

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



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTÉ des SCIENCES  
DÉPARTEMENT des SCIENCES AGRONOMIQUES**

**MÉMOIRE DE MASTER**

**Présentée par : DELASSI Loubna Asma**

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

**FILIÈRE : SCIENCES AGRONOMIQUES**

**OPTION : AMÉLIORATION DES PLANTES**

*Thème*

**Contribution à l'étude de la germination des graines du  
pistachier de l'atlas dans la région d'Aflou**

**Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr. Saridi A.	Maître assistant A	Président
Mme Aouissa N.	Maître assistante A	Examinatrice
Mr. Kouidri M.	Professeur	Encadreur
Mme Amrani O.	Maître de conférences B	Co-encadreur

**Promotion : Juillet 2023**

# *Remerciements*

Tout d'abord, je remercie le Grand dieu tout puissant, de m'avoir donné la force, et le courage, pour mener à terme ce modeste travail. En premier lieu, j'aimerais exprimer ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères pour Mr Kouidri Mohamed, Professeur à l'Université de Laghouat d'avoir accepté l'encadrement scientifique et technique de ce travail. Je le remercie surtout pour sa gentillesse et pour son orientation judicieuse, ses conseils qui ont guidé dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.

Je tiens à remercier Mme Amrani Ouarda, Maître de conférences à l'université de Laghouat pour avoir co-encadré mon travail. Un grand merci à elle pour sa grande gentillesse, son aide, son expérience et surtout pour son encouragement qui ont été décisifs dans le développement de ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur Saridi Abdelkader, Maître assistant chargé de cours à l'université de Laghouat d'avoir accepté de présider notre jury.

Mes remerciements vont également à Madame Aouissa Nadjet Maître assistante chargée de cours à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner notre travail malgré ses préoccupations.

Mes remerciements vont également à toute personne qui m'a aidée de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

# *Dédicace*

Je dédie ce travail

A mes chers parents qui m'ont soutenus et encouragés durant tout mon cursus et qui m'ont offert les bonnes conditions pour poursuivre mes études, que Dieu les garde et les protège aussi de leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements.

A mes chers grands-parents, que je leur souhaite, la guérison et la bonne santé.

A ma tante chérie et ses petits-enfants Yasmine et Firas que j'aime trop.

**LOUBNA**

**Titre du mémoire** : Contribution à l'étude de germination des graines du Pistachier de l'atlas dans la région d'Aflou.

**Nom:** Delassi

**prénom:** Loubna

**Encadreur :** Kouidri Mohamed

**Co-encadreur :** Amrani Ouarda

## **Résumé**

Notre travail a été réalisé dans la région d'Aflou durant le printemps 2023 sur une espèce préforestière à savoir *Pistacia atlantica*. 900 graines ont subi des mesures biométriques pour caractériser leur population.

Les essais de germination des graines de l'espèce ont été réalisés selon les tests de germination classiques ; une stratification pendant 45 jours à 4°C, une scarification mécanique, imbibition pendant 2 jours et 4 jours, un test chimique par l'acide sulfurique, l'acide gibbérélique, l'eau oxygénée et un test à chaud avec un suivi qui a duré 40 jours qui s'y achevé par le calcul du taux et du temps de germination pour chaque test. Les traitements ont concerné quatre classes de graines du pistachier de l'atlas selon leur biométrie (Longueur et Largeur).

Les résultats obtenus ont révélé des taux de germination positifs pour tous les tests appliqués qui varient entre 36 et 56%.

L'imbibition pendant 2 jours a donné le meilleur taux de germination avec 56% mais dans un temps moyen relativement long durant le sixième jour.

Le test à chaud a donné le taux de germination le plus faible (36%) et dans un temps plus long (dixième jour). Les résultats de germination des autres tests varient entre 54% et 41%.

Les graines de faible biométrie (Longueur et largeur) ont donné les taux de germination les plus importants comparativement aux autres classes.

Ces résultats ont été discutés à la lumière des données bibliographiques nationales et régionales disponibles.

**Mots clés :** *Pistacia atlantica*, Aflou, Test de germination, Biométrie, Taux de germination, Temps de germination.

**Memory title:** Contribution to the study of germination of seeds of the atlas Pistachio tree in the region of Aflou.

**Name:** Delassi

**First name:** Loubna

**Directed by:** Kouidri Mohamed

**Co-director :** Amrani Ouarda

### **Abstract**

Our work was carried out in the Aflou region during the spring of 2023 on a species pre-forest, namely *Pistacia atlantica*. 900 seeds underwent biometric measurements to characterize their population. The germination tests of the seeds of the species were carried out according to the tests of conventional sprouting; stratification for 45 days at 4°C, scarification mechanical, soaking for 2 days and 4 days, a chemical test with sulfuric acid, gibberellic acid, hydrogen peroxide and a hot test with a follow-up that lasted 40 days which ended with the calculation of the germination rate and time for each test. Treatments involved four classes of Atlas pistachio seeds according to their biometrics (Length and Width). The results obtained revealed positive germination rates for all the tests applied which vary between 36 and 56%. Imbibition for 2 days gave the best germination rate with 56% but in a relatively long average time during the sixth day. The hot test gave the lowest germination rate (36%) and in a longer time long (tenth day). The germination results of the other tests vary between 54% and 41%. Seeds with low biometrics (Length and Width) gave the lowest germination rates larger compared to other classes. These results were discussed in the light of national bibliographic data and regional available;

### **Keywords:**

*Pistacia atlantica*, Aflou, Germination test, Biometric, Germination rate, Germination time

عنوان المذكرة: اختبار إنبات بذور الفستق الأطلسي في منطقة افلو

اللقب: دلاسي

الإسم: لبنى

المؤطر: قويدري محمد

مساعد المؤطر: عمراني وردة

### ملخص

تم إجراء عملنا في منطقة افلو خلال ربيع عام 2023 على أحد الأنواع ما قبل الغابية، وهي البطم الأطلسي. 900 بذرة خضعت لقياسات بيومترية لتمييز عشيرتها. أجريت اختبارات إنبات البذور عن طريق تطبيق معالجات مختلفة التقسيم الطبقي لمدة 45 يومًا عند 4 درجات مئوية، خدش ميكانيكي، نقع لمدة يومين و 4 أيام، اختبار كيميائي بحمض الفوسفور، حمض الجبريليك، بيروكسيد الهيدروجين واختبار التسخين مع متابعة استمرت 40 يومًا انتهى بحساب معدل الإنبات والوقت لكل اختبار. العلاجات اشتملت على أربع فئات من بذور البطم أطلس وفقًا لقياساتها الحيوية (الطول والعرض). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها معدلات إنبات إيجابية لجميع الاختبارات التي تم إجراؤها والتي تتراوح بين 36 و 56%. أعطى التشرب لمدة يومين أفضل معدل إنبات بنسبة 56% ولكن في متوسط الوقت نسبيًا خلال اليوم السادس. أعطى الاختبار التسخين أقل معدل إنبات (36%) ولفترة أطول (اليوم العاشر). تتراوح نتائج الإنبات للاختبارات الأخرى بين 54% و 41%. أعطت البذور ذات المقاييس الحيوية المنخفضة (الطول والعرض) معدلات إنبات أكبر مقارنة بالفئات الأخرى. تمت مناقشة هذه النتائج في ضوء البيانات الببليوغرافية الوطنية والإقليمية المتاحة.

الكلمات المفتاحية: البطم الأطلسي، افلو، اختبار الإنبات، القياسات البيومترية، نسبة الإنبات، وقت الإنبات.

# Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Listes des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.....	01
<b>Partie I: Synthèse Bibliographique.....</b>	<b>04</b>
<b>Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier de l'Atlas.....</b>	<b>04</b>
<b>1-1 Historique.....</b>	<b>04</b>
<b>1-2 Répartition du Pistachier de l'atlas.....</b>	<b>04</b>
<b>1-3 Systématique.....</b>	<b>06</b>
<b>1-4 Description morphologique de l'espèce.....</b>	<b>06</b>
<b>1-4-1 Feuilles.....</b>	<b>06</b>
<b>1-4-2 Inflorescence.....</b>	<b>06</b>
<b>1-4-3 Fleurs.....</b>	<b>06</b>
<b>1-4-4 Fruit.....</b>	<b>08</b>
<b>1-4-5 Système racinaire.....</b>	<b>09</b>
<b>1-5 Multiplication.....</b>	<b>10</b>
<b>1-6 Germination des graines .....</b>	<b>10</b>
<b>1-6-1 Facteurs affectants la germination et la vigueur des graines.....</b>	<b>10</b>
<b>1-7 Dormance des graines .....</b>	<b>11</b>

1-7-1	Dormance primaire.....	11
1-7-2	Dormance secondaire.....	13
1-8	Exigences écologiques.....	13
1-8-1	Exigences climatiques.....	13
1-8-2	Exigences édaphiques.....	13
1-8-3	Altitude.....	14
1-9	Intérêt de l'espèce.....	14
1-9-1	Intérêt écologique.....	14
1-9-2	Intérêt Socio-économique.....	14
<b>Chapitre 2: Effets des prétraitements sur la germination des graines.....</b>		<b>17</b>
1-1	Définition de la germination .....	17
1-2	Caractéristiques de la graines .....	17
1-3	Définition des tests de germination.....	18
1-3-1	Stratification.....	18
1-3-2	Scarification.....	18
1-3-3	Régulateurs de croissances.....	19
1-3-4	Traitement à l'acide.....	19
1-3-5	Eau oxygénée.....	19
1-3-6	Traitement à l'eau chaude.....	19
1-3-7	Traitement à la chaleur sèche et feu.....	20
1-3-8	Trempage dans l'eau froide.....	20
1-3-9	Imbibition.....	20

<b>Chapitre 3 : Matériels et méthodes</b> .....	22
1- Présentation de la région d'étude.....	22
1-1 Situation géographique.....	22
1-2 Nature du sol.....	22
1-3 Géologie.....	23
1-4 Géomorphologie.....	23
1-5 Hydrogéologie.....	23
1-6 Réseau hydrographique.....	23
1-7 Caractéristiques climatiques et bioclimatiques.....	24
1-8 Synthèse climatique.....	26
2- Méthodologie.....	29
2-1 Etude morphométrique des graines.....	29
2-2 Tests de germination.....	30
3- Analyse statistique.....	32
<b>Partie II : Analyse des résultats</b> .....	33
<b>Chapitre 4 : Résultats et discussion</b> .....	33
1- Caractéristiques morphométriques des graines du Pistachier.....	33
1-1 Longueur des graines.....	33
1-2 Largeur des graines.....	33
1-3 Poids moyen des graines.....	33
1-4 Test de viabilité.....	33
1-5 Taux de germination des graines traitées (TG %)......	33
1-6 Témoin.....	34
1-7 Test à froid.....	35
1-8 Scarification mécanique.....	36

<b>1-9</b> Imbibition (2 jours).....	37
<b>1-10</b> Imbibition (4 jours).....	37
<b>1-11</b> Ébullition.....	38
<b>1-12</b> Test chimique “acide sulfurique”.....	38
<b>1-13</b> Gibbérelline AG .....	39
<b>1-14</b> Eau oxygénée .....	39
<b>1-15</b> Temps moyen de germination des graines traitées (TMG ).....	40
Discussion .....	40
Conclusion.....	44
Références Bibliographiques.....	46

## Liste des Abréviations

**ABA** : Acide abscissique

**AG** : Acide gibbérellique

**B.N.E.D.E.R**: Bureau National d'Etude pour le Développement Rural

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique

**O.N.M.** : Office National de Météorologie

**Id** : Indice d'aridité

**TG** : Taux de Germination

**TMG** : Temp Moyen de Germination

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Pistachier de l'atlas	<b>04</b>
<b>2</b>	Répartition du Pistachier de l'atlas dans le monde	<b>05</b>
<b>3</b>	Répartition du Pistachier de l'atlas en Algérie	<b>05</b>
<b>4</b>	Feuilles du Pistachier de l'atlas	<b>06</b>
<b>5</b>	Fleur mâle du Pistachier de l'atlas	<b>07</b>
<b>6</b>	Fleur femelle du Pistachier de l'atlas	<b>08</b>
<b>7</b>	Fruits matures et immatures du Pistachier de l'atlas	<b>09</b>
<b>8</b>	Système racinaire du Pistachier de l'atlas	<b>09</b>
<b>9</b>	Coupe d'une graine de pin parasol ( <i>Pinus pinea</i> )	<b>17</b>
<b>10</b>	Localisation géographique de la région d'Aflou	<b>22</b>
<b>11</b>	Diagramme ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de la station d'Aflou	<b>27</b>
<b>12</b>	Climagramme d'Emberger pour la région d'Aflou	<b>28</b>
<b>13</b>	Mesures biométriques de la graine du Pistachier de l'atlas	<b>29</b>
<b>14</b>	Taux de germination des graines du Pistachier de l'atlas pour les différents tests	<b>34</b>
<b>15</b>	Cinétique de germination des graines « Témoin »	<b>35</b>
<b>16</b>	Cinétique de germination des graines sous le test à froid	<b>36</b>
<b>17</b>	Cinétique de germination des graines sous le test de scarification	<b>36</b>
<b>18</b>	Cinétique de germination des graines sous le test d'imbibition pendant 48h	<b>37</b>
<b>19</b>	Cinétique de germination des graines sous le test d'imbibition pendant 96h	<b>37</b>
<b>20</b>	Cinétique de germination des graines sous le test d'ébullition.	<b>38</b>
<b>21</b>	Cinétique de germination des graines sous l'acide sulfurique	<b>38</b>
<b>22</b>	Cinétique de germination des graines sous le test d'acide gibbérellique	<b>39</b>

<b>23</b>	Cinétique de germination des grains sous le test eau oxygénée	<b>39</b>
<b>24</b>	Temp de germination des graines du Pistachier de l'atlas pour les différents prétraitements	<b>40</b>

### Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Répartition des précipitation moyennes mensuelles de la région d'Aflou	<b>25</b>
<b>Tableau 2</b>	Température moyennes mensuelles de la région d'Aflou	<b>25</b>
<b>Tableau 3</b>	Répartition de la gelée en jour/an de la région d'Aflou	<b>26</b>
<b>Tableau 4</b>	Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimat correspondant	<b>29</b>
<b>Tableau 5</b>	Moyenne des mesures biométriques des graines de Pistachier de l'atlas(N=900)	<b>33</b>

# **Introduction**

## **Introduction**

Les ressources génétiques sont constituées par l'ensemble des espèces, races, variétés et génotypes d'un animal ou d'une plante, et afin de préserver, elles sont rassemblées en collection (banque de gènes), de façons différentes suivant les types biologiques (les arbres forestiers et fruitiers sont conservés en verges, les plantes à graines en chambre froide...etc). La conservation de la biodiversité revient à maîtriser les techniques de reproduction et de propagation des espèces (Aoudjit, 2006).

Le pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est un arbre surtout caractéristique des régions arides du sud de la Méditerranée (Emberger, 1938). Selon Monjauze (1968), c'est un arbre par excellence des milieux steppiques, mais il peut pénétrer profondément jusqu'aux régions sahariennes (Dahmani, 2011). Puissant, à la plus volumineuse couronne arrondie, il peut atteindre 15 à 25 de haut (Emberger, 1938).

Le Pistachier d'atlas se régénère facilement par semis naturel, mais ces conditions sont très rarement satisfaites, et si le semis n'est pas rare à proprement parler, c'est toujours à l'état de relique clandestine qu'on le trouve. Les herbivores et les bergers, en effet, le détruisent électivement dès qu'il apparaît à la vue (Monjauze, 1968). Le plus souvent, seules les régénérations à l'abri d'épineux (*Zizyphus lotus* notamment) par effet nurserie ou dans des anfractuosités de falaises ont quelques chances d'aboutir à un individu adulte (Quézel et Médail, 2003).

Selon Belhadj (2001), le déclin du pistachier est dû d'abord à des raisons économiques et à des budgets investis très limités dans la production, la régénération et l'entretien des pistachiers naturelles des dayas. Parmi les facteurs ayant contribué à la dégradation des pistachiers, l'exploitation anarchique des pistachiers comme fourrage et bois de chauffage par les bergers et la population locale, le pâturage empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses.

L'obtention de plants de semis est difficile pour le pistachier de l'Atlas, dont l'endocarpe est une barrière imperméable qu'il faut scarifier, mécaniquement ou chimiquement, et stratifier au froid humide pour faciliter, à l'intérieur des semences, le passage de l'eau, nécessaire pour la germination qui est généralement aisée bien qu'elle soit très liée à

la provenance des semences et à leur qualité : bonne fécondation et récolte de l'année (Aleta et Ninot, 1996).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre objectif d'étude. Il consiste à tester la germination des graines du pistachier d'Atlas issues de la région d'Aflou, pour se faire, nous avons mené des essais de germination (Stratification, Scarification, Imbibition 2j et 4j, test chimique par l'acide sulfurique et eau oxygénée et acide gibbérellique) et de voir quelle est le meilleur test qui présente le meilleur taux et le meilleur temps de germination.

Notre document se structure en deux parties. La première, comprend une synthèse bibliographique, avec trois chapitres, l'un sur les caractéristiques du Pistachier d'Atlas, le deuxième sur les effets des prétraitements sur la germination des graines et le dernier sur matériel et méthodes adoptés dans l'étude.

La deuxième partie regroupe un seul chapitre, comprend les résultats qui sont discutés à la lumière des données bibliographiques disponibles. Le travail est achevé par une conclusion et des perspectives.

***Partie I :***  
***Synthèse***  
***bibliographique***

# ***Chapitre 1:***

## ***Généralités sur***

***(Pistacia atlantica Desf.)***

## **Partie I: Synthèse Bibliographique**

### **Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier de l'Atlas**

#### **1-1 Historique:**

Le pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) (Fig. 1) est un arbre dont la majeure partie de l'aire de distribution se retrouve en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), mais on le rencontre également aux îles Canaries, en Libye (Cyrénaïque), à Chypre et au Proche-Orient (Quezel et Medail, 2003).

Le fameux bétoum des Dayas remonte aux années 1700. Dans sa publication (*Flora atlantica*) parue en 1798, le botaniste français René Louiche Desfontaines présente pour la première fois au monde scientifique, le pistachier d'Atlas. Ce dernier fut souvent confondu avec *P. terebinthus* ; en 1909, LAPIE l'appelait térébinthe (Monjauze, 1980).



**Figure 1:** Pistachier d'Atlas

#### **1-2 Répartition du pistachier d'Atlas :**

##### **Dans le monde :**

Le pistachier d'Atlas occupe une aire très vaste englobant le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, la Turquie, la Syrie, la Jordanie, le Palestine, l'Iran et l'Afghanistan (Kaska, 1996) (Fig. 2).

Son aire est discontinue et compte quatre régions phytogéographiques : méditerranéenne, irano-touranienne, sino-japonaise et mexicaine (Zohary, 1996). Au temps où le pistachier d'Atlas se rencontre dans la majorité des zones semi-arides ou steppiques du monde. Il est plus ubiquiste des arbres du nord de l'Afrique et du Proche-Orient, et aux canaries (Ifticene-Habani et Messaoudene, 2016).

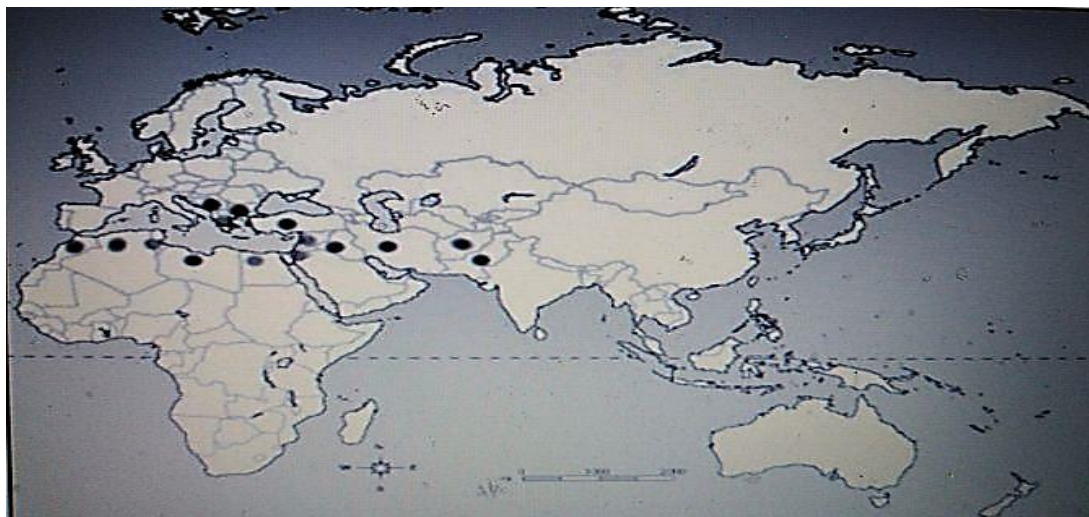


Figure 2 : Répartition de Pistachier d'Atlas dans le monde (Al-Saghir, 2006).

### En Algérie :

Le pistachier d'Atlas est caractérisé par une aire de distribution qui s'étend depuis l'Atlas tellien jusqu'au Sahara central. Il trouve son optimum dans les régions arides et semi-arides notamment les hautes plaines où il prospère dans les lits d'oueds et les dayas (Harfouche et al., 2005).

Les populations des pistachiers : *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. atlantica* se trouvent à l'état de groupements isolés concentrés particulièrement dans les régions des Dayas entre Djelfa et Tiaret en passant par Laghouat (Monjauze, 1982). (Harfouche et al., 2005), citent que le pistachier d'Atlas se trouve entre Mascara, Sidi Bel Abbés, M'sila, Biskra, au sud et nord de Laghouat, au M'zab, à Ouargla, dans le secteur de Sahara et dans le Hoggar (Fig. 3).

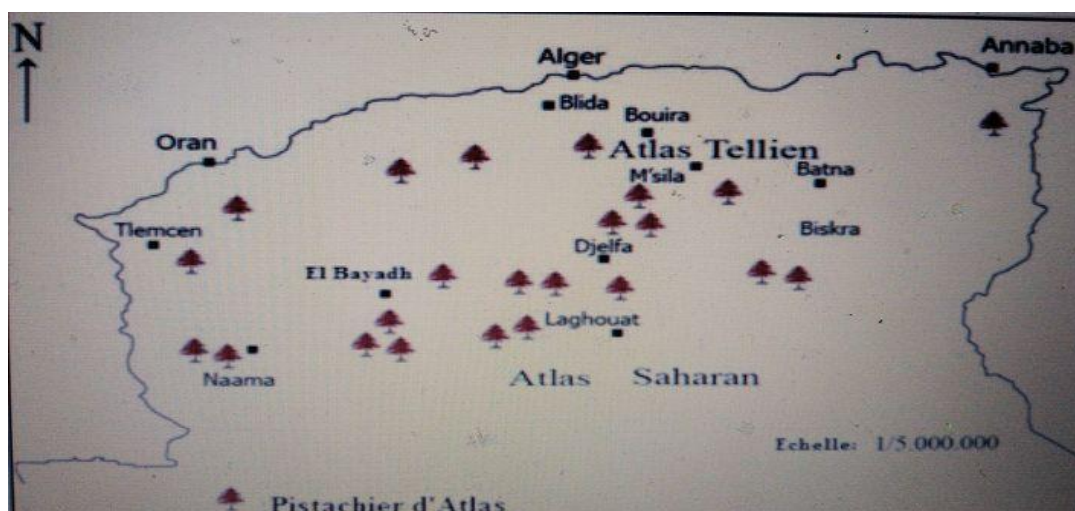


Figure 3 : Répartition du pistachier d'Atlas en Algérie (Harfouche et al., 2005).

**1-3 Systématique :** Selon (Yaaqobi, 2009).

Régne : Plantae

Embranchement : Tracheobionta

Super-division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

Genre : Pistacia

Espèce : *Pistacia atlantica*

**1-4 Description morphologique de l'espèce :**

**1-4-1 Feuilles :**

Les feuilles sont caduques et composées, semi persistantes à rachis finement ailé (Fig. 4). Elles sont irrégulièrement imparipennées de 7 à 9 folioles impaires et les paires sont au nombre 3 à 5 folioles ovales-acuminées, tomenteuses puis coriaces à l'âge adulte, entières et oblongues lancéolées (Monjauze, 1982).



**Figure 4 :** Feuilles du pistachier d'Atlas (Yaaqobi., 2009).

**1-4-2 Inflorescence :**

Le pistachier d'Atlas a une inflorescence en grappe rameuse (Fig. 5). La floraison qui apparaît juste avant la feuillaison et débute la mi-mars (Yaaqobi et *al.*, 2009).

**1-4-3 Fleurs :**

Le Pistachier d'Atlas est un arbre dioïque. Il est difficile d'en distinguer le sexe avant la première floraison. Les fleurs sont purpurines, en panicule pyramidal de petites fleurs (1 à 3) apétales et (1 à 5) sépales. Les fleurs sont dépourvues de pétales, réunies en grappes lâchées sur des pieds différents. La floraison a généralement lieu de mars à avril (Benaradj et *al.*, 2015).

### **1-4-3-1 Fleur mâle :**

Le calice contient quatre sépales. A l'aisselle du calice, il se trouve une bractée glabrescente, allongée, de grande taille par rapport aux fleurs et de couleur jaune pâle. A l'aisselle de chaque bractée, 5 étamines se développent, de couleur rouge pourpre (Fig. 5), et avec des filets courts et soudés à la base. Après la libération des grains de pollen au mois de mars, les fleurs mâles s'épanouissent et les étamines prennent une structure pétaloïde (Yaaqobi *et al.*, 2009).



**Figure 5:** Fleur mâle du Pistachier de l'atlas (Benyahia, 2017).

### **1-4-3-2 Fleur femelle :**

Le calice a neuf sépales enchevêtrés entre eux et soudés à la base. Les sépales sont de taille variable selon les provenances. A l'aisselle du calice, il se trouve une bractée semblable à celle de la fleur mâle. Le gynécée présente trois carpelles concrescens avec une seule loge ovarienne fertile et un seul ovule. (Fig. 6). Le style porte trois stigmates rugueux facilitant la fixation des grains de pollen (Yaaqobi *et al.*, 2009).



**Figure 6 :** Fleur femelle du Pistachier de l'atlas (Benyahia, 2017)

#### **1-4-4 Fruits :**

Le fruit (Fig. 7), dont le nom vernaculaire El khoudiri (appellation due à la prédominance de la couleur vert foncé à maturité (Belhadj, 1999), ce sont des drupes (ne dépassant pas le centimètre) légèrement ovales quelque fois allongés à épiderme qui se ride en séchant sur un endocarpe dur mais très mince abritant deux cotylédons, riches en huile dense très énergétique (Monjauze, 1980 et Belhadj et *al.*, 2008).



**Figure 7** : Fruits immatures (à droite), fruits matures (à gauche) du Pistachier de l'atlas (Malki, 2020).

#### 1-4-5 Système racinaire :

Le système racinaire du pistachier d'Atlas est très vigoureux, pouvant atteindre 6 mètres de profondeur (Fig. 8). Par ailleurs, le Pistachier d'Atlas arrive à végéter sous une tranche pluviométrique très faible et sa résistance aux conditions climatiques très difficiles peut être attribuée à la vigueur de son système racinaire. Il présente un type d'architecture bien hiérarchisé comportant un pivot ortho géotrope à croissance rapide et indéfinie et de fines racines latérales obliques plagiotropes à croissance faible (Benaradj et *al.*, 2015).



**Figure 8** : Système racinaire du *Pistachier d'Atlas* (Taoualit, 2021).

## **1-5 Multiplication :**

Comme la plupart des plantes, le pistachier peut se multiplier par deux méthodes de propagation qui s'opposent par de nombreuses caractéristiques : la reproduction par voie sexuée donne souvent naissance à la création des types génétiques nouveaux par recombinaison des gènes, lors de la fusion des gamètes. Au contraire, la multiplication végétative faisant intervenir seulement le processus de mitose reproduira des individus conformes aux parents (Yaaqobi, 2009).

## **1-6 Germination des graines :**

### **1-6-1 Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines :**

#### **1-6-1-1 Température :**

De nombreuses études sur l'influence de la température sur la germination ont utilisé des semences entières, cependant il n'est pas toujours clair si la température affecte directement l'embryon ou si elle agit à travers les enveloppes (Come, 1970).

#### **1-6-1-2 Lumière :**

La lumière est nécessaire à la germination des plantes, à la survie des jeunes plantes et à la croissance ultérieure. La quantité de lumière qu'un grain reçoit dépend de son emplacement dans le sol, des caractéristiques de l'environnement environnant du grain et de toutes les autres structures à proximité (Pons, 2000).

#### **1-6-1-3 Humidité :**

Un état minimum d'hydratation est nécessaire pour la germination des graines. L'humidité est important pour le maintien de la vie des cellules, pour l'activation des enzymes, la translocation et le stockage des réserves (Copeland et Mcdonald, 1995) dans la graine, l'élongation des cellules est l'étape la plus sensible au stress d'eau (Hegarty et Ross, 1980).

#### **1-6-1-4 Acide abscissique :**

L'acide abscissique (ABA) est l'inhibiteur primaire de la germination dans beaucoup de graines (Pinfield et Gwarazimba, 1992). La dormance embryonnaire est en relation avec la

production de l'ABA (Hilhorst et Karssen, 1992). La synthèse d'ABA est accélérée en réponse aux facteurs de stress tel notamment hydrique (Yoshioka, 1995). Le manque d'oxygène augmente la quantité d'ABA endogène et diminue la quantité d'acide gibbérellique (GA3) et de cytokinine des graines de maïs (Prasad, 1983).

#### **1-6-1-5 Âge des graines :**

La vigueur de la graine diminue pendant le stockage (Lovato et Balboni, 2002) le vieillissement des graines retarde l'apparition de la racine, la croissance des jeunes plantes et augmente le développement de jeunes plantes anormales (Veselova et al., 2003) la vigueur de la graine peut diminuer ou disparaître par le vieillissement (Zeng et al., 1998) les températures élevées pendant le stockage peuvent entraîner le développement des maladies cryptogamiques qui vont détériorer les graines (Turnbull et Doran, 1987).

#### **1-6-1-6 Taille des graines :**

La croissance et le rendement des plantes sont affectés par la taille de la graine. Les graines de grande taille donnent la meilleure capacité de germination (Moles et Westby, 2006). Les espèces qui ont des petites graines germent généralement dans une gamme étroite de température (Bell et al., 1995).

### **1-7 Dormance des graines:**

#### **1-7-1 Dormance primaire :**

Désigne l'état physiologique dans lequel se trouve une semence qui, bien que placée dans des conditions favorables, ne germe pas. Cette non germination est due à la semence elle-même (Bonner et al., 1994 ; Bouwmeester et Karssen, 1992 ; Foley et Fennimore, 1998 ; Martinez-Gomez et Dicenta, 2001) la dormance primaire est classifiée selon la nature d'inhibition de la germination aux types suivants :

##### **1-7-1-1 Dormance physique :**

Est due à l'imperméabilité de l'enveloppe de la graine à l'eau (Baskin, 2003; Baskin et al., 2004) cette imperméabilité est habituellement associée à la présence d'une ou de plusieurs couches de cellules imperméables situées dans l'épiderme (Baskin et al., 2002; Bell, 1999). Sous les conditions ambiantes, la dormance physique est éliminée par la fluctuation des

températures (Baskin, 2003) le passage des graines dans l'appareil digestif d'un animal (Adkins et *al.*, 2002 ; Baskin et Baskin, 1998).

#### **1-7-1-2 Dormance exogène :**

Est due à l'inhibition de la germination par un facteur présent en dehors de l'embryon (Gbehounou et *al.*, 2000).

#### **1-7-1-3 Dormance chimique :**

Chimiquement les graines dormantes ne germent pas en raison de la présence d'inhibiteurs dans le péricarpe ou le tissu de la graine (Baskin et Baskin, 2004). Ils ont entretenu cette dormance aux composés transfères à la graine qui empêchent la germination l'ABA et la coumarine sont les inhibiteurs les plus connus (Adkins et *al.*, 2002). Cette dormance peut être levée par l'élimination du péricarpe (Baskin et Baskin, 1998).

#### **1-7-1-4 Dormance mécanique :**

La dormance mécanique est une autre forme de dormance exogène. Les graines ne peuvent pas germer car le développement de l'embryon est comprimé à l'intérieur d'une structure dure hermétique (noyau). La dormance mécanique diffère de la dormance physique par le fait que la pénétration d'eau et d'oxygène ne sont pas nécessairement empêchées (Schmidt, 2000).

#### **1-7-1-5 Dormance endogène :**

Il y a deux formes principales de dormance endogène ; dormance morphologique et dormance physiologique.

##### **1-7-1-5-1 Dormance morphologique :**

Les graines dormantes morphologiquement ont des embryons sous-développés (Genève, 2003). La dormance morphologique est principalement observée chez les espèces des régions tempérées (Baskin et *al.*, 1998). Elle peut être levée par stratification chaude ou froide ou par traitement des graines par le nitrate de potassium ou par l'acide gibbérellique (Genève, 2003).

##### **1-7-1-5-2 Dormance physiologique :**

La dormance physiologique est due à des changements biochimiques intervenant à l'intérieur de l'embryon empêchant la germination (Baskin et *al.*, 1998 ; Genève, 2003). Les composés phénoliques et l'ABA sont les principaux inhibiteurs de la germination. Chez la plupart des espèces, les graines restent perméables à l'eau (Bewley et Black, 1982).

### **1-7-1-5-3 Dormance morfo physiologique :**

La dormance morfo physiologique, représente un état dans lequel la dormance morphologique est associée à la dormance physiologique (Baskin et *al.*, 1998 ; Baskin et *al.*, 2004), elle a été signalée chez un certain nombre d'espèces comme *Hibbertia hyperico* des (Dilleniaceae) (Schatral, 1996). Dans ce type de dormance, la stratification ou le traitement avec GA3 sont efficaces en favorisant la croissance de l'embryon (Hidayati et *al.*, 2000).

### **1-7-2 Dormance secondaire :**

Il arrive quelquefois dans la graine dont la dormance primaire est préalablement levée, de ne pas pouvoir germer. La non germination est due à des conditions défavorables telles que l'eau, la température, l'oxygène, la lumière ; c'est la dormance secondaire (Bewley et Black, 1994; Hilhorst, 1998).

### **1-8 Exigences écologiques :**

C'est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions semi-arides et arides, voire sahariennes. Cette plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse atmosphérique pourrait être son caractère principal, mais il n'est pas moins indifférent à la nature du sol et il peut occuper dans son aire botanique les situations les plus extrêmes (Monjauze, 1980). C'est une essence principale actuellement à l'état disséminé qui s'accommode de l'étage bioclimatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères (Boudy, 1952).

#### **1-8-1 Exigences climatique :**

Le *Pistacia atlantica* est réellement l'essence forestière des Hauts-Plateaux ; seul, il résiste à la violence des vents et la variabilité de température. Selon (Quézel et Santa, 1963), en Algérie le Bétoum est assez commun sauf dans les zones très arrosées. La limite supérieure du Bétoum qui tend vers l'humidité, se rapproche de la limite inférieure de chêne Zéen qui tend vers l'aridité, le Bétoum reste donc exclu, comme il l'est des hautes futaies trop sombres ou trop froides du Chêne Zéen et du Cèdre (Monjauze, 1980).

### **1-8-2 Exigences édaphiques :**

Indifférent de type du sol, le Bétoum est très peu exigeant du point de vue édaphique, il s'accommode avec une large gamme de sols : des terrains acides en silice aux sols calcaires en Syrie, à l'exception des sols sablonneux (Boudy, 1955). Les terrains argileux et les alluvions de plaine : On ne le trouve qu'assez rarement sur roche calcaire en montagne sèche, il se cantonne dans les dépressions (Boudy, 1952). L'espèce grandit bien dans l'argile ou les sols limoneux, bien que celui-ci puisse se développer aussi sur les roches calcaires (Khaldi et Khoudja, 1996).

### **1-8-3 Altitude :**

D'après Boudy (1952) Monjauze (1968), le meilleur développement de cet arbre est entre 600 et 1200 m. Il peut atteindre 2000 m d'altitude dans les montagnes sèches et selon Zohary (1952), jusqu'à 3000m à l'orient de son aire.

## **1-9 Intérêt de l'espèce:**

*Pistacia atlantica* est une essence très plastique dans le milieu de l'atlas saharien est révélatrice des potentialités en matière de phytogénétiques, néanmoins sa présence dans le sud-ouest joue un rôle non négligeable dans les équilibres des écosystèmes sahariens d'une part et dans le traitement de nombreuses maladies d'autre part. Elle a donc un double aspect : écologique (lutte contre la désertification et l'érosion des sols etc) et socioéconomique (cuisson, chauffage, intérêts thérapeutiques) (Benaradj et *al.*, 2015).

### **1.9.1. Intérêts écologiques**

Le pistachier de l'Atlas est l'espèce la plus représentée de la steppe pastorale et des zones arides en raison de sa rusticité et de sa résistance à la sécheresse. Le bétoum occupe généralement les sols peu profonds grâce à son système racinaire puissant. Il contribue favorablement à la lutte contre l'érosion et la désertification qui menace constamment les régions arides et semi-arides (Aoudjit et Mouissa, 1997). Belhadj (2001), signale que *Pistacia atlantica* Desf. est utilisée pour la fixation des dunes et ce comme brise-vents. Le pistachier de l'Atlas tolère parfaitement les conditions de salinité les plus extrêmes, donc cette espèce peut valoriser de larges régions arides et semi-arides où le problème de salinité s'accroît de plus en plus (Whitehouse, 1957).

### **1.9.2. Intérêts socio-économiques:**

C'est une espèce utilisée comme porte-greffe de *Pistacia vera* L., elle est considérée comme la plus résistante à l'asphyxie racinaire par rapport aux autres espèces du genre *Pistacia* (Monastra et al., 1997). Le bétoum peut être utilisé comme espèce pastorale surtout en période de disette car ses feuilles constituent un apport en unités fourragères important dont la valeur nutritive est estimée à 0.35 UF et 41 g de matière azotée digestible par kg de matière sèche (Aoudjit et Mouissa., 1997). Selon (Ozenda, 1977) le bois du bétoum est largement utilisé comme combustible seulement sa dureté le met quelque peu à l'abri des coupes. Les populations locales utilisent les semences du bétoum à des fins culinaires et médicinales (Belhadj, 2001). Le même auteur ajoute que le fruit est riche en huile très énergétique, comestible, a un goût très proche de celui du beurre. L'écorce produit une résine mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud. Très utile comme antiseptique, antifongique et dans des maladies abdominales (Baba Aissa, 2000). (Belhadj, 2001) trouve que le fruit séché préparé en tisane aurait également une action contre le diabète.

## Chapitre 2:

# Effets des prétraitements sur la germination des graines

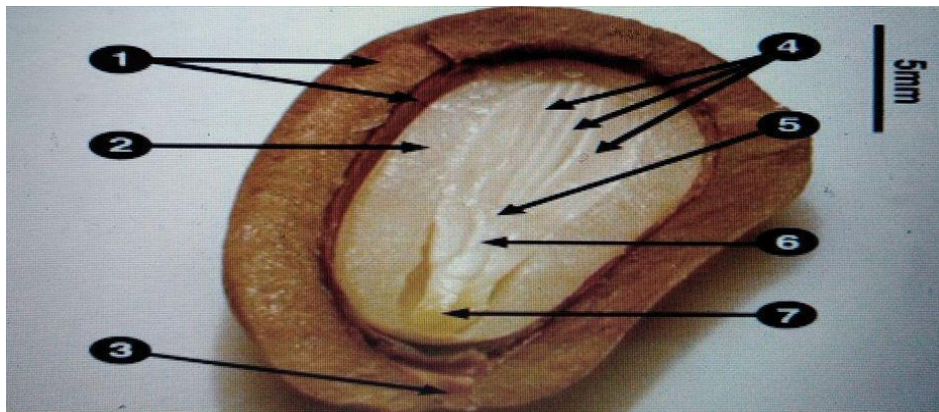
## Chapitre 2 : Effets des prétraitements sur la germination des graines

### 1-1 Définition de la germination :

La germination est un stade physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase du développement de la plantule, elle commence dès que la graine sèche est hydratée (Anzala, 2006). Bewley et Black (1994) définissent la germination d'une graine comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se termine par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent.

### 1-2 Caractéristiques de la graine :

La graine est un organe de réserves, qui permet la pérennité de l'espèce par multiplication et franchissement des saisons défavorables (Anzala, 2006). Elle est constituée, de l'intérieur vers l'extérieur (Fig. 9), de l'embryon, l'albumen et les téguments sont des tissus d'origines différentes (Nivot, 2005). L'embryon et l'albumen sont issus de la fécondation (Nouar, 2007) L'embryon, représentant l'élément principal de la graine, est formé d'une radicule, d'un ou plusieurs cotylédons, selon qu'il s'agit des monocotylédones, dicotylédones ou gymnospermes, d'un épicotyle, d'une plumule et enfin d'une hypocotyle qui relie les parties aériennes aux parties souterraines de la future plante (Nivot, 2005).



**Figure 9 :** Coupe d'une graine de pin parasol (*Pinus pinea*) (1 : téguments ; 2 : endosperme ; 3 : hile ; 4 : cotylédons ; 5 : gemmule ; 6 : tigelle ; 7 : radicule. L'embryon est constitué de l'ensemble des pièces 4, 5, 6 et 7) (Benyahia, 2017).

### **1-3 Définition des tests de germination (prétraitements) :**

Les graines de nombreuses essences d'arbres germent sans difficulté sont placées dans des conditions d'humidité et de température favorables, les graines de beaucoup d'autres essences manifestent une certaine dormance. Lorsque cette dormance est forte, la régénération artificielle nécessite une forme ou une autre de prétraitement. Dans les conditions naturelles l'exposition au froid peut lever la dormance des graines artificiellement, elle peut être levée par des traitements physiques (stratification et scarification) ou régulateurs de croissances (les hormones) ou par d'autres méthodes (F.A.O., 2019). Les tests de germination est une opération simple qui permet de contrer les effets d'une mauvaise germination, ils permettent de comprendre les réactions de la graine face aux prétraitements.

#### **1-3-1 Stratification :**

La stratification est une technique utilisée principalement pour lever la dormance primaire morphologique, physiologique et morpho physiologique (Genève, 2003). Elle permet de faciliter la germination des graines à coque ou à enveloppe dure et des noyaux. Quelle que soit la méthode, l'objectif est de ramollir et altérer les téguments des graines afin de les sortir de leur dormance. Quelques essences doivent obligatoirement subir le froid (la majorité d'arbres dans nos zones), d'autres de fortes températures (eucalyptus, ciste) et d'autres doivent passer par le tube digestif des animaux (mûre, framboise, figue) pour avoir un fort taux de germination. Le processus consiste à incuber les graines en conditions humides et à température basse (0-10°C). La température optimale est de 4°C pour beaucoup d'espèces (Baskin et al., 1998). L'efficacité de la stratification est variable selon l'espèce (Andersson et Milberg, 1998 ; Vincent et Roberts, 1977).

#### **1-3-2 Scarification (traitement mécanique) :**

On appelle "Scarification" tout procédé qui consiste à casser, érafler, altérer mécaniquement ou amincir les téguments afin de faciliter les échanges entre l'embryon (siège de la germination) et l'environnement (Hartmann et al., 1997). Les différents tissus entourant l'embryon peuvent, en effet avoir un effet inhibiteur sur la germination des graines à différents niveaux: en interférant avec l'absorption d'eau et les échanges gazeux ; en exerçant une contrainte mécanique à la croissance physique de l'embryon ; en empêchant la disparition des inhibiteurs embryonnaire (Ren et Kermode, 1999). Trois types de traitement sont généralement employés pour scarifier les graines : la scarification mécanique, incluant souvent l'utilisation papier vers (Hartman et al., 1997).

### **1-3-3 Régulateurs de croissances (Gibbérellines):**

Les hormones de croissance jouent un rôle important dans la germination des graines (Davies, 1990). Les acides gibbérellines (GA) sont les hormones de croissance généralement utilisées pour lever la dormance dans beaucoup des graines (Ma et al., 2003). Il existe un nombre phénoménal de GA: Elles sont désignées par les abréviations GA<sub>1</sub>....GA<sub>125</sub>. Les GA sont définis bien plus par leur structures que par leur activité biologiques. Ce sont toutes des diterpènes cycliques. Celles qui présentent une activité biologique sont assez peu nombreuses. Il s'agirait principalement de GA<sub>1</sub>,GA<sub>3</sub>,GA<sub>4</sub>,GA<sub>7</sub>,ainsi que de quelques autres (Srivastava, 2002).

### **1-3-4 Traitement à l'acide :(Acide sulfurique)**

Le produit chimique le plus fréquemment employé pour lever la dormance tégumentaire est l'acide sulfurique concentré. Ce traitement est, pour certaines essences, plus efficace que le traitement à l'eau chaude (Kemp, 1975). Il est applicable sur de nombreuses graines, mais la manipulation de l'acide sulfurique exige les plus grandes précautions, à la fois pour le manipuler et pour la semence. Les graines sont mises en contact avec l'acide pendant 10 minutes à une heure (en fonction de l'espèce et du lot de graines) puis soigneusement lavées à l'eau courante. Le tégument des semences correctement traitées est mat et superficiellement piqueté.

### **1-3-5 Eau oxygénée :**

Certaines graines présentent des téguments très durs engendrant des problèmes d'inhibition à la germination. Certains traitements peuvent être utilisés pour éliminer efficacement l'inhibition tégumentaire. L'eau oxygénée semble être le meilleur traitement pour y arriver ; en effet un prétraitement à l'eau oxygénée permet d'obtenir jusqu'à 97% de graines éclatées (Harfouche et Berka, 2001). Elle ramollit la pellicule qui entoure la graine. Elle élimine aussi les bactéries se trouvant sur cette pellicule qui pourraient infecter la jeune plante. Cela a pour effet d'accélérer la vitesse de germination. Pour cela, faites tremper vos graines dans de l'eau oxygénée concentrée pendant ½ heures. Puis rincez-les plusieurs fois à l'eau et plantez-les comme d'habitude.

### **1.3.6. Traitement à l'eau chaude :**

L'eau chaude a probablement ramolli les enveloppes des graines et a ainsi permis l'entrée d'eau et d'air, induisant la germination (Rasebeka et al., 2014 ; Mojermane et al., 2020). En outre, l'eau chaude a également pu éliminer les inhibiteurs chimiques de la germination (Mwase et Mvula, 2011). Les graines sont mises dans de l'eau très chaude, voire bouillante, et laisser

dans l'eau jusqu'à son retour à température ambiante (Kemp, 1975). Une variante plus rare consiste à faire subir un choc thermique à la graine en la trempant dans l'eau bouillante puis en la jetant dans de l'eau à température ambiante (où elle reste ensuite plusieurs heures). Dans les deux cas, l'eau chaude ramollit ou brise le tégument, les graines s'imbibent et gonflent au fil du refroidissement de l'eau (ou du trempage). Le rapport entre le volume d'eau et le volume de semences varie considérablement et doit être dicté par l'expérience (certains suggèrent qu'il faut mettre 2 à 3 fois plus d'eau que de semences (Goor et Barney, 1976), d'autres 4 à 5 fois (Bonner et *al.*, 1974) Le traitement à l'eau chaude a donné de bons résultats avec un certain nombre de semences de Fabaceae : Acacia, Albizia, etc.

### **1.3.7. Traitement à la chaleur sèche et feu :**

Le rayonnement solaire ne constitue pas à lui seul un traitement susceptible de favoriser la germination, mais c'est un élément important du traitement par humectage et séchage alternés, décrit à la section "Trempage dans l'eau". Dans les régions tropicales caractérisées par une saison sèche et une saison des pluies, le feu est un puissant moyen naturel d'interruption de la dormance tégumentaire. Alors qu'un Le feu violent tue les graines, un feu faible à modéré, tel que ceux qui sont associés aux incendies précoces contrôlés, rétablit la perméabilité du tégument et favorise la germination. Dans un certain nombre de pays, on a recours au feu pour stimuler la germination des semences de *Tectona* (Laurie, 1974).

### **1.3.8. Trempage dans l'eau froide :**

Chez certaines espèces à graines dures, le tégument n'est pas totalement imperméable. Tremper de telles graines dans de l'eau à température ambiante pendant 24 à 48 heures peut être suffisant pour une imbibition totale (et un démarrage de la germination) (Kemp, 1975). Il faut noter que ce traitement par voie humide permet de combiner le ramollissement des téguments durs et le lessivage des éventuels inhibiteurs chimiques (les méthodes par voie sèche, si elles peuvent parfois permettre de lever la dormance physique, n'ont normalement aucun effet sur la dormance chimique).

### **1.3.9. Imbibition :**

C'est une étape rapide et réversible ; caractérisée par une entrée massive et passive d'eau ; elle se déroule même si la graine n'est pas viable (Anzala, 2006). Cette entrée d'eau, servant à hydrater les tissus, est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (Chaussat, 1999). Les structures et les enzymes nécessaires à cette reprise d'activité sont supposées avoir résisté à la déshydratation et être présentes dans les graines sèches (Bewley, 1997).

***Chapitre 3:***  
***Matériel et méthodes***

## Chapitre 3 : Matériel et méthodes

### 1- Présentation de la région d'étude

#### 1-1 Situation géographique

La région d'Aflou est située dans une vallée au cœur du massif du djebel Amour, au nord-ouest culmine Djebel Sidi Okba à 1609 mètres. Bâtie à 1400 m d'altitude, elle fait partie des villes les plus élevées d'Algérie. La ville d'Aflou se trouve à 406 Km d'Alger et à 110 Km à l'ouest de Laghouat. La commune d'Aflou est limitée au Nord par Sidi Bouzid, au sud par Tbouda, à l'est par Oued Morra et Oued M'zi et au Sud-ouest par El Ghicha et Sebtag (C.D.F., 1998) (Fig.10).

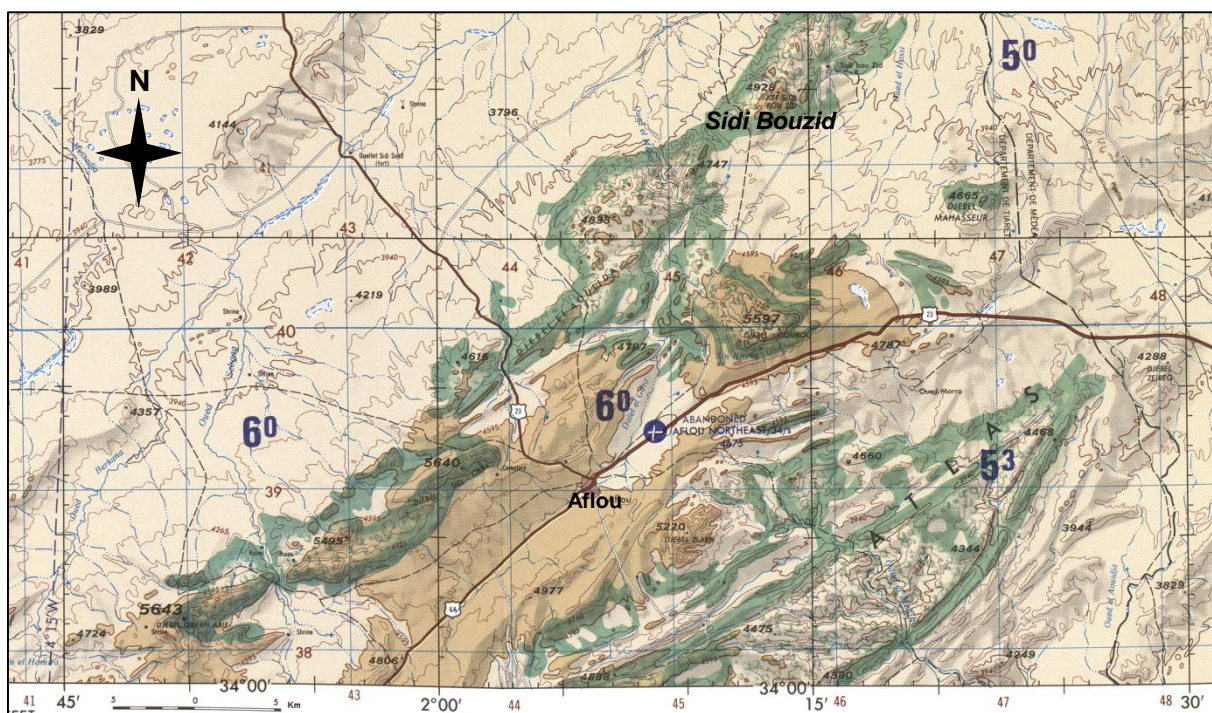


Figure 10: Localisation géographique de la région d'Aflou (Extraire de la carte topo. 1973)

#### 1-2 Nature du sol

Les sols de la région d'Aflou sont un peu humifères : les uns sont riches mais la plupart en sont dépourvus des sols (en équilibre) ou des sols (insaturés) en fait des terres sableuses, légères et pauvres non seulement en calcaires mais aussi en acide phosphorique. Dans le sud de la région, les formations sableuses du tertiaire continental représentent un aquifère intérieur lorsqu'elles atteignent une épaisseur importante (Stamboul, 2006).

### **1-3 Géologie**

La région se caractérise par formation litho-stratigraphiques dont les formations du secondaire sont celles qui affleurent dans cette région : le jurassique et le crétacé (Stamboul, 2004).

### **1-4 Géomorphologie**

Les zones arides manifestent une ressemblance géomorphologique qui peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques c'est le cas des steppes Sud Algéroise qui composent la zone d'étude (Aidoud, 1984). Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes :

#### **a) Reliefs**

C'est l'ensemble des inégalités de la structure terrestre, liées à la tectonique et sculptées par l'action combinée de l'eau, du gel et du vent (Aidoud, 1984). Ces reliefs sont l'endroit le plus colonisé par l'espèce d'étude (Quézel et *al.*, 1962 ; Quézel et Gast, 1998).

#### **b) Surfaces plus ou moins planes**

**Les glacis** : surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-arides au pied des reliefs (Pouget, 1980).

**Les Terraces** : ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas fonds et constituent des terrains agricoles, elles peuvent être aménagées vu la profondeur du sol et les eaux qu'elles reçoivent par ruissellement (Pouget, 1980).

### **1-5 Hydrogéologie**

Au niveau du synclinal d'Aflou, toutes les études réalisées ont confirmé la présence d'un aquifère très important dans les formations gréseuses du Continental Intercalaire (Stamboul, 1983). Cet aquifère multicouche (aptien -albien – barrémien) forme la principale source d'eau potable dans la région d'Aflou (Rahmani, 1999). Cependant la région de Laghouat se caractérise par un faible potentiel en eau ; on distingue trois systèmes aquifères, à savoir : la nappe phréatique du quaternaire, le complexe terminal et le continental intercalaire (Khadraoui, 2004).

## **1-6 Réseau hydrographique**

D'après Dahmani (2017) il y a :

### **a) Oued Sebgag**

À 20 km à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son parcours est de 10 km et son bassin versant couvre une superficie 1265 km<sup>2</sup>.

### **b) Oued Seklafa**

Situé au sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km<sup>2</sup>.c'est un niveau des grès du Barrémien-aptien-albien et des calcaires du jurassique que jaillissent à débit très faible et variable les sources de l'Oued Morra dont la plus importante est l'Ain Arar (environ 4 l/s).

### **c) Oued Sidi Naceur**

L'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El-Bayadh). Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources de Hadj Mecheri et Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud-ouest vers le nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du chott chergui couvre une superficie de 1972 km<sup>2</sup>.

## **1-7 Caractéristiques climatiques et bioclimatiques**

D'après (Djebaili, 1984) le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal.

### **1-7-1 Pluviosité**

Pour le végétal, l'eau utile est celle disponible durant son cycle de développement. Autrement dit, la répartition des pluies est plus importante que la qualité annuelle des précipitations (Djebaili, 1984).

Les mois les plus pluvieux sont : novembre (34,91 mm) et septembre (31,61 mm). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 286,32 mm (Tab. 1)

Selon Quézel et Gast (1998), cette précipitation est favorable pour l'installation de notre espèce dans la région.

**Tableau 1 :** Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'Aflou (2001-2014).

Année 2001-2014													
Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
P(mm)	29,54	28,94	26,25	31,42	24,49	12,05	12,18	8,37	31,61	22,99	34,91	23,59	286,32

(ONM :2015)

### 1-7-2 Température

La température est un facteur limitant d'une grande importance car elle conditionne l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés dans la biosphère (Ramade, 1984).

La température moyenne annuelle est de 14,86 °C avec un maximum en juillet (26,4°C) et un minimum en janvier (5,05°C) pour notre région (Tab. 2).

**Tableau 2 :** Températures moyennes mensuelles de la région d'Aflou (2001-2014).

Mois	Jan	Fév.	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De	Annuel
m °C	<u>0,3</u>	1,3	4,05	5,6	10,7	16,9	18,4	18,5	14	9,9	4,5	1,6	
M°C	9,8	11,8	15,9	17,2	24,3	30,5	<u>34,4</u>	33,2	26,8	21,6	14,5	10,8	
Temp. Moy.	<b>5,05</b>	6,55	9,98	11,4	17,5	23,7	26,4	25,85	20,4	15,75	9,5	6,2	<b>14,86</b>

(ONM , 2015)

### 1-7-3 Neige

La neige joue un rôle important dans la constitution des réserves hydriques souterraines (infiltration lente). Elle est caractéristique des zones nord de la wilaya, en particulier les hauteurs des monts de djebel Amour, le nombre de jours de neige diminue naturellement du Nord vers le sud (Seltzer, 1946).

### 1-7-4 Gelée blanche

En raison de l'altitude élevée qui dépasse les 1400 m, les gelées blanches peuvent apparaître dès le mois d'Octobre disparaître à la mi-avril (Tab. 3).

**Tableau 3 :** Répartition de la gelée en jour/an (2001-2014) pour la région d'Aflou

Mois	Jan	Fév	Mar.	Apr.	Mai.	Jui	Jul	Août.	Se	Oct	Nov	Déc	Total
	.	.				n.	.		p	.	.	.	
Nbr de jours	16, 5	12, 7	9	4,15	0	0	0	0	0	2,2 5	12.5	14.5	69,8

Dans la région, il gèle en moyenne 69,8 j/an. Les mois de décembre et janvier sont les plus agressifs avec une fréquence de 14,5 et 16,5 jours / mois respectivement.

La topographie influe considérablement sur la fréquence et l'intensité des gelées. Elles sont beaucoup plus observées dans les bas-fonds que sur les sommets des versants, en raison de la forte ventilation qui s'y produit et qui permet le renouvellement en permanence de la couche d'air au contact avec le sol.

### **1-7-5 Vent**

Les vents dominants en période hivernale sont de secteur Ouest à Nord-ouest ce qui favorise le déplacement des nuages venant du nord, en période estivale ce sont les vents chauds et desséchants d'Est et Sud-est qui sont dominants. La vitesse des vents est en moyenne annuelle de 4.93/s à Aflou (Seltzer, 1936).

### **1-7-6 Sirocco et vent de sable**

Le Sirocco est un vent chaud et sec, d'origine saharien et se dirige vers le sud-ouest ; il crée une atmosphère lourde et sèche qui peut provoquer de nombreux dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R, 2006), les vents de sable qui impliquent une érosion éolienne, sont fréquents dans la région et soufflent pratiquement tout le long de l'année, ils sont beaucoup plus fréquents au mois de mai et au mois de Septembre. Donc les vents des sables au printemps et le sirocco en été constituent une contrainte et peuvent causer des dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R, 2006). Le vent est l'un des aspects climatiques les plus importants dans l'étude des régions arides par son action d'érosion et de déplacement de sable.

## **1-8 Synthèse climatique**

### **1-8-1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson**

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et précipitation. Ce diagramme permet aussi de visualiser la durée du déficit pluviométrique ou la période sèche.

La période sèche pour la région d'Aflou s'étale sur presque six mois, du début du mois de mai jusqu'au début d'octobre (Fig. 11). Cette période est considérée comme la période difficile pour les végétaux qui entrent en état de stress (Bagnouls et Gausson, 1953).

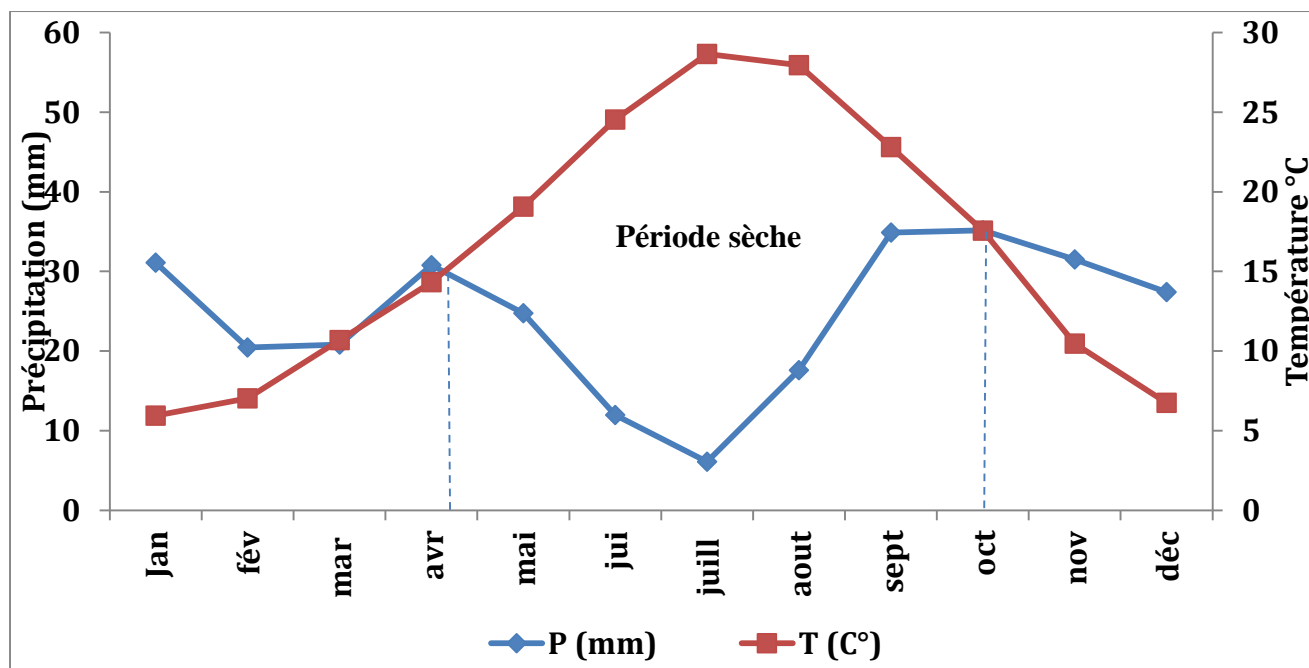


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station d'Aflou (2001-2014)

### 1-8-2 Climagramme d'Emberger :

Selon (Emberger, 1950), l'indice d'Emberger se fonde sur le critère lié à la précipitation annuelle moyenne (P en mm), à la moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l'année (m) et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), selon la formule de (Stewart, 1969) suivante :

$$Q_3 = 3,43 \cdot P/M - m$$

**Q<sub>3</sub>** : quotient pluviométrique.

**P** : précipitation moyennes annuelles (mm). P<sub>mm</sub> = 286,32mm.

**M** : température moyenne maximale du mois le plus chaud (°C). (M = 34,4°C)

**m** : température moyenne minimale du mois le plus froid (°C). (m = 0,3°C)

La valeur quotient pluviométrique d'Emberger de la région d'Aflou Q<sub>3</sub> = 28,80 et une variante thermique (m) de 0,3°C. Donc on peut classer Aflou dans l'étage semi-aride avec un hiver frais (Fig. 12).

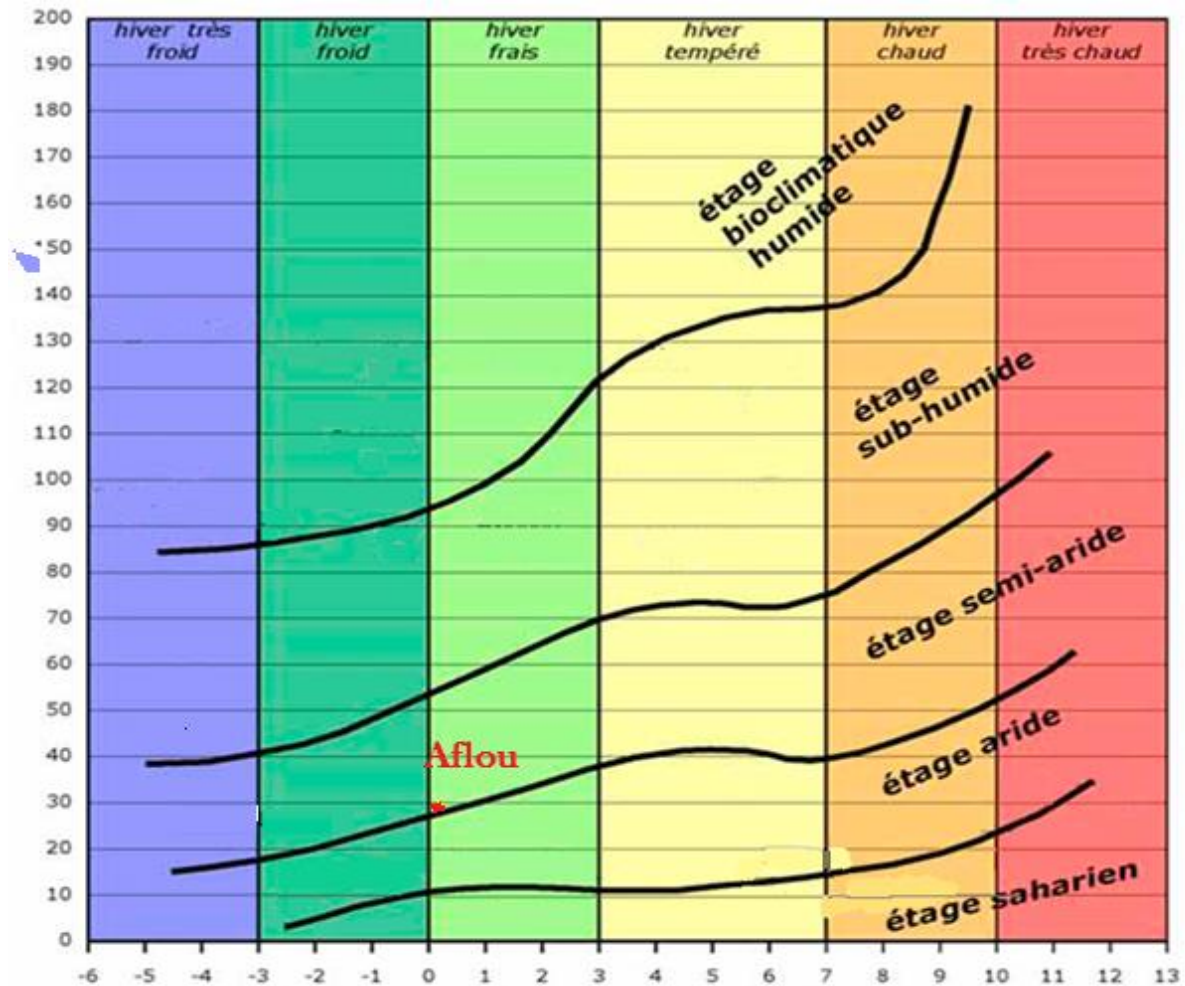


Figure 12 : Climagramme d'Emberger pour la région d'Aflou (2001-2014).

### 1-8-3 Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice prend en considération les précipitations et les températures annuelles. L'indice d'aridité annuel de De Martonne s'exprime par la formule :  $I_d = P / (T + 10)$  dans laquelle P est la hauteur annuelle des précipitations (en mm) et T, la température moyenne annuelle (en °C) (Prévoist, 1999).

Le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne ( $I_d = 11,51$ ) a permis de classer la région d'étude sous un climat Semi-aride (Tab. 3).

**Tableau 3 :** Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants

Valeur de l'indice	Type de bioclimat
$0 < I < 5$	Hyperaride (HA)
$5 < I < 10$	Arde (A)
$10 < I < 20$	Semi-aride (SA)
$20 < I < 30$	Subhumide (SH)
$30 < I < 55$	Humide (H)
$I > 55$	Perhumide (PH)

## 2. Méthodologie

Afin de réaliser les essais de germination du pistachier de l'Atlas, nous avons utilisé des semences de provenance de la région de Tbouada (Sebgag, sud d'Aflou) récoltées durant l'automne 2022. Un nombre de 900 graines a été utilisé.

### 2-1 Etude morphométrique des graines

Les graines ont été soumises à une étude morphométrique par mesure de leur hauteur entre le pédoncule et la base et de leur largeur à l'aide d'un pied à coulisse électronique de précision (0,01mm), ainsi de leur poids à l'aide d'une balance de précision (0,001g) (Fig. 13).



**Figure 13 :** Mesures biométriques sur la graine du Pistachier de l'atlas

## **2-2 Tests de la germination**

Les graines traitées sont mises à germer dans des boîtes de Pétri en plastique avec un papier absorbant imbibé par de l'eau distillée, à raison de 900 graines réparties en 36 boîtes de Pétri (100 graines pour chaque traitement soit 25 graines par boîte de Pétri).

L'aération des boîtes est manuelle et quotidienne, les graines germées sont dénombrées quotidiennement, l'émergence des radicules étant l'indicateur de la germination (Aoudjit, 2006).

Le suivi de la germination a duré 40 jours.

### **2-2-1. Test de viabilité**

Test de flottaison : c'est un test simple à effectuer pour une estimation préliminaire de la viabilité des graines. Après un séjour de 24h dans l'eau, puis sont placées dans de l'eau pendant 12h, les graines flottantes sont écartées car elles sont vides (Downie et Bergsten, 1991; Audinet, 1993).Après séchage à l'air libre, les graines sont utilisées pour les essais de germination

### **2-2-2. Témoin**

Les graines ne subissent aucun prétraitement jouant la fonction de témoin (Zine El Abidine et *al.*, 2003). En plus du témoin (graines non traitées), huit traitements ont été testés à savoir :

### **2-2-3. Traitement mécanique**

La scarification légère au papier Paint afin d'assurer leur téguments (Mandin, 2020)

### **2-2-4. Traitement chimique**

#### **a. Acide sulfurique**

L'acide sulfurique concentré (96%) est le produit chimique le plus fréquemment employé pour lever la dormance tégumentaire. Ce test est pour certaine essence, plus efficace que le traitement à l'eau chaude (Kemp, 1975). Les graines ont été trempées dans l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) durant 15 min puis, elles sont rincées par l'eau distillé, trois fois pendant 5 min.

#### **b. Eau oxygénée**

Mettre les graines dans un petit bécher contenant l'eau oxygénée à 30 volumes pendant 5 min (Mandin,2020).

### **c. Imbibition**

Tremper les graines dans l'eau. Ce traitement par voie humide permet de combiner les effets du ramollissement des téguments durs et du lessivage des inhibiteurs chimiques (Boualam, 2014).

-Deux temps d'imbibition ont été réalisés:

1. Imbibés dans l'eau de robinet pendant 2 jours.
2. Imbibés dans l'eau de robinet pendant 4 jours.

#### **2-2-5. Stratification**

La stratification au froid diminue la sensibilité des graines dormantes et non dormantes à l'égard des conditions optimales d'éclairement et de température, ce qui a pour effet d'augmenter et d'uniformiser la germination pour un grand nombre de conditions et de lever la dormance physiologique (Bouallem, 2014).

Les graines ont été mises à une température de 4°C dans un réfrigérateur pendant 45 jours (6 semaines).

#### **2-2-6. Test d'ébullition**

Traitements thermiques à l'eau bouillante, immersion des graines dans l'eau bouillante pendant 5 min (Kemp, 1975).

#### **2-2-7. Rôle des gibbérellines**

Les hormones jouent un rôle important dans la germination des graines (Davies, 1990). Les acides gibbérellines (GA) sont les hormones de croissance généralement utilisées pour lever la dormance dans beaucoup de graines (Ma, 2003). Il existe un nombre phénoménal de GA. Elles sont désignées par les abréviations GA1... GA125. Les GA sont définis bien plus par leur structure que par leurs activités biologiques. Ce sont toutes des diterpènes cycliques. Celles qui présentent une activité biologique sont assez peu nombreuses. Il s'agirait principalement de GA1, GA3, GA4, GA7, ainsi que de quelques autres (Srivastava, 2002).

#### **2-2-8. Taux de germination**

C'est le pourcentage de germination maximale ou le taux maximal obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur. Il correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines (Mazliak, 1982).

$$\text{TG} = (\text{Nbre de graines germées} * 100) / (\text{Nbre total de graines}).$$

### **2-2-9. Temps de germination**

Le temps moyen de germination (TMG): c'est le temps au bout duquel on atteint 50% des graines germées (Come, 1970).

$$\text{TMG} = (\text{N1T1} + \text{N2T2} + \text{N3T3} \dots + \text{NnTn}) / (\text{N1} + \text{N2} + \text{N3} \dots + \text{Nn}) \text{ Avec :}$$

**Nn** : nombre de semences germées entre le temps Tn-1 et le temps Tn

**Tn** : le nombre de jours après l'ensemencement.

### **3-Analyse statistique**

L'analyse statistique descriptive a concerné l'ensemble des paramètres mesurés, les moyennes, l'écart type et les extrêmes ont été signalés (moyenne ± Ecart type (min –max)). Une ANOVA a été réalisée pour voir les différences entre les classes de graines. Ces statistiques sont obtenues par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows et aussi par l'Excel 2007.

**Partie II : Analyse des données**  
**Chapitre 4 : Résultats et discussion**

**Partie II : Analyse des données**

**Chapitre 4: Résultats et discussion**

**1-Caractéristiques morphométriques des graines du Pistachier**

**1-1 Longueur des graines**

La longueur moyenne des graines de Pistachier de l’atlas est de  $8,28 \pm 0,65$  mm (6,99-9,25). Le CV% est de 7,87% témoignant une homogénéité de cet échantillon (Tab. 4).

**1-2 Largeur des graines**

La largeur moyenne des graines de pistachier de l’atlas est de  $6,39 \pm 0,53$ mm (Tab. 4) et elle oscille (5,99-7,53). Le CV% présente une valeur faible avec 8,31% qui témoigne de l'homogénéité de l’échantillon.

**1-3 Poids moyen de 100 graines**

La moyenne du poids de 100 graines de Pistachier de l’atlas est de  $10,6 \text{ g} \pm 0,38$ g (Tab. 4), elle varie entre 10g et 11g. Le CV% présente une valeur très faible de 3,60%

**Tableau 4:** Moyenne des mesures biométriques des graines de Pistachier de l’atlas(N=900)

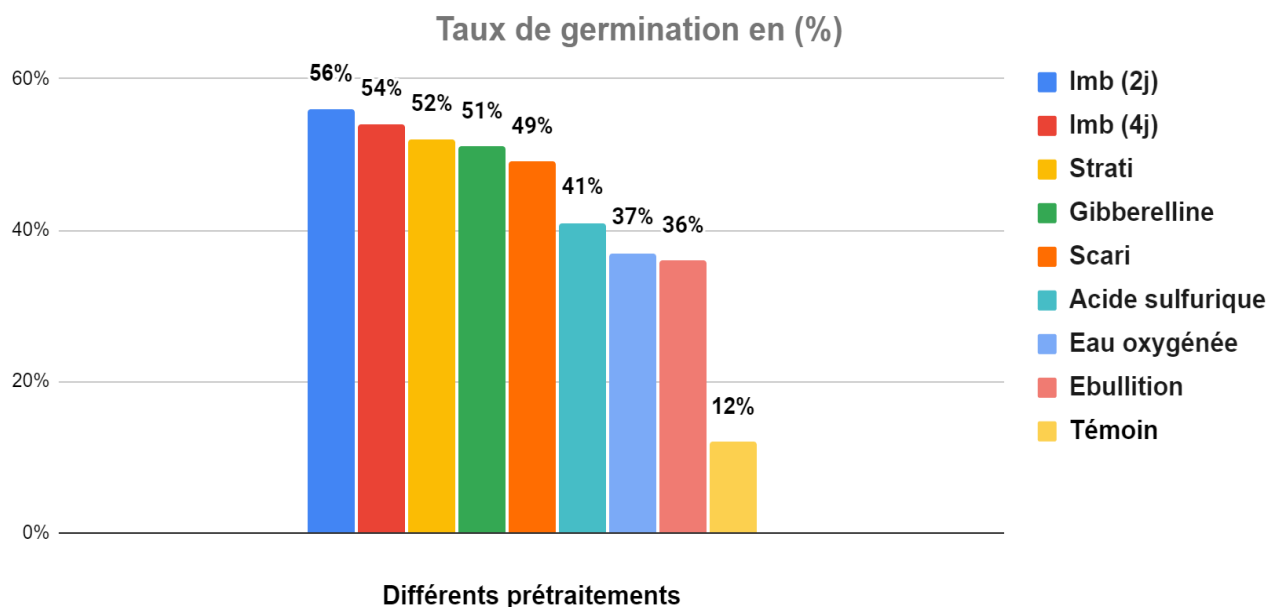
Paramètres	Moyenne	Ecart type	Min -Max	CV%
Longueur (mm)	8,28	0,65	6,99-9,25	7,87%
Largeur (mm)	6,39	0,53	5,99-7,53	8,31%
Poids de 100 graines (g)	10,60	0,38	10-11	3,60%

**1-4 Test de viabilité**

Le taux de viabilité des graines de pistachier de l’atlas est de 89% (11% ont flotté).

**1-5 Taux de germination des graines traitées (TG %)**

L’examen de la figure (14) illustre que le taux de germination des graines du Pistachier de l’atlas est variable selon les différents prétraitements.



**Figure 14** : Taux de germination des graines du Pistachier de l’atlas pour les différents tests.

Le taux de germination le plus élevé a été enregistré dans le lot des graines du pistachier de l’atlas traitées sous le test d’imbibition 2j, il a atteint 56% et le plus bas a été observé au niveau des graines qui n’ont vécu aucun traitement (Témoin) de 12%. Concernant les autres tests, le test d’imbibition 2j a classé le deuxième avec un taux de germination de 54%, ensuite les graines stratifiées ont atteint 52%, puis les graines traitées à l’acide gibbéréllique avec un taux de 51%. Les autres tests en ordre décroissant selon leur Taux de Germination ; la scarification (49%), Acide sulfurique (41%), eau oxygénée (37%) et test d’ébullition (36%).

### 1-6 Témoin

Le suivi des témoins pour les quatre groupes de graines du pistachier de l’atlas (Fig.15) a montré une germination de 4 graines dans les deux groupes G1 et G2 après un mois de suivi et s’y arrêté, et de trois graines du G4 durant le vingtième jour de suivi, le G3 n’a donné aucun résultat durant les jours de suivi. Le taux de germination des témoins est de 12%, Djenidi (2012) a mentionné un taux de 71% dans le Sud-Est algérien (wilaya de Biskra), probablement dû au caractère génétique différent du notre et aux paramètres climatiques de cette région.

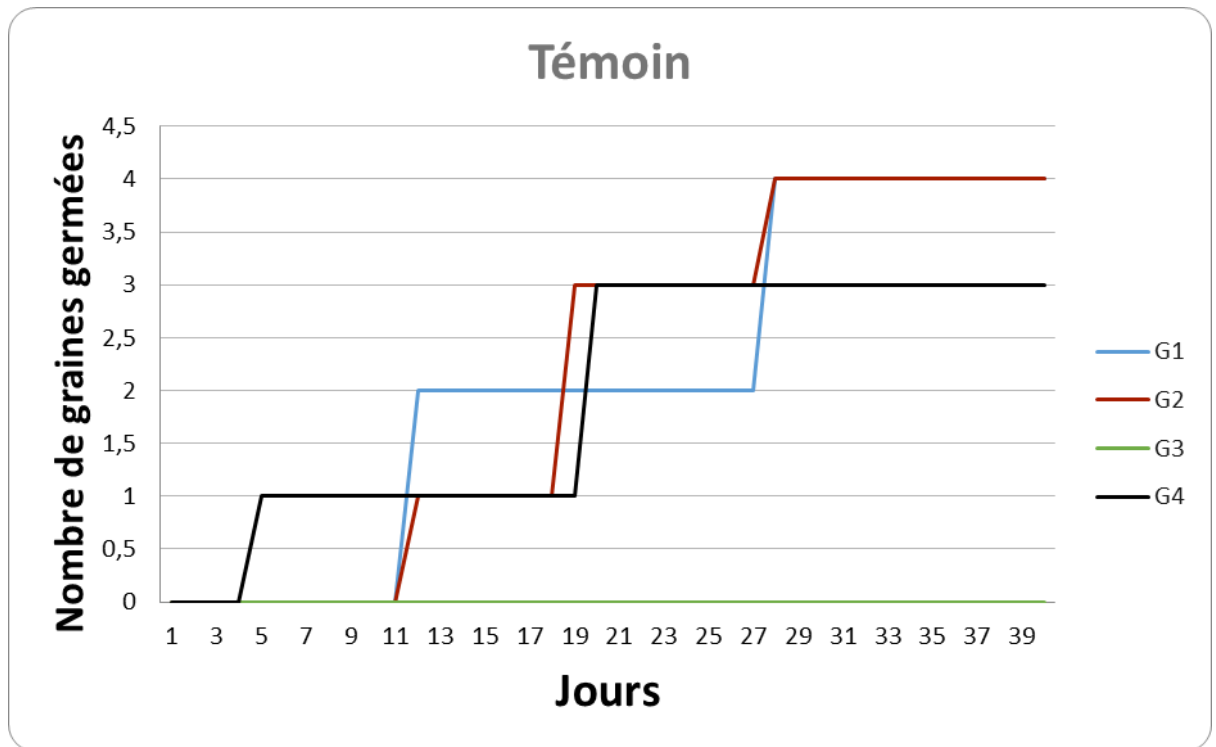


Figure 15 : Cinétique de germination des graines "Témoin".

### 1-7 Test à froid :

L'application du test de froid de 4°C pendant 45 jours sur les graines des quatre groupes a montré que toutes les graines ont commencé à germer à partir de la première semaine (jour 3 et jour 4). Les graines des G1, G2, G3 et G4 ont arrêté la germination après un mois et quelques jours de suivi (jour 34) avec simultanément 9, 14, 14 et 15 graines germées (Fig. 16). Le taux de germination a atteint 54%, ce qui est inférieur à ce qui a été mentionné par Aoudjit (2007) a avec 81% dans les dayas de Messaad, sud de Djelfa.

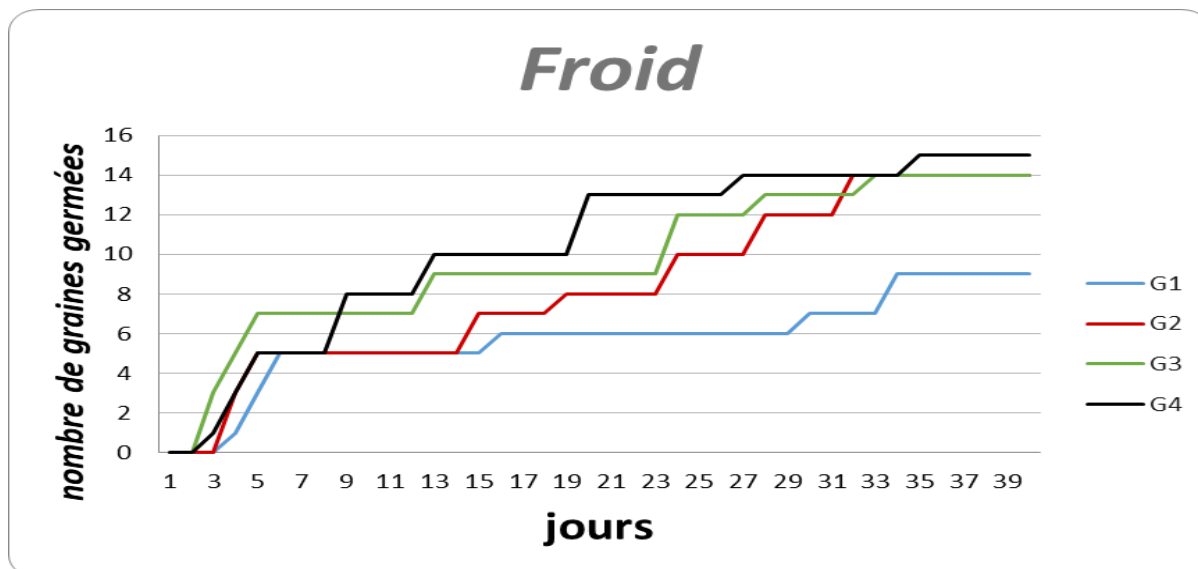


Figure 16: Cinétique de germination des graines sous le test à froid

### 1-8 Scarification mécanique

La scarification mécanique a permis la germination des quatre groupes à partir des premiers dix jours ; le G1, G2 et G3 ont commencé la germination par trois graines et le G4 par quatre graines (Fig.17). Les graines du G1, G2 et G3 ont arrêté la germination après un mois de suivi (jour 31) simultanément avec 12-14 et 6 graines germées alors que le G4 a arrêté la germination avant au 27<sup>ème</sup> jour avec 17 graines germées (Fig. 17). Le taux de germination global est de 49%, qui est plus important que celui signalé par Addou (2020) à Tlemcen par 33%.

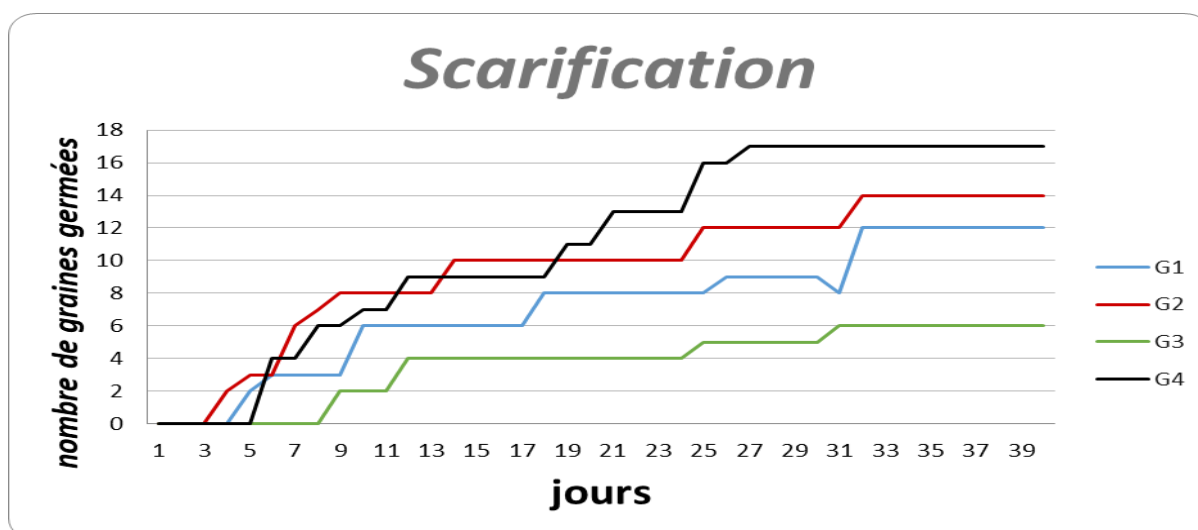


Figure 17 : Cinétique de germination des graines sous le test de scarification.

### 1-9 Imbibition (2 jours)

Le trempage des graines des quatre groupes dans l'eau pendant 48h a montré une germination dès la première semaine pour tous les groupes et s'y terminé après un mois et quelques jours de suivi (jour 32) avec 12-14 et 16 graines germées (Fig. 18). C'est le taux le plus élevé des test avec 56%.

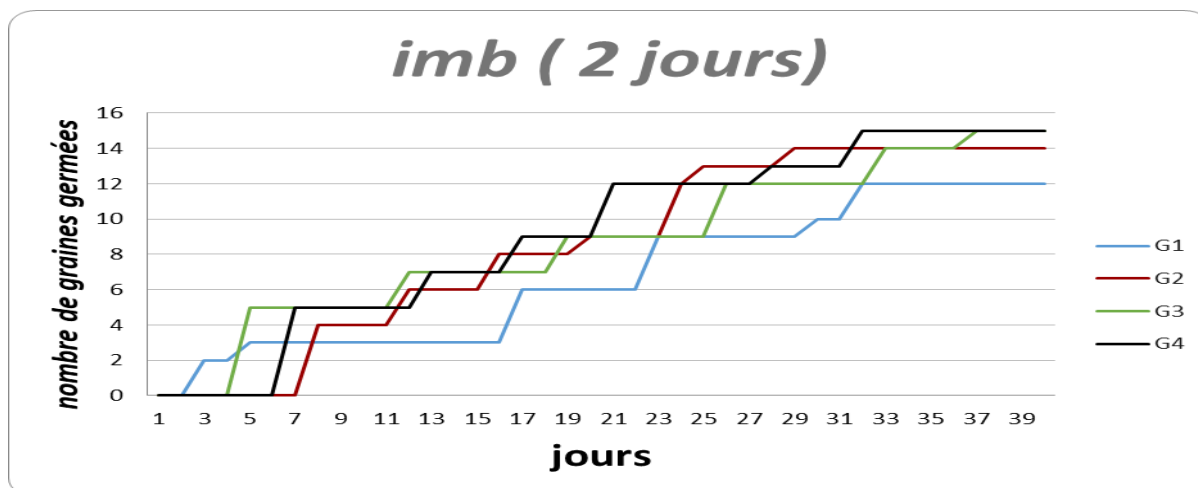


Figure 18 : Cinétique de germination des graines sous le test d'imbibition pendant 48h

### 1-10 Imbibition (4 jours)

Le trempage des graines dans de l'eau pendant 96h a montré une germination dans la première semaine de suivi pour tous les groupes et s'y terminé dans la troisième semaine de suivi (jour 22) avec 13-16-8 et 17 graines germées simultanément pour G1, G2, G3 et G4 (Fig. 19). Le taux est de 54%. Aoudjit (2007) a mentionné un taux de 39% dans la région de Messaad wilaya de Djelfa pour les populations des dayas.

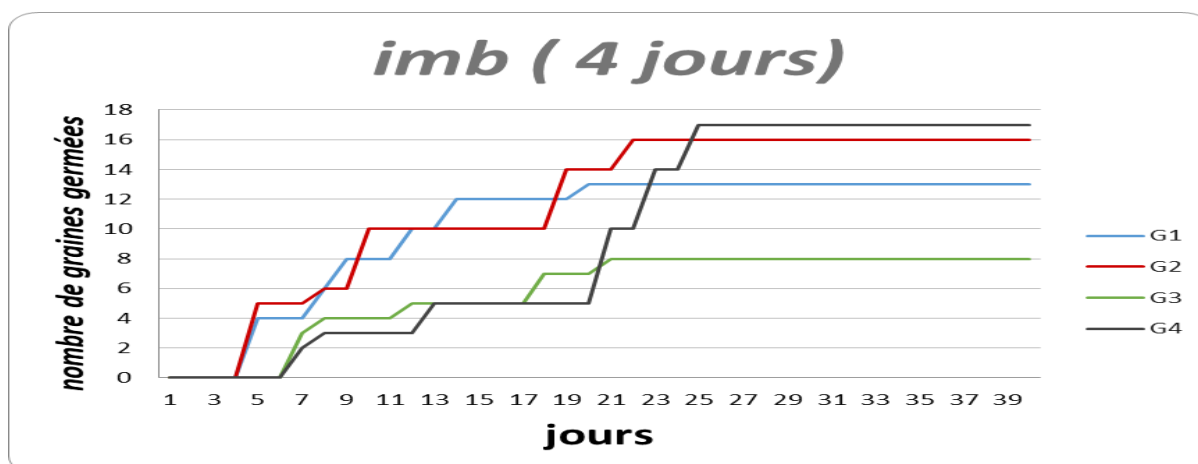


Figure 19 : Cinétique de germination des graines sous le test d'imbibition pendant 96h

### 1-11 Ébullition

Le test à chaud pendant 15 min a montré une germination dès la première semaine pour le G1 et G2 et s’y terminé après un mois de suivi avec simultanément 9 et 10 graines germées (Fig. 20). En revanche, le G3 et G4 ont commencé leur germination dès la deuxième semaine et s’y terminée après 30 jours avec 8 et 9 graines germées (Fig. 20). Le taux global de germination est de 36%.

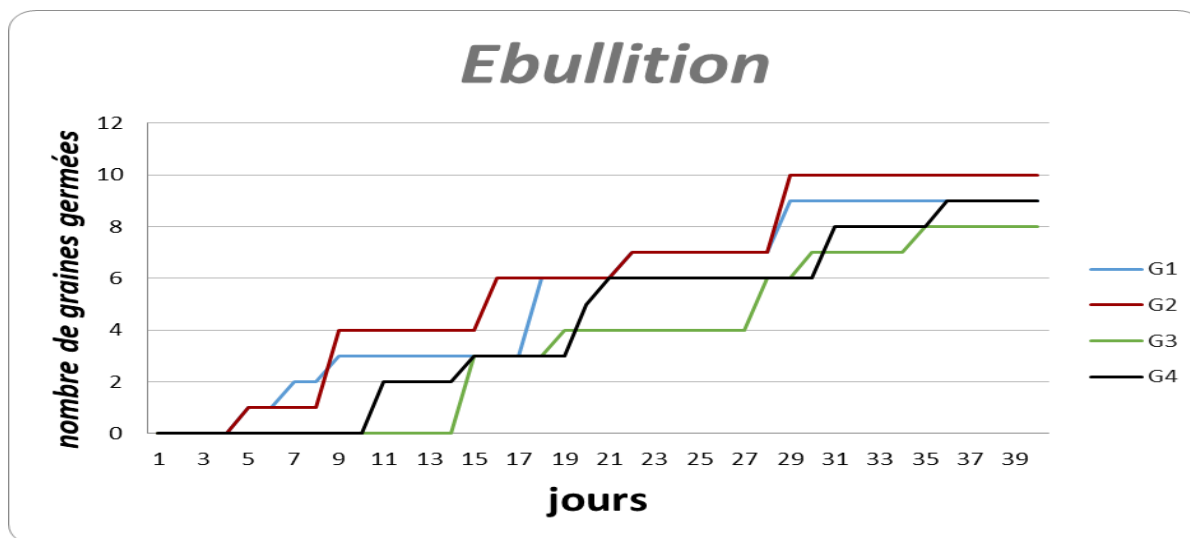


Figure 20 : Cinétique de germination des graines sous le test d'ébullition.

### 1-12 Test chimique "acide sulfurique"

Les graines traitées par de l'acide sulfurique ont commencé la germination par une seule graine pour les G1, G4 et deux graines pour les G2 et G3 durant la première semaine de suivi (Fig. 21). La germination pour les quatre groupes a évolué jusqu'à la cinquième semaine (jour 31) et s'y arrêté par 9-16-6 et 10 graines germées pour G1, G2, G3 et G4. Le taux global (41%) est réduit à celui signalé par Benyahia (2017) par 69,33% dans la wilaya de Djelfa.

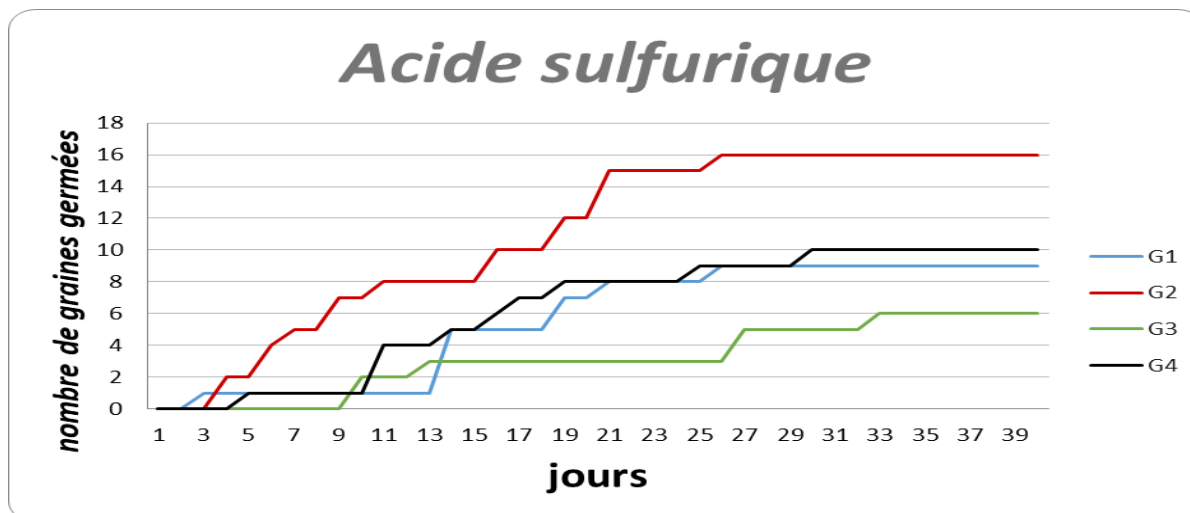


Figure 21 : Cinétique de germination des graines sous l'acide sulfurique

### 1-13 Gibbérelline AG

Le trempage des graines dans l'AG pendant 24 heures a montré une germination dès la première semaine pour les quatre groupes, elle a évalué jusqu'à un mois et s'y arrêté pour G1, G2, G3 et G4 avec simultanément 10, 18, 7 et 16 graines germées (Fig. 22). Le taux enregistré est de 51% est largement inférieur au taux signalé par Yaaqobi et Benyounes (2009) par 90% dans la région orientale du Maroc.

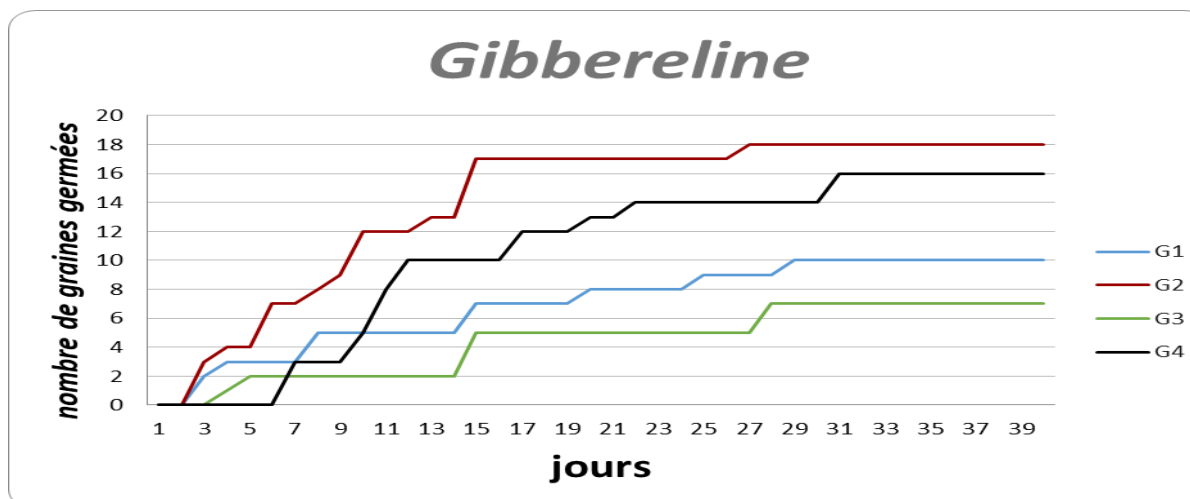


Figure 22 : Cinétique de germination des graines sous le test d'acide gibbérellique

### 1-14 Eau oxygénée

Le trempage des graines des quatre groupes dans l'eau oxygénée pendant 30 min a montré une germination durant la première et la deuxième semaine de suivi. La germination des G1, G2, G3 ont arrêté de germer après un mois de suivi avec 9-14 et 7 graines germées (Fig. 23). Par contre, le G4 a arrêté sa germination tôt durant la troisième semaine (jour 16) avec 7 graines germées (Fig. 23). Le taux global de germination est de 37%.

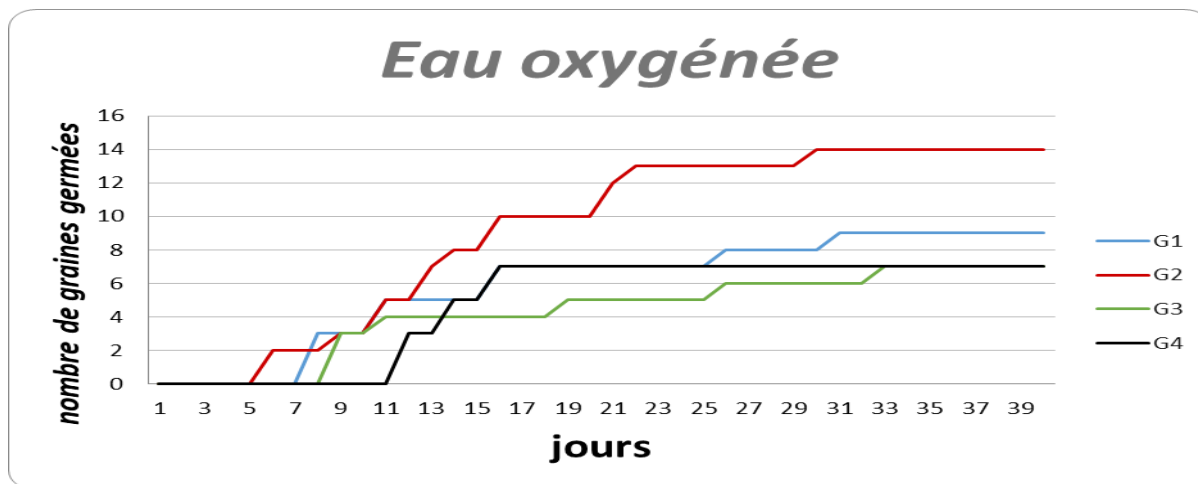


Figure 23: Cinétique de germination des grains sous le test eau oxygénée.

### 1-15 Temps moyen de germination des graines traitées (TMG )

La figure (24) illustre le temps moyen de la germination des graines du pistachier de l’atlas en fonction des différents traitements

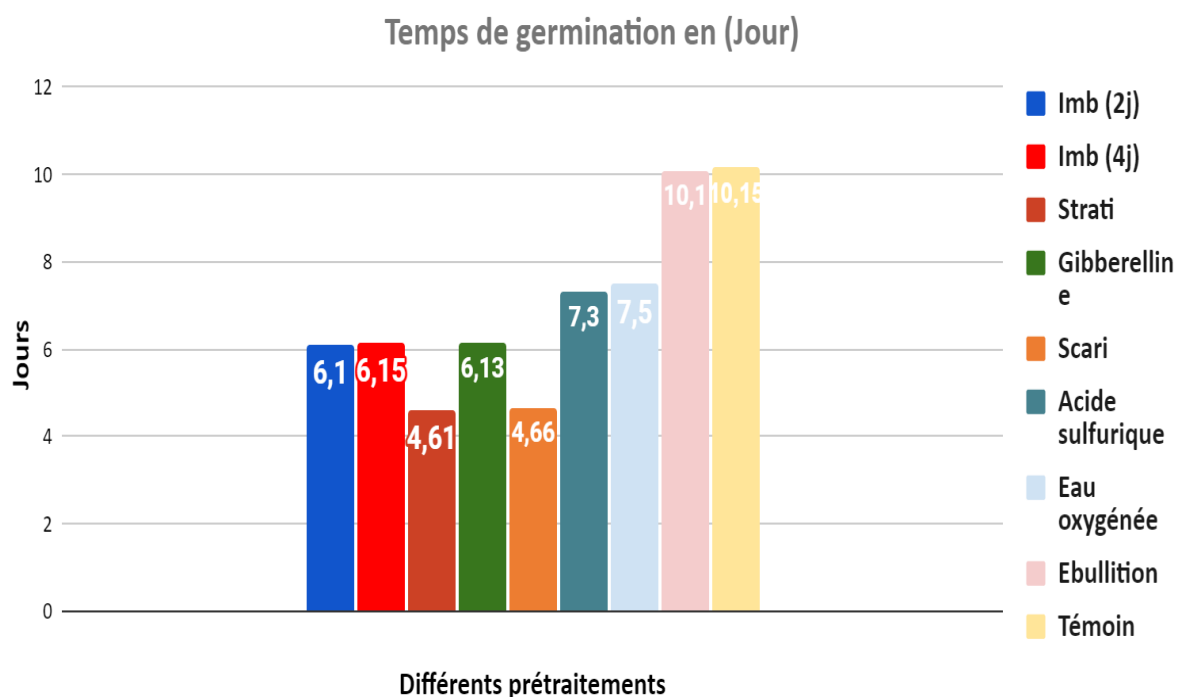


Figure 24 : Temp de germination des graines du Pistachier de l’atlas pour les différents prétraitements

La durée moyenne de germination des graines en fonction des prétraitements réalisés varie de 6,15 à 10,6 graines germées/jour. Les graines non traitées (Témoin) ont le nombre des graines germées par jour le plus élevé soit 10,6 graines germées/jour, suivi de celle d'ébullition avec 10,1 graines germées /jour, puis le test eau oxygénée avec 7,5 graines germées/jour, suivi des autres tests selon leur TMG : acide sulfurique (7,3); scarification (4,66) ; Gibbéréline (6,13) ; test à froid (4,61); imbibition 4j (6,15) et l'imbibition 2j par 6,1 graines germées/jour.

## **Discussion**

Les résultats des tests de germination effectués sur les graines du pistachier de l'atlas de la région de Tbouada ont abouti à une germination positive pour tous les tests appliqués, contrairement à ce qui a été signalé par plusieurs études (Bendouma, 2019 ; Hechachna, 2020 ; Rabhi, 2021) sur la population de la même population. Cette nuance serait le résultat des saisons d'utilisation des graines stockées dans les tests de germination. Pour notre étude, nous avons testé les graines de la nouvelle saison. La vigueur de graine diminue pendant le stockage (Lovato et Balboni, 2002 ; Benyahia, 2017). La meilleure durée de stockage ne doit pas dépasser une année pour assurer la réussite de la germination (Break Ford, 1995 ; Benyahia, 2017).

Il faut noter aussi que la vigueur des graines qui est primordiale à la germination est elle-même influencée par une gamme de facteurs environnementaux tels que l'humidité, la température, la lumière, les échanges gazeux et la disponibilité des nutriments et ainsi que l'âge et la taille des graines (Break Ford, 1995; Benyahia, 2017).

La taille des graines est importante pour la germination, la croissance et le rendement de plantes (Break Ford 1995). D'après Moles (2006), les graines de grande taille donnent la meilleure capacité et vitesse de germination. Les espèces qui ont des petites graines germent généralement dans une gamme étroite de température (Bell, 1995), c'est-à-dire les graines de petite taille induisent une perte importante de pouvoir germinatif chez le pistachier de l'Atlas (Benyahia, 2017).

Nous avons remarqué que pour la population de la même région (Tbouada), les dimensions moyennes des graines ont changé positivement par rapport à ce qui a été mentionné par Bendouma (2019) et Rabhi (2021), ce qui a probablement influencé le taux de germination.

L'analyse de la période de déclenchement de la germination et des taux de germination, nous ont permis de tirer plusieurs remarques pour l'espèce du pistachier de l'atlas :

Les graines qui ont été traitées par le test d'imbibition pendant différentes période 2j et 4j, sont caractérisées par le taux de germination le plus élevé 56% et 54% avec une différence de 2% de ce dernier, mais dans un temps moyen plus long pour les deux tests (sixième jour) par rapport à la stratification et à la scarification qui ont réussi d'augmenter le taux de la germination dans un temps relativement moindre (quatrième jour),

Nos résultats sur les deux tests scarification est imbibition pendant 48h, sont supérieurs aux résultats signalés par Addou (2020) avec 33,34% et 21,28% et inférieur aux résultats de Benyahia (2017) qui est de 56,67% dans la région de Djelfa. Ces différences seraient dus aux différences génétiques des populations de pistachiers de chaque région.

Nos résultats sur la stratification sont inférieurs aux résultats obtenus par Djenidi (2012) qui est de 74,66% dans la région de Biskra.

La stratification pendant 1 à 2 mois lève totalement la dormance des semences (Come, 1970; Audinet, 1993). Elle est très utilisée pour la levée de la dormance surtout si la durée de traitement est plus longue (Aoudjit, 2012).

Les résultats obtenus par Bendouma (2019) et Hachachena (2020) de la même provenance (Tbouda) sont inférieurs à nos résultats sur les différents tests ; scarification 3% ; Stratification 1%. Cette constatation serait due comme déjà signalé à la durée de stockage des graines.

D'après certains auteurs (Monjauze, 1968; Brousse, 1974; Kellal, 1979 ; Chraa, 1988 ; (Abdelkrim., 1992 ; Morsli, 1992 ; Chaib Draa, 1994; Ait radi, 1997 in Benyahia, 2017), les causes des différences des taux de germination sont attribuées aux contraintes anthropiques des régions semi arides, les conditions extrêmes actuelles des sites à Pistachier. La désynchronisation phénologique entre les individus mâles et femelles, la provenance ainsi que l'épuisement des réserves des semences, la présence des huiles et de l'endocarpe ligneux contribuent à limiter la régénération naturelle et au laboratoire du pistachier de l'Atlas.

# **Conclusion**

### Conclusion

La présente étude a pour objectifs, la caractérisation d'une population de Pistachier de l'atlas de la région de Djebel Amour (Tbouada) et le test de son pouvoir de régénération à travers plusieurs prétraitements dans le laboratoire. L'utilisation des caractères morphométriques (phénotype) des graines de cette espèce semble une solution temporaire vu l'absence d'une étude génétique proprement dite.

Les mensurations effectuées sur plus de 900 graines de notre espèce ont révélé l'existence d'une certaine variabilité interannuelle qui sera le résultat probable des conditions de milieu, des périodes de récolte et même de la durée et la technique de stockage des graines traitées.

Dans ce contexte, les graines de grandes tailles ont donné un taux de germination plus élevé par rapport aux graines de petites tailles.

L'analyse du pouvoir germinatif des graines a révélé une présence positive de la germination dans tous les tests adoptés dans cette étude.

Les essais de germination des graines qui ont été réalisés en appliquant les traitements suivants : stratification à froid à 4 C°, scarification mécanique et chimique par l'acide sulfurique et eau oxygénée, test d'imbibition 48h et 96h, acide gibbérellique et test à chaud.

Les résultats des tests de germination nous ont permis de constater que certains d'entre eux sont meilleurs du point de vue taux de germination dont le cas du test de l'imbibition. En revanche, certains d'autres, présentent un taux relativement moindre mais un temps de germination plus rapide comme en est le cas du test de stratification et scarification.

Cette étude est une contribution dans le cadre de la conservation de cette espèce menacée. Une série de travaux sera nécessaire pour compléter les connaissances sur l'espèce elle-même, de ses caractéristiques, des menaces qui s'accroissent d'un jour à l'autre et pour tracer une stratégie de conservation qui pourrait améliorer le statut de cette espèce.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

**Adkins S.W., Bellairs S.M. and Loch D.S.,** (2002). Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*, 126: 13-20.

**Aoudjit H. et Mouissa H.,** (1997). Contribution à l'étude de la propagation végétative du pistachier de l'Atlas. PFE. INA. El Harrach Alger.61p.

**Al-Saghir M.G., Porter D.M. et Nilsen E.T.** (2006). Leaf anatomy of *Pistacia* species (Anacardiaceae). *Journal of Biological Sciences* 6:242-244.

**Aiche À.,** (2018). Caractérisation morphologique du pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) dans la région de Gaaloul (Wilaya de Naâma). Mém. mas.for. Université Abou Baker Belkaid-Tlemcen ,54p

**Baba Aissa, F.,** Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb”, Ed. EDAS, (2000), 217p.

**Baskin C.C.,** (2003). Breaking physical dormancy in seeds- focussing on the lens. *New Phytologist*, 158: 227-238.

**Baskin C.C. and Baskin J.M.,** (1998). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego. 666 p.

**Baskin J.M. and Baskin C.C.,** (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14: 1-16.

**Belhadj, S.,** (2001). “Les pistachiers algériennes : État actuel et dégradation”, Cahier Option Méditerranéenne, 56 :107-109

**Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C. et Gauquelin T.,** (2008). Analyse de la variabilité  
**BOUDY P.,** 1950: Economie forestière nord-africaine: monographies et traitements des essences forestières. Ed. Larose. Paris- 27. pp 417-419.

**Côme D.**1970-Les obstacles à la germination .Ed.Masson et Cie ,Paris VI.162p.

**Monjauze A.,** (1980). Connaissance du Betoum (*Pistacia atlantica* Desf.). Revue forestière Française. Biologie et forêt. N 4.p 357-363

**Monjauze A.,** (1982). Le pays des dayas de *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara, Algérie. Rev. For. Fra. Pp 350-380

**Negre R.,** (1962). Petite flore des régions arides du Maroc occidental. C.N.R.S. Paris, vol 2, 566p.

**Ozenda, P.,** (1977). “Flore du Sahara”, Ed. CNRS, Paris, 622 p.

**O.N.M.,** (2015). Données météorologiques de la wilaya de Laghouat 12p

- Pinfield N.J. and Gwarazimba V.E.E.,** (1992). Seed dormancy in *Acer* : The role of abscisic acid in the regulation of seed development in *Acer Platanoides L.* plant growth regulation ,11:293-299.
- Pons T.L.,** (2000). Seed responses to light In: The ecology of regeneration in plant communities, M. Fenner, 2 nd ed. CABI publishing ,Wallingford, Oxon, UK, pp 273-260.
- Prasad V.N., Gupta V.N.P and Bajracharya D.,** (1983). Alleviation of gibberellic acid and Kinetin of the inhibition of seed germination in maize (*Zea mays L.*) under submerged conditions. *Annals of Botany* ,52;649-652
- Quézel P. and Santa S.,** (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Centre national de la recherche scientifique, Paris, France.
- Quézel P. and Médail F.,** (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Collection Environnement. Elsevier, Paris, France.
- Schmidt L.,** (2000). Dormancy and pretreatment. In: Guide to handling of tropical and subtropical forest seed'. Danida Forest Seed Centre.
- Schatral A.,** (1996). Dormancy in seeds of *Hibbertia hypericoides* (Dilleniaceae). *Australian Journal of Botany*, 44: 213-222.
- Turnbull J. and Doran J.,** (1987). Seed development and germination in the Myrtaceae. In: Germination of Australian native plant seed. LangKamp P., 1987. Inkata Press, Melbourne ,PP:46-57.
- Veselova T.V., Veselovskii V.A. Usmanov P.D., Usmanova O.V and Kozar V.L.,** (2003). Hypoxia and imbibition injuries to aging seeds. *Russian journal of Plant Physiology* ,50:835-842.
- Whitehouse, W.E.,** (1957). "The pistachio nut, a new crop for the Western United States", *Econ. Bot.* , 281-321.
- Yoshioka T., Ota H. Segawa K., Takeda Y. and Esashi Y.,** (1995). Contrasted effects of CO<sub>2</sub> on the regulation of dormancy and germination in *Xanthium pennsylvanicum* and *Setaria faberi* seeds .*Annals of Botany* ,76:625-630.
- Yaaqobi A., El Hafid L. & Haloui B.,** (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf de la région orientale du Maroc. *Biomatec Echo*,3:39-49.
- Zeng X.Y., Chen R.Z., Fu J.R. and Zhang X.W.,** (1998). The effects of water content during storage on physiological activity of cucumber seeds. *Seed Science Research*,8:1-7.
- Zohary M.,** (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal Bot. J. Série* 5. pp 187-228.
- Zohary M.,** (1996). The genus *Pistacia L.* Taxonomy, distribution, conservation and uses of *Pistacia*. *Genetic Resources*. IPGRI, Rome, Italie. Pp 1–11.

