annexe 03 : Analyse de la variance pour les graines gonflées de *Zizyphus lotus* (L.) Lam.**

	<b>S.C. E</b>	<b>DDL</b>	<b>C.M.</b>	<b>TEST F</b>	<b>PROBA</b>
<b>Var TOTALE</b>	316.978	44	7.204		
<b>Var. FACTEUR 1</b>	279.778	8	34.972	33.844	0.000
<b>VAR.RESIDUELLE 1</b>	37.200	36	1.033		



