



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 : RABHI Amina

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**Essai de germination des graines du pistachier de l'Atlas
de la région de Djebel Amour.**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. Saridi A.	Maitre assistant A	Président
Mme Marfoua M.	Maitre de conférences B	Examineur
Mr. Kouidri M.	Professeur	Rapporteur
Mme Amrani O.	Maitre de conférences B	Co-rapporteur

Promotion : Septembre 2021

عنوان المذكرة: إختبار إنبات بذور البطم الأطلسي من منطقة جبل عمور .

المؤطر: قويدري محمد

الإسم: أمينة

اللقب: رابحي

مساعد مؤطر : عمراني وردة

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة نوع مهدد بالانقراض ؛ شجرة البطم الأطلسي (*Pistacia atlantica* Desf) من منطقة جبل عمور (أفلو) عن طريق إجراء اختبارات إنبات البذور. أجريت دراستنا في أبريل 2021 على بذور البطم من أصلين مختلفين ، سيدي بوزيد وتبودة. أجريت اختبارات إنبات البذور عن طريق تطبيق معالجات مختلفة ، الخدش الميكانيكي ، الخدش بحمض الكبريتيك ، التنضيد عند 4 درجات مئوية ، والنقع في الماء ، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من اختبارات الإنبات أن المعالجات المطبقة لم تؤد إلى إنبات. يرجع هذا الإنعدام في الإنبات في الاختبارات المختلفة بشكل رئيسي إما إلى تثبيط الإنبات الناجم عن القشرة الخارجية الصلبة للبذور ، أو إلى عدم التكيف مع عوامل مثل الرطوبة ودرجة الحرارة وكذلك عمر البذور المستعملة.

الكلمات المفتاحية: البطم الأطلسي ، اختبار الإنبات ، تبودة ، سيدي بوزيد، الخدش الميكانيكي

Memory title: Germination test for Atlas pistachio seeds from the Djebel Amour region.

Name: Rabhi

First name: Amina

Directed by: Kouidri Mohammed

Co reporter: Amrani Ouarda

Abstract

This work aimed to study an endangered relict species; the Atlas pistachio tree (*Pistacia atlantica* Desf) from a Jebel Amour region (aflo) by carrying out seed germination tests. Our study was carried out in April 2021 on pistachio seeds from two different origins, Sidi Bouzid and Tbouda. Seed germination tests were carried out by applying different treatments; Mechanical scarification, scarification by sulfuric acid, stratification at 4 ° C, and soaking in water. The results obtained from the germination tests reflect that the treatments applied did not result in germination. This lack of germination in the various tests is mainly due either to the inhibition of germination caused by the hard outer husks of this seeds , or to the lack of adaptation to factors such as humidity and temperature as well as age of utilized seeds.

Key words: pistacia atlantica, germination test, Tbouda, Sidi Bouzid, Mechanical scarification.

Titre du mémoire : Essai de germination des graines du pistachier de l'Atlas de la région de Djebel Amour.

Nom: Rabhi

Prénom: Amina

Encadreur: Kouidri Mohammed

Co encadreur : Amrani Ouarda

Résumé

Ce travail avait pour but l'étude d'une espèce relique en voie de disparition ; le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) d'une région Djebel Amour (Aflou) par la réalisation des essais de germination de graines. Notre étude a été menée en avril 2021 sur les graines de pistachier de deux provenances différentes, Sidi Bouzid et Tbouada. Des essais de germination des graines ont été réalisés en appliquant différents traitements ; Scarification mécanique, scarification par l'acide sulfurique, stratification à 4°C, et trempage dans l'eau. Les résultats obtenus à partir des tests de germination reflètent que les traitements appliqués n'ont entraîné aucune germination. Cette absence de germination dans les différents tests est principalement dû soit à l'inhibition de la germination causée par les enveloppes extérieures dures des graines, soit au manque d'adaptation à des facteurs tels que l'humidité et la température ainsi que l'âge des graines utilisées.

Mots clés : Pistachier d'Atlas, Test de germination, Tbouada, Sidi Bouzid, Scarification mécanique.

Dédicace

C'est avec grande plaisir que Je dédie ce modeste travail :

À mes parents:

À l'être le plus cher de ma vie, ma mère "Rabhi fatma" et à l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon père "Rabhi said" pour votre amour, votre patience et générosité, je vous dédie ce travail en témoignage de ma grande reconnaissance et de mon éternel amour. Que dieu vous donne une longue vie.

À mes chers frères et Sœurs: Mohammed, Fahia, Rokcia et Phaima.

Aux deux petites filles : Meriem et Jihane.

A toute ma famille

Spécial dédicace à mes meilleures amies Soumia, Khadidja Hadjer, Houda, Zheira et Rachida, je vous remercie pour votre soutien moral, votre patience et votre dévouement à ce travail.

À tous mes enseignants et tous mes amis de promotion de 2^{ème} année Master AR, RV et APO. Toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

Amina

Remerciements

Tout d'abord, je voudrais remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur **Saridi Abdelkader**, Maitre-assistant chargé de cours à l'université de Laghouat d'avoir accepté de présider ce jury malgré ses préoccupations.

Je tiens à remercier vivement mon encadreur Professeur **Kouidri Mohammed**, et le co-encadreur Mme **Amrani Ouarda**, Maitre de Conférences à l'université de Laghouat pour leur gentillesse, pour leur aide précieuse à notre égard, et pour leurs notes et conseils avisés, qui nous ont permis de mener à bien ce travail. Je voudrai vous dire aussi que j'ai eu un grand plaisir à travailler sous votre supervision.

Mes remerciements vont aussi à Mme **Marfoua Meriem**, Maitre de Conférences à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et de le valoriser malgré ses préoccupations.

Également Je tiens également à remercier toutes les personnes du laboratoire du département de Biologie et d'Agronomie de l'université Amar Téliidji, Laghouat, mes professeurs du Département des sciences agronomiques qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Amina

Titre	Page
Tableau 1 : Répartition de la gelée en jour/an (2001-2014) pour la région d'Aflou	30
Tableau 2 : Nombre de jours avec neige (1997-2014)	31
Tableau 3 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants	34

Titre	Page
Figure 1 : Arbre de Pistachier d'Atlas	5
Figure 2 : Aire naturelle de <i>Pistacia atlantica</i>	7
Figure 3 : Distribution de <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie	8
Figure 4 : Carte de délimitation de l'aire de <i>Pistacia atlantica</i> "Région Centre "	9
Figure 5 : Feuille du pistachier d'Atlas	10
Figure 6 : Fruits de pistachier	11
Figure 7 : Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences	17
Figure 8 : Localisation géographique de la région d'Aflou	23
Figure 9 : Précipitations moyennes mensuelles de la région d'Aflou (1997-2017)	26
Figure 10 : Variation interannuelle en mm des pluies dans la région d'Aflou (1997- 2017)	27
Figure 11 : Variation des moyennes mensuelles de la température pour la région d'Aflou (1997-2017)	28
Figure 12 : Variation interannuelle de la température dans la région d'Aflou (1997- 2017)	28
Figure 13 : Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région d'Aflou (1997-2017)	29
Figure 14 : la vitesse de vent annuelle dans la région d'Aflou (1997-2017)	29
Figure 15 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'Aflou (1997-2017)	30
Figure 16 : Diagramme Ombrothermique de la région d'Aflou (1997-2017)	32
Figure 17 : Etage bioclimatique de la région d'Aflou (1997-2017)	33
Figure 18 : Organigramme présentant la méthodologie adoptée pour l'étude de la germination des graines de pistachier de l'Atlas	35
Figure 19 : Mesures biométriques de la graine à l'aide d'un Pied à coulisse	36
Figure 20 : Longueurs des graines de pistachier dans les deux provenances	41
Figure 21 : Grande largeur des graines de pistachier dans les deux provenances	42
Figure 22 : Petite largeur des graines de pistachier dans les deux provenances	43
Figure 23 : Masse moyenne de cent graines de pistachier dans les deux provenances	43
Figure 24 : Test d'imbibition des graines de pistachier de l'Atlas	45
Figure 25 : Test de froid des graines de pistachier de l'Atlas	45
Figure 26 : Test de chaud des graines de pistachier de l'Atlas	46

Liste des Abréviation

B.N.E.D.E.R : Bureau National d'Etudes pour développement Rural

°C: Degré Celsius

H₂SO₄: Acide sulfurique

O.N.M : Office National de Météorologie

N.j : Nombre de jour

P : Précipitation

T.moy : température moyenne en °C

Tab : Tableau

% : pourcent

m/s : mètre par seconde

Id : indice d'aridité

Introduction	1
Partie 1 : Synthèse Bibliographique	4
Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier d'Atlas	4
1.1. Présentation du pistachier de l'Atlas	5
1.1.1. Origine du pistachier de l'Atlas	5
1.1.2. Systématique de <i>Pistacia atlantica</i> Desf	6
1.1.3. Aire de distribution du pistachier de l'Atlas	7
1.1.4. Caractères botanique	9
1.1.5. Caractéristiques écologiques du pistachier de l'Atlas	12
1.1.6. Intérêts Agro économique du Pistachier de l'Atlas	13
Chapitre 2 : La germination des graines	15
2.1 Germination	16
2.2. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines	16
2.2.1. Facteurs externes	17
2.2.2. Conditions externes	18
2.2.3. Conditions internes	19
2.3 La Dormance des graines	19
2.4 La levée de la dormance	20
2.4.1. Scarification	20
2.4.2. Stratification	20
2.4.3. Test de froid	21
Chapitre 3 : Matériel et méthodes	22
3.1. Présentation de la région d'étude.	23
3.1.1. Situation géographique	23
3.1.2. Pédologie	23
3.1.3. Géologie	24
3.1.4. Géomorphologie	24
3.1.5. Hydrogéologie	25
3.1.6. Le réseau hydrographique	25
3.1.7. Caractéristiques climatiques et bioclimatiques	25
3.1.8. Synthèse climatique	31
3.2. Méthodologie	34

3.2.1 Objectif d'étude	34
3.2.2 Provenance des graines avec préparation	34
3.2.3. Mesures biométriques des graines	36
3.2.4 Taux de germination (TG)	38
3.2.5 Temps moyen de la germination (TMG)	38
3.2.6 Analyse statistique	38
Partie II : Résultats et discussion	40
Chapitre 4 : Résultats et discussion	40
4.1. Caractéristiques des graines	41
4.2. Taux de germination des graines	44
4.2.1 Témoin	44
4.2.2 Test scarification mécanique	44
4.2.3 Test scarification chimique (H ₂ SO ₄)	44
4.2.4 Test d'imbibition	45
4.2.5 Test à froid.	45
4.2.6 Test à chaud	46
Conclusion.	48
Références bibliographiques	50

Introduction

Introduction

Les steppes et pré-steppes algériennes renferment des espèces végétales qui constituent un réservoir de diversité jouant à la fois un rôle contre la désertification et constituant aussi une source pour l'alimentation du bétail dans les zones les plus reculées, et les plus défavorisées. La zone comprise entre le tell et les limites du grand Sahara recouvre une forêt pré-steppique à *Pistacia atlantica* qui se régénère et se développe aussi bien dans les dayas, les lits d'oueds, que dans les endroits les plus arides, où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer (Belhadj, 2007).

Le pistachier de l'Atlas est l'une des rares espèces arborescentes présentes dans les régions semi arides, arides et voire même sahariennes. En Algérie, *Pistacia atlantica* Desf. est un arbre par excellence des milieux steppiques. Cependant, il peut pénétrer profondément jusqu'aux régions sahariennes (Kadi-Bennane et al., 2005). Si la régénération de l'espèce avait été protégée depuis longtemps, elle se serait traduite par la constitution de populations plus homogènes et plus nombreuses (Monjauze, 1980).

Cependant, de nombreux obstacles se heurtent au reboisement des pistachiers et à leur utilisation dans l'aménagement et l'extension des zones marginales. Nous citons le vieillissement des arbres porteurs de graines et parfois la difficulté de reproduction sexuée, le surpâturage, les maladies parasitaires ainsi que la gestion des plantes en pépinière sont les principaux facteurs affectant la productivité et la résilience de l'espèce. Ces espèces étaient auparavant très abondantes et continuent de décliner d'année en année. (Bendouma, 2019)

Récemment en Algérie, des études ont porté sur la répartition et les caractéristiques morphologiques de cette espèce avec des informations dispersées sur la biométrie foliaire dans quelques localités (Belhadj, 1999, 2007 ; Belkhodja, 2014 ; Belhadj et al., 2008, 2007 ; Benhassaini et al., 2007 ; Dahmani, 2011 ; Benabdallah, 2012 ; Zerey-Belaskri et Benhassaini, 2015 ; Zahzah, 2016 ; Badaoui, 2017 ; Nedjma, 2017 ; Dahmani, 2018; Messaoudi, 2019).

D'autres travaux sur le complexe stomatique ont été aussi réalisés (Kadi-Bennane et al., 2005 ; Smail-Saadoun, 2005) et sur la composition des huiles essentielles de cette espèce par (Maamri, 2008 ; Gourine et al., 2009). Alors que la majorité des études ont touché à l'aspect de germination des graines de cette espèce qui pose actuellement un problème face à son extension (Kellal, 1979 ; Chraa, 1988 ; Abdelkrim., 1992 ; Morsli, 1992 ; Chaib Draa, 1994 ;

Harfouche et *al.*, 2005 ; Yaaqobi et *al.*, 2009; Ait radi, 1997 *in* Benyahia, 2017; Ghris, 2017; Ouakara et *al.*, 2017).

Cependant, la régénération naturelle du betoum reste très aléatoire d'une région à une autre du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination. Les rares cas de régénération de cette espèce ont lieu dans les touffes de jujubier (*Zizyphus lotus*) dont il est l'hôte classique et qui assure au semis une protection contre le pâturage et la gelée (Lagha, 1993).

En outre, la régénération dans les milieux désertiques au milieu des dayas semble plus aisée que dans les milieux montagneux du nord de la wilaya de Laghouat (Ghris, 2017 ; Bendouma, 2019).

Dans cette étude, nous avons essayé de tester la germination des graines de pistachier de deux provenances nordiques de Laghouat ; de la région Tbouda (Sebgag, sud-ouest d'Aflou) et Sidi Bouzid (Nord d'Aflou) et de comparer nos résultats dans un cadre régional pour estimer l'état actuel de régénération de l'espèce dans la région d'étude.

Pour cela, nous avons tout d'abord caractériser les graines des deux populations de pistachier des deux régions, puis les différents tests classiques de germination ont été appliqués sur les graines de pistachier : le test d'imbibition, le test à froid et à chaud, la scarification chimique et mécanique pour suspendre les différents facteurs possibles d'inhibition de la germination.

Notre document se structure en deux parties ; la première avec trois chapitre dont le premier donne un aperçu sur le pistachier de l'Atlas, le deuxième chapitre sur les condition de germination des graine et le troisième chapitre sur le matériel et les méthodes adoptées durant cette étude.

La deuxième partie, avec un chapitre est consacrée à l'exposition des résultats et la discussion à la lumière de la bibliographie disponible.

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier d'Atlas

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier d'Atlas

1.1. Présentation du pistachier de l'Atlas

Le pistachier de l'Atlas est une espèce arborée, encore appelée " Bétoum" en arabe,"Iggh"en berbère, a été décrit pour la première fois par le botaniste française René Louiche Desfontaines en 1789. Cette espèce est commune aux régions méditerranéennes et irano-touraniennes ; par contre, Monjauze(1980) et Ozenda (1983) la décrivent comme endémique de l'Afrique du Nord, et l'une des rares espèces arborescentes présentes dans les régions semi arides, arides et voir même sahariennes (Smail-Saadoun, 2005). Il colonise de façon diffuse un territoire considérable centré sur les pays méditerranéens, à saison sèche et chaude bien marquée, il est le plus ubiquiste des arbres du nord de l'Afrique et du proche Orient (Monjauze, 1980) (Fig.1)



Figure 1 : Arbre de Pistachier d'Atlas (Bendouma, 2019)

1.1.1. Origine du pistachier de l'Atlas

Le pistachier est origine d'Asie centrale. Présent en Turquie depuis 7000 ans avant J.C., il a été introduit en Italie dès le premier siècle avant J.C.et par la suite, sa culture s'est étendue aux autres pays méditerranéens et aux USA en 1854 (Moghtader, 2010).

Le genre *pistacia* est apparu au tertiaire (Deysson, 1997). C'est à Linné (1737) que le concept *pistacia* est noté et Tournefort (1707) mentionna deux espèces, le lentisque et le térébinthe.

Le genre *pistacia*, qui dérive du persan (Posta), par les grecs (Pistake) qui se rapproche du nom syrien (Foustok) (Mitchell, 1992).

1.1.2. Systématique de *Pistacia atlantica* Desf.

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétales

Série : Disciflores

Sous-série : Diplostémones

Ordre : Térébinthales

Famille : Térébhintacées ou Anacardiées

Sous-famille : Anacardiées

Genre : *Pistacia*

Section : Térébenthus

Espèce : *Pistacia atlantica* Desf.

Sous-espèce : *Pistacia atlantica atlantica*

Nom commun : Pistachier de l'Atlas

Nom vernaculaire : Bétoum, Botma, Iggth

Nom du fruit : El khodiri (Maamri, 2008).

1.1.3. Aire de distribution du pistachier de l'Atlas

1.1.3.1. Au monde

Pistacia atlantica est une espèce héliophile, considéré par Monjauze (1968) comme une espèce ubiquiste qui s'étend des îles Canaries (océan Atlantique, au large du Maroc méridional) jusqu'au Pamir (massif montagneux de l'Asie centrale ; Tadjikistan), (Fig.2) en passant par:

- l'Afrique du Nord, le Sahara septentrional et Tripolitaine, avec relique au Hoggar'
- Chypre, Rhodès, la Turquie, la Bulgarie, le Caucase, la Transcaucasie et l'Arménie'
- la Palestine, la Syrie, la Jordanie, l'Irak et l'Iran'
- l'Arabie, le Baloutchistan et l'Afghanistan.

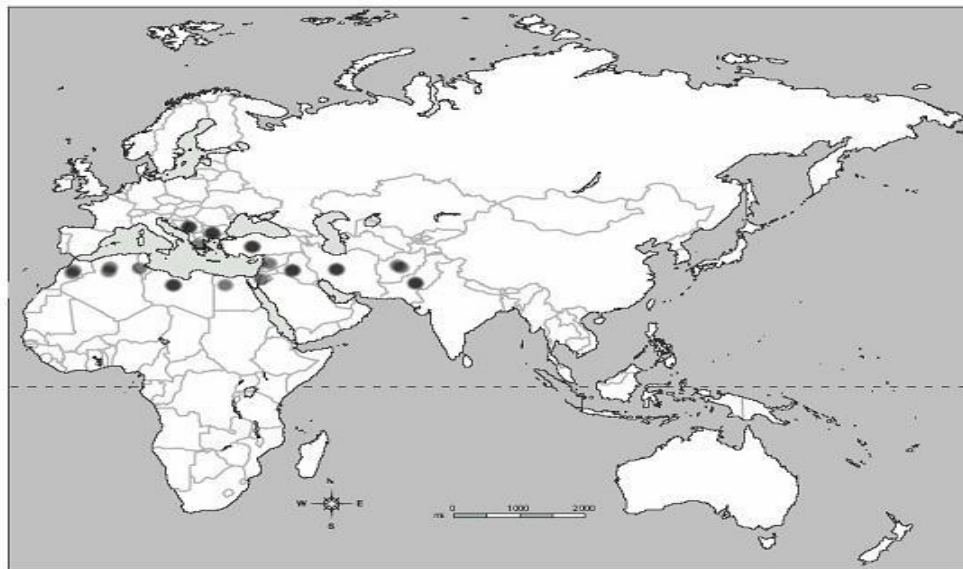


Figure 2 : Aire naturelle de *Pistacia atlantica* (Al-Saghir, 2006)

1.1.3.2. En Algérie

Le pistachier de l'atlas est une espèce assez commune en Algérie (Fig. 3), mais il trouve son optimum dans les régions arides et semi-arides, notamment les hautes plaines ou il prospère dans les lits d'oueds et les dayas. Le bétoum est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie. (Kaabeche et *al.*, 2005). D'après Boudy (1952), en Algérie on le trouve (Fig. 3) disséminé dans les forêts chaudes du tell méridional mais surtout dans la région steppo-désertique des hauts plateaux et du Sahara septentrional où il ne subsiste que dans les Dayas. On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas saharien

(région Ain sefra) et sur les hauts plateaux oranais et sa limite extrême se trouve en pleine cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique (Manjauze.1980).

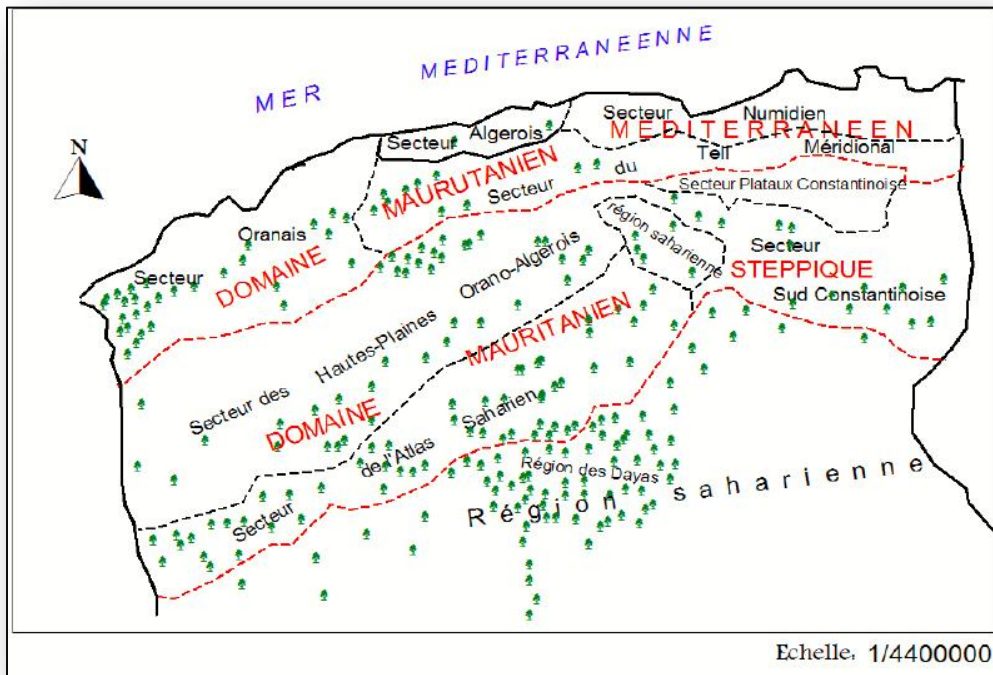


Figure 3 : Distribution de *Pistacia atlantica* en Algérie (Monjauze, 1968)

1.1.3.3. Dans la région de Laghouat

Selon Guinet (1954), dans la région de Laghouat on trouve l'arbre de pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), s'étend sur tout le prolongement de la région des dayas, il est délimité géographiquement à partir du Bassin de l'oued Djedi à l'est de Laghouat jusqu'à la région d'El abied sidi cheikh à l'ouest, et de 50km de Laghouat jusqu'à la région de Sebkhha de M'zab à 150 km au sud. Dans la partie nord de la wilaya, le pistachier se localisé éparpillé le long des lignes de crête de djebel Amour (Kadik ,1983), et dans les dépressions ouvertes ou l'espèce peut trouver des conditions d'humidité favorable (Fig.4).

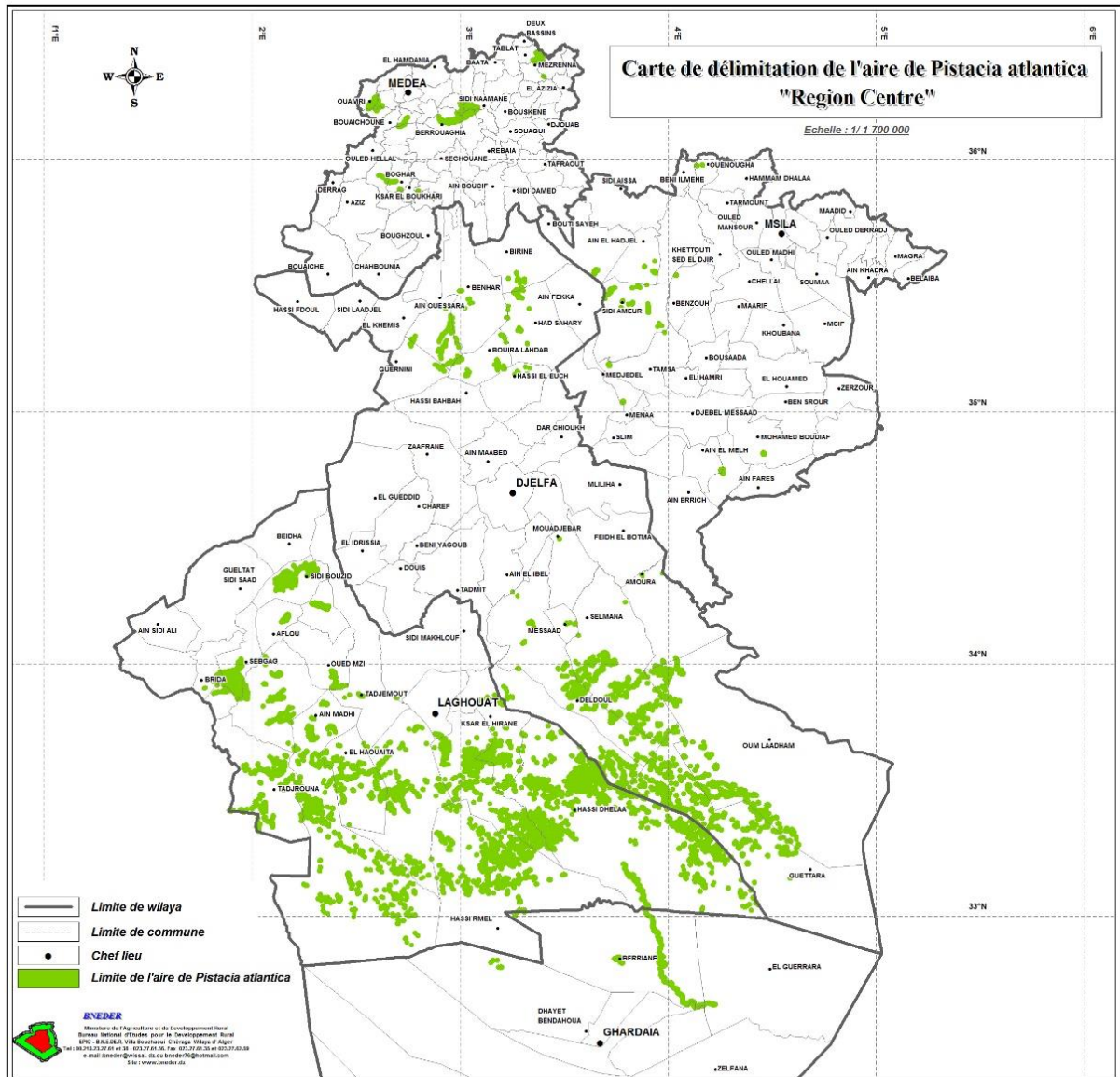


Figure 4 : Carte de délimitation de l'aire de *Pistacia atlantica* "Région Centre" (BNDER, 2014)

1.1.4. Caractères botanique

Le pistachier de l'Atlas est une espèce dioïque, ligneuse et spontanée, pouvant atteindre 10 à 20 mètres de haut à état mature, à tronc bien individualisé et frondaison hémisphérique, le port est arrondi et à ramification étalée. Ce bel arbre ressemblant à un frêne peut atteindre des proportions imposantes et un âge très avancé ; son bois est remarquablement dur (Ozenda, 2004). Certains bétoums adultes centenaires dans le nord-ouest algérien ont une superficie des couronnes (sous canopée) d'environ 150 m² chacun (Benhassaini et al., 2007). Selon Nègre (1962), cette essence ligneuse peut atteindre 25 m de

haut, son tronc est court pouvant dépasser 2 m de diamètre. Ils peuvent atteindre selon Belhadj (2001) 25 m de hauteur et entre 4,5 à 5 m de circonférence.

1.1.4.1 Feuilles

Les feuilles du Pistachier de l'Atlas sont souples, caduques en hiver, stipulées, à rachis finement ailé (Fennane et al., 2007). Ces feuilles sont composées, alternes et pennées, constitué entre 7 et 11 folioles par feuilles (Larouci, 1987) (Fig.5).

Ces feuilles sont durs, mesurent de 2.5 à 6 cm de long et de 0.5 à 1.5 cm de large à l'âge adulte de couleur vert pâle et sont imparipennées, glabres et sessiles (Yaaqobi et al., 2009).



Figure 5 : Feuille du pistachier d'Atlas (Bendouma, 2019)

1.1.4.2 Fleurs et floraison

L'espèce Bétoum est dioïque Les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. Mais quelques pieds monoïques ont été observés dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des rameaux différents. Aucun hermaphrodisme n'a été observé. Les fleurs sont petites en panicules axillaires et sont apétales. Ce sont des fleurs régulières avec une tendance à la zygomorphie (Yaaqobi et al., 2009).

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

1.1.4.3 Fruits

Le fruit est une drupe ovoïde de 6 à 8 mm de long, d'abord jaune puis bleu foncé à maturité, à un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine (Somon,1987), appelée El

Khodiri par les populations, mais l'appellation locale de la région d'Aflou est "El Goudim" .il est consommé par les habitants (Belhadj et *al.*, 2008) (Fig.6). La fructification débute vers la fin du mois de mars et les fruits atteignent leur maturité au mois de septembre (Yaaqobi et *al.*, 2009).



Figure 6 : Fruits de pistachier (Bendouma, 2019)

1.1.4.4. Système racinaire

Son système racinaire est dur, pivotant avec plusieurs racines latérales. Il peut se régénérer par voie végétative (Ait Radi, 1979).

Ce système racinaire est peu pivotant mais plus vigoureux que celui de *Pistacia vera*. (Chaba et *al.*, 1991). Il peut puiser l'eau au-delà de 6m (Gadiri et Righi, 1993).

(Chaba et *al.*, 1991), cita que le développement du système racinaire du pistachier de l'Atlas est faible en janvier avec une moyenne de 2 cm par semaine et son maximum, vers le mois de mai, atteint 50 cm par semaine.

1.1.4.5 Ecorce

Son écorce est lisse à un âge jeune, puis devient squameuse à un âge très avancé (Djellali, 2006), produisant une résine mastic, que les riverains s'en servent à un usage médical. Elle est rouge au début, par la suite grisâtre assez clair avant de devenir rhytidome dur et crevassé (Monjause, 1980).

1.4.6 Bois

Bois arrondi à ramification étalée, le jeune rameau est rougeâtre (Maamri, 2008).

1.4.7 Composition de graine

D'après Larouci et Rouibat (1987), la graine de pistachier de l'atlas est composée des minéraux des graines en maturité (de couleur noire) est estimée à 138ug/g de lipides, 178ug/g de protéine et 183ug/g de sucres.

1.1.5 Caractéristiques écologiques du pistachier de l'Atlas

1.1.5.1 Exigences climatiques

1.1.5.1.1. Pluviométrie

Le pistachier de l'Atlas est un arbre d'une grande plasticité vis-à-vis de la sécheresse. Son adaptation reste exceptionnelle pour des grandes variations climatiques, hiver froid, été sec et chaud. Pour une bonne fructification de cette essence, la tranche pluviométrique doit être entre 200 et 500 mm/an (Monjauze, 1965). Cette espèce ne présente pas une exigence envers la pluviométrie puisqu'on la trouve dans la Mitidja avec des précipitations qui dépassent 1000 mm par an au sud à Ghardaïa avec 70 mm par an.

1.1.5.1.2. Température

D'après Larouci et Rouibat (1987), le pistachier de l'Atlas est une espèce héliophile à une grande amplitude thermique, il résiste à la température basse et élevées, allant d'une température très basse de l'ordre de 5 °C parfois même à 12 °C (Djelfa) jusqu'à une température très élevée de +49 °C avec un maximum de 52°C, cependant les jeunes plants craignent les gelées fréquentes (Pesson et Louveaux, 1984).

1.1.5.1.3. Vent

Selon Monjauze (1968), le vent joue un rôle de pollinisation du Bétoum. C'est une essence anémophile. À l'état adulte, il résiste à la vent violent grâce son système racinaire vigoureux qui lui assure une bonne fixation au sol.

1.5.1.4. Lumière

D'après Monjauze (1968), le Bétoum est une essence héliophile à l'état adulte. Par ailleurs, à l'état jeune les semis se trouvent dans les fourrés du jujubier (*Zizyphus lotus* L.) et bénéficiant ainsi de la lumière nécessaire à leur croissance.

Ait Radi (1979) a noté qu'un ombrage important nuit à la fructification du pistachier de l'Atlas.

1.5.2. Exigences édaphiques

1.5.2.1. Sol

On rencontre le pistachier de l'Atlas dans les zones steppiques et saharienne dans les dayas, ou parfois on a l'affleurement de la croûte calcaire à la surface (Monjauze, 1980).

Selon Quézel et Médail (2003), le pistachier de l'Atlas peut occuper les fentes de rochers et de falaises (dans ce cas, sous forme d'individus prostrés et plaqués aux rochers), les terrains plats sur sols profonds ou rocailleux, les lits d'oueds ou les grandes dépressions temporairement humides.

Le pistachier de l'Atlas est indifférent au type du sol. Il s'accommode de tous les sols sauf des sols sableux, il préfère les sols lourds (Kaska, 1994). Les pieds jeunes sont sensibles aux gelées et se développent sur les alluvions de plaines. Le calcaire n'affecte pas son développement (Abdelkrim, 1985 *in* Chaba et al., 1991). Elle préfère aussi les sols bien drainés (Maamri, 2008)

1.1.5.3. Altitude

D'après Boudy (1952) et de Monjauze (1968), le meilleur développement de cet arbre est entre 600 et 1200m. Il peut atteindre 2000m d'altitude dans les montagnes sèches. Selon Zohary (1952) jusqu'à 3000m à l'orient de son aire. Selon Belhadj et al. (2008), l'espèce se trouve à 107m (à Guerrara-Ghardaia).

1.1.6. Intérêts Agro économique du Pistachier de l'Atlas

- Le Pistachier de l'Atlas est connu comme excellent porte greffe pour le Pistachier fruitier (*Pistacia vera*), son utilisation permettra donc d'enrichir la production de pistachier (Bricet, 1931)

- Ses graines présentent un taux considérable de protéines et de glucides, de plus elles fournissent une excellente huile alimentaire de l'ordre de 40% (Benhassaini, 1998). Ceci est particulièrement intéressant pour la valorisation de cette espèce dans la lutte contre la malnutrition protéino-énergétique et les carences nutritionnelles en général (Benhassaini, 2004).

- les feuilles et l'écorce sont utilisées en décoction, contre les maux de ventre et les douleurs gastrique. En inhalation, les feuilles sont employées comme fébrifuge (Baba Aissa, 2000).

- Son bois est largement utilisé comme combustible seulement sa dureté le met quelque peu à l'abri des coupes (Ozenda, 1977) de ce fait il peut être utilisé en ébénisterie et marqueterie et fournir une source de revenus intéressante aux populations locales (Vergas, 1990).

- En raison de sa résistance à la sécheresse et de ses faibles exigences pluviométriques, le pistachier peut être employé comme essence de reboisement dans les stations les plus sévères (Boudy, 1995). Il est rapporté par Brichet (1931) et Whitehousse (1957) que le pistachier vrai greffé sur les Bétoum ne craint pas l'eau d'irrigation quelque peu saumâtre, ni les légèrement salés. Les feuilles aussi peuvent être un élément écologique très important car elle participe à la fertilisation du sol.

Chapitre 2 : Germination des graines

Chapitre 2 : Germination des graines

2.1 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).

La germination d'une graine est définie 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 (Bewley, 1997).

La germination se distingue par 4 phases :

- Une phase d'imbibition (gonflement de la graine).
- Une phase d'activation (Respiration de la graine).
- Une phase de mitose (multiplication cellulaire).
- Une phase finale marquée par l'élongation de la radicule.

Ces deux dernières phases correspondent à la phase de l'augmentation de la taille et la division des cellules qui provoquent l'apparition de la radicule (Audinet, 1993).

2.2. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines

La germination et la vigueur des graines sont influencées par une gamme des 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 (Bradford, 1995).

2.2.1. Facteurs externes

La qualité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs regroupés en quatre catégories : les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination. L'espèce, la taille ou le poids des semences sont quelques-uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences les facteurs avant récolte correspondent au climat (température, pluie et lumière). Concernant les facteurs de la récolte, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination (Bradford, 1995) (Fig. 7).

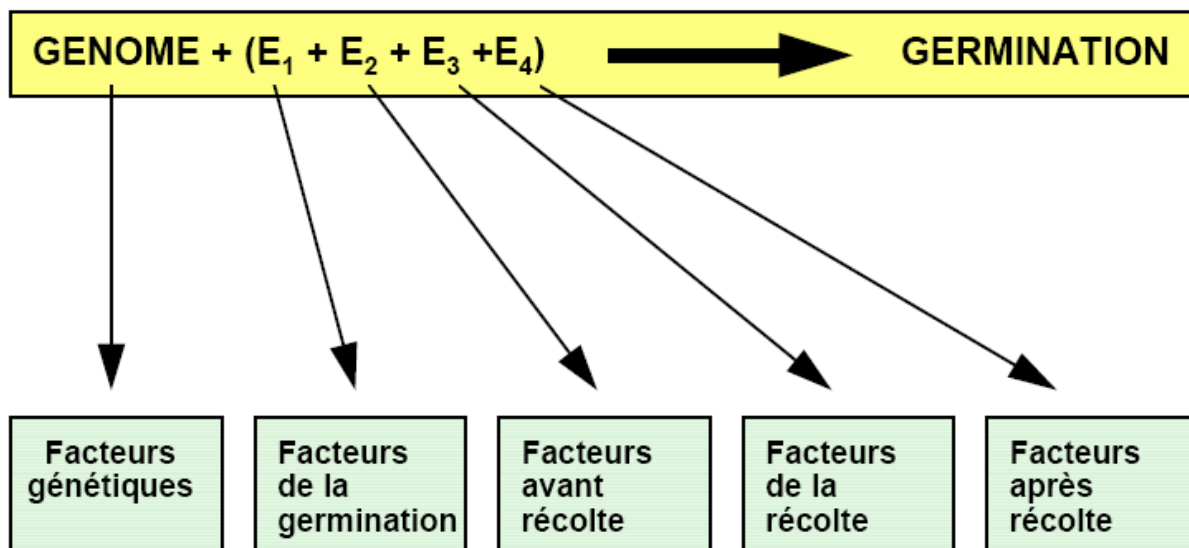


Figure 7 : Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (Côme, 1993)

D'après Côme (1970) les facteurs de la germination sont nombreux, c'est-à-dire ceux qui interviennent au moment de la germination. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. La germination de la graine dépend :

*Des conditions externes liées aux facteurs de l'environnement.

*Des conditions internes liées à l'état physiologique et aux caractéristiques de la graine (Bradford, 1995).

2.2.2. Conditions externes

2.2.2.1. La température

La température est un facteur critique dans la germination de la graine. A température optimale la germination est maximale et rapide (Alvarado et Bradford, 2002). Pour chaque espèce végétale, il existe une température optimale et minimale, en dessous du seuil (minimum et maximum), la germination n'est plus possible (Côme, 1970; Kadik, 1987 ; Audinet, 1993).

2.2.2.2. L'oxygène

L'oxygène est nécessaire à la respiration des graines (Bassington, 1959 *in* Mazliak, 1982).

2.2.2.3. La lumière

La germination, la survie des jeunes plantes et leur développement ultérieur dépendent de la lumière. La quantité de lumière reçue par une graine dépend de sa position dans le sol, des caractéristiques de l'enveloppe de la graine et de toutes les autres structures en autour d'elle (Pons, 2000). Les graines sur la surface de sol se comportent différemment des graines enterrées à différentes profondeurs dans le sol (Atwell et *al.*, 1999).

2.2.2.4. L'eau

L'humidité est importante pour le maintien de la vie des cellules, pour l'activation des enzymes, la translocation et le stockage des réserves (Copeland et McDonald, 1995). Nécessaire à l'hydratation de la graine et à la reprise des activités métaboliques (trop d'eau empêche cependant la germination : asphyxie). la première étape de la germination est la phase d'absorption de l'eau par la graine .une semence ne pourra germer que si l'embryon a la possibilité de s'imbiber ,c'est l'eau qui lui provient à travers les enveloppes séminales .La présence d'un épiderme non mouillant ou de couches cellulaires imperméables s'opposent parfois à la pénétration de l'eau dans les enveloppes ;cette semence est dite dure (Come,1975).

2.2.2.5. Effet d'inhibiteurs

Les inhibiteurs de la germination ont un rôle physiologique mais surtout écologique, ils permettraient l'étalement de la germination, toutes les semences libérés ne germent pas en même temps, la survie de l'espace serait ainsi assurée si les conditions climatiques défavorables risquent de tuer les jeunes plantules (Come, 1970). Les inhibiteurs de

germination sont essentiellement des acides organiques à court chaînes, des acides aromatiques et des huiles essentielles (Come, 1970).

2.2.3. Conditions internes

2.2.3.1. Taille des graines

La taille de la graine affectée sur la croissance et le rendement des plantes. Les graines de grande taille donnent la meilleure capacité et vitesse de germination (Moles et Westoby, 2006). Les espèces qui ont des graines petites germent généralement dans une gamme étroite de température (Bell et *al.*, 1995). La taille des semences influence leur capacité germinative (Come, 1970).

2.2.3.2. Age des graines

Pendant le stockage, la vigueur de la graine diminue (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 peut entraîner le développement des maladies cryptogamiques qui vont détériorer les graines (Turnbull et Doran, 1987).

2.2.3.3. L'origine géographique

En foresterie, la notion de provenance (race géographique, écotype) s'applique à la population d'arbres dans un lieu donné, d'origine elle désigne la population différenciée à l'intérieur de l'espèce (Calaham.1964 ; Lacaze 1993). Le choix des provenances les plus adaptées l'un des facteurs qui influent sur l'établissement et la production d'une plantation (Calaham, 1964).

2.3 La Dormance des graines

On définit la dormance d'une semence comme une inaptitude à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables présence d'eau, bonne oxygénation, température ni trop basse ni trop élevée, etc. (Mazliak, 1982).

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs types de causes sont à envisager : les dormances.

La majorité des auteurs l'emploient indifféremment, pour désigner l'état physiologique dans lequel se trouve une semence ou un embryon, soit qu'ils sont placés dans des conditions favorables à leur germination ou non (Come, 1975). Deux groupes de dormances sont classiquement admis, à savoir l'inhibition tégumentaire et la dormance embryonnaire. Dans le premier cas, les embryons isolés (séparés des téguments) germent très bien dans des conditions de germination ou les semences ne germent pas ; il s'agit alors d'une action inhibitrice des enveloppes séminales, qui empêchent le passage de l'eau ou de l'oxygène. Dans le second cas, même isolés, les embryons ne germent pas ; il s'agit alors d'une incapacité des embryons à germer, qualifiée de dormance Embryonnaire (Bouallem, 2015).

Il existe deux sortes des dormances :

- 1- la dormance exogène ou tégumentaire (impermeabilité à l'eau, présence d'inhibiteurs, résistance à la croissance de l'embryon du péricarpe ou des téguments).
- 2- la dormance endogène ou embryonnaire développement incomplète de l'embryon, germination bloqué par des facteurs internes (Suska et *al.*, 1994).

2.4 La levée de la dormance

Dans des conditions naturelles, l'exposition au froid peut briser la dormance des graines. Artificiellement, il peut être manipulé par des thérapies physiques (stratification et scarification) ou hormonales (régulateurs de croissance) (Suska et *al.*, 1994).

2.4.1. Scarification

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).

Trois types de traitements sont généralement employés pour scarifier les graines : la scarification mécanique, incluant souvent l'utilisation de papiers sablés, le traitement chimique à l'aide d'acide sulfurique, et la scarification thermique à l'eau bouillante (Hartmann et *al.*, 1997).

2.4.2. Stratification

La stratification est une technique employée principalement pour lever la dormance primaire morphologique, physiologique et morpho physiologique (Geneve, 2003). La

stratification joue un rôle dans la transformation de réserves nutritives à la forme soluble (Bell, 1999), la promotion de la synthèse de GA (Moore et *al.*, 1994).

Le processus de la stratification 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 Baskin, 1998). L'efficacité de la stratification est variable selon l'espèce (Andersson et Milberg, 1998 ; Vincent et Roberts, 1977).

2.4.3. Test de froid

D'après Bouallem (2015) montre que les essences tempérées manifestent rarement une dormance morphologique, il arrive beaucoup plus souvent que leurs semences, pourtant parfaitement développées au moment de la dispersion ou de la récolte, ne puissent pas germer immédiatement pour des raisons physiologique. Le prétraitement le plus indiqué pour lever cette dormance physiologique consiste à reproduire les conditions d'hivernage auxquelles les graines sont soumises dans la nature, c'est-à-dire stratification au froid. Outre qu'elle contribue à lever la dormance physiologique, la stratification au froid diminue la sensibilité des graines 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.

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

3.1. Présentation de la région d'étude

3.1.1. Situation géographique

La région d'Aflou bâtie à 1400 m d'altitude, elle fait partie des villes les plus élevées d'Algérie. à une superficie de 405 km² .elle situ" dans une vallée au cœur du massif du djebel Amour, au nord -ouest culmine djebel sisi Okba à 1609 mètres. la ville d'Aflou se trouve à 406 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 Sebgaq (C, D, F., 1998) (Fig.8).

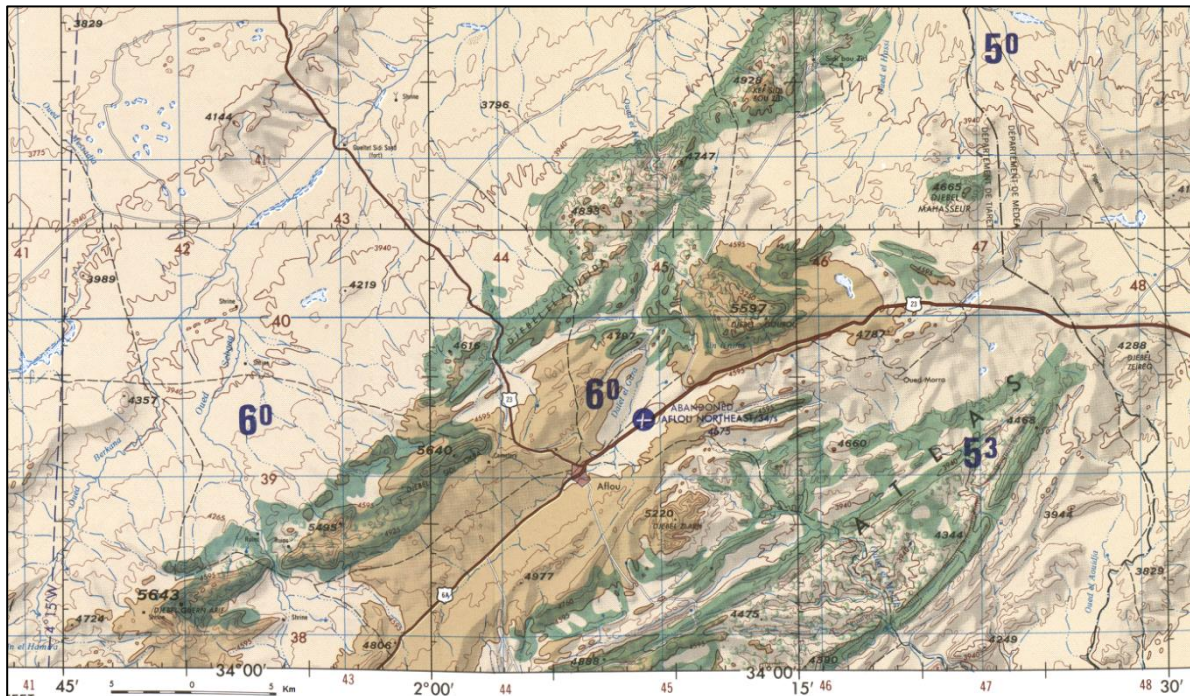


Figure 8 : Localisation géographique de la région d'Aflou (Extraire de la carte topographique 1973)

3.1.2. Pédologie

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 sablonneuses, légères et pauvres non seulement en calcaires mais aussi en acide phosphorique. Dans le sud de la région les formations sableuse du tertiaire continental représentent un aquifère intérieur lorsqu'elles atteignent une épaisseur importante (Stamboul,

2006). Les catégories de sols présentes dans la région sont favorables pour le pistachier excepter les sols sableux.

3.1.3. Géologie

Il y a deux domaines géologiques étendu le territoire de la wilaya de Laghouat est différents : Ce sont l'Atlas Saharien au Nord et la plate-forme Saharienne au Sud (Stamboul, 2004).

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

3.1.4 Géomorphologie

La ressemblance géomorphologique montrée par les régions arides peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques, et c'est le cas des steppes du sud algérien, qui représentent la zone d'étude Aflou (Aidoud, 1984).

Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes

3.1.4.1 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).

La région d'Aflou est caractérisée deux types de reliefs ; massifs montagneux au nord et les plateaux au sud (Stamboul, 2004).

Dans la région d'El Mzara, le Djebel Zlag (1.593 m) qui barre l'horizon d'Aflou, c'est la partie restée en relief d'un long anticlinal partiellement évidé au Sud-ouest. Il s'aplatit en plateau jusqu'à une corniche en croissant (Despois, 1957). Sur ces formations s'installe le pistachier de l'Atlas sur les lignes de crête (Kadik, 1987).

3.1.4.2 Surfaces plus au moins planes

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

b) Les Terrasses : 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 et reçoivent par ruissellement (pouget,1980).

3.1.5. Hydrogéologie

La présence d'un aquifère très important a été confirmée dans la formations gréseuses du continental intercalaire, Il est proche de la surface du sol. L'eau est généralement de bonne qualité (Stamboul, 1983).

C'est une aquifère multicouche (aptien-albien-barrémien) forme la principale source d'eau potable dans la région d'Aflou (Stamboul, 1983).

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).

3.1.6 Le réseau hydrographique

3.1.6.1 Oued Sebgag

Il existe un certain nombre de source pérennes à 20 km à l'ouest d'Aflou 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 recouvre une superficie 1265 km² (Stamboul, 2004).

3.1.6.2 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 km². c'est un niveau des grés du Barrémien-aptien-albien et des calcaires du jurassique que jaillissent a débit très faible et variable les sources de l'Oued Morra dont la plus importante est l'Ain Arar (environ 4 l/s) (Stamboul, 2004).

3.1.6.3 Oued Sidi Naceur

L'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El-Bayad). Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'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 km² (Stamboul, 2004).

3.1.7 Caractéristiques climatiques et bioclimatiques

Le climat par ses différents facteurs (Température, vent, neige, humidité ...) est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal (Djebaili, 1984).

Nous avons pris en considération les données climatiques collectées par Ben Abdedaim (2019), en se référant aux données climatiques fournies par l'ONM (Station météorologique de Laghouat, 2018) pour Aflou.

3.1.7.1 Précipitation

L'analyse de la précipitation et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont fort utiles. Les précipitations constituant un facteur abiotique d'importance significative sur l'évolution et la répartition des espèces dans les milieux naturels. La précipitation moyenne annuelle de la période (1997-2017) est de 290,58 mm.

Les mois les plus pluvieux sont : octobre par 35,17 mm et septembre avec 34,88 mm et le mois le moins pluvieux est : juillet avec 6,11 mm dans la période (1997-2017) (Fig. 9).

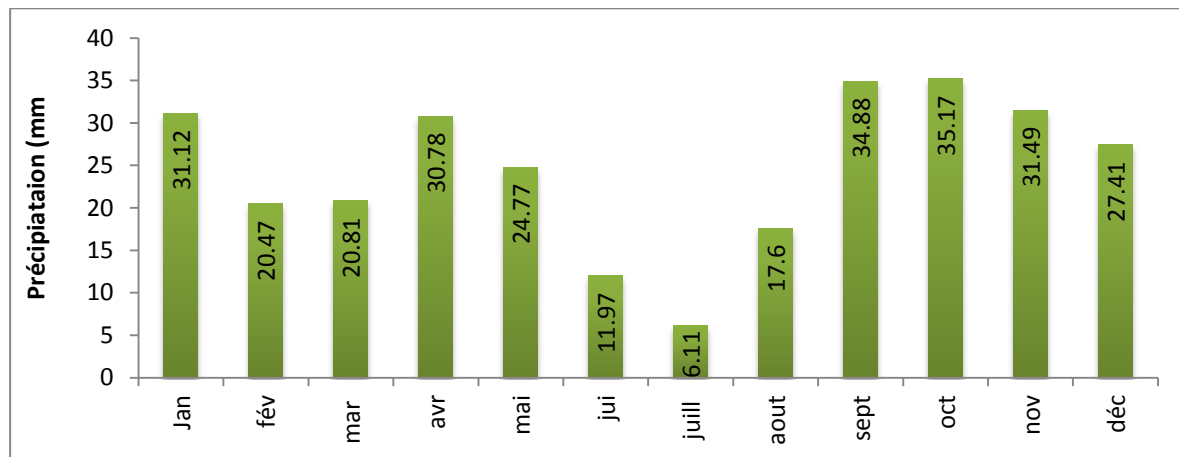


Figure 9 : Précipitations moyennes mensuelles de la région d'Aflou (1997-2017)

Les années les plus pluvieuses dans la période (1997- 2017) sont l'année 2004 avec 441,9 mm et l'année par 435,25 mm.

L'année la plus sèche (1997-2017) est l'année 2000 avec 147,37 mm (Fig.10).

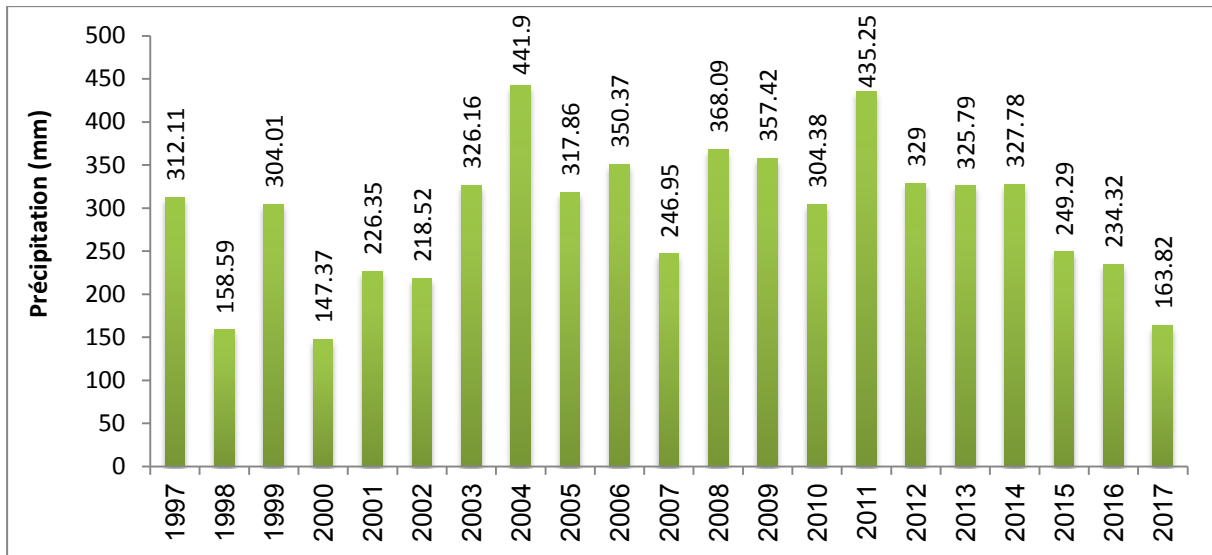


Figure 10 : Variation interannuelle en mm des pluies dans la région d'Aflou (1997- 2017)

Les valeurs de précipitations enregistrées dans la zone d'étude "Aflou" sont convenables au développement du pistachier de l'atlas selon Spina et Pennisi (1957) et Wood roof (1979).

3.1.7.2 Température

La température est un facteur limitant d'une grande importance dans la répartition et la survie des êtres vivants (Ramade, 1984).

Pour la région d'Aflou La température moyenne annuelle est de 17,95 °C avec un maximum en juillet (28,65°C) et un minimum en janvier (5,94°C). L'amplitude thermique des variations des températures mensuelles moyennes (période allant de 1997-2017) a été enregistré entre les mois de janvier et juillet avec 22,71 °C (Fig. 11).

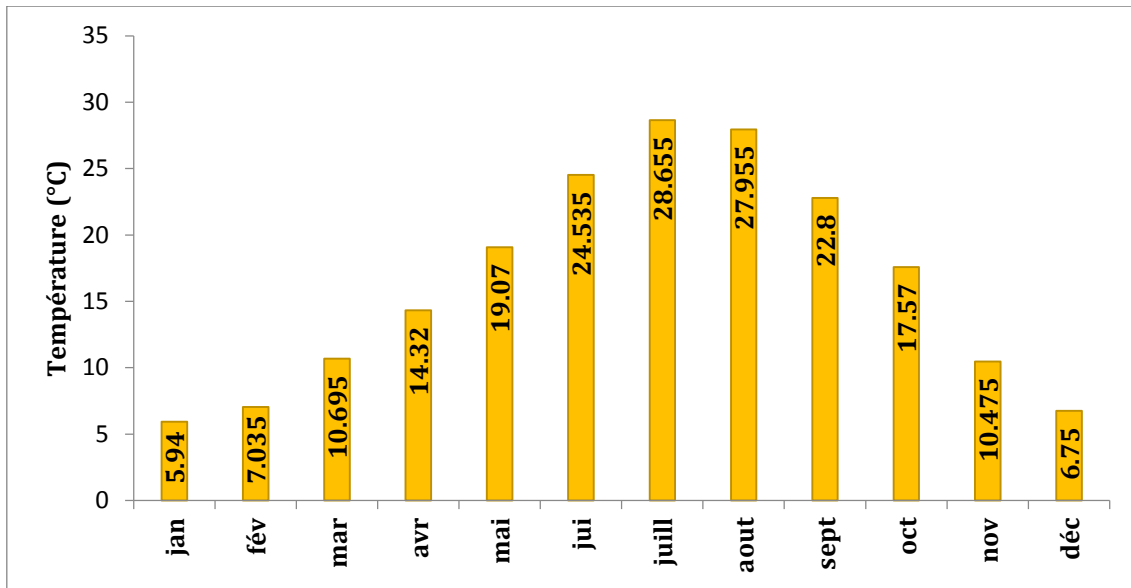


Figure 11 : Variation des moyennes mensuelles de la température pour la région d’Aflou (1997-2017)

La variation interannuelle des températures révèle que l’année la plus chaude est 2001 avec 17,24 °C et l’année la plus froide est 2013 avec 15,48 °C (Fig. 12).

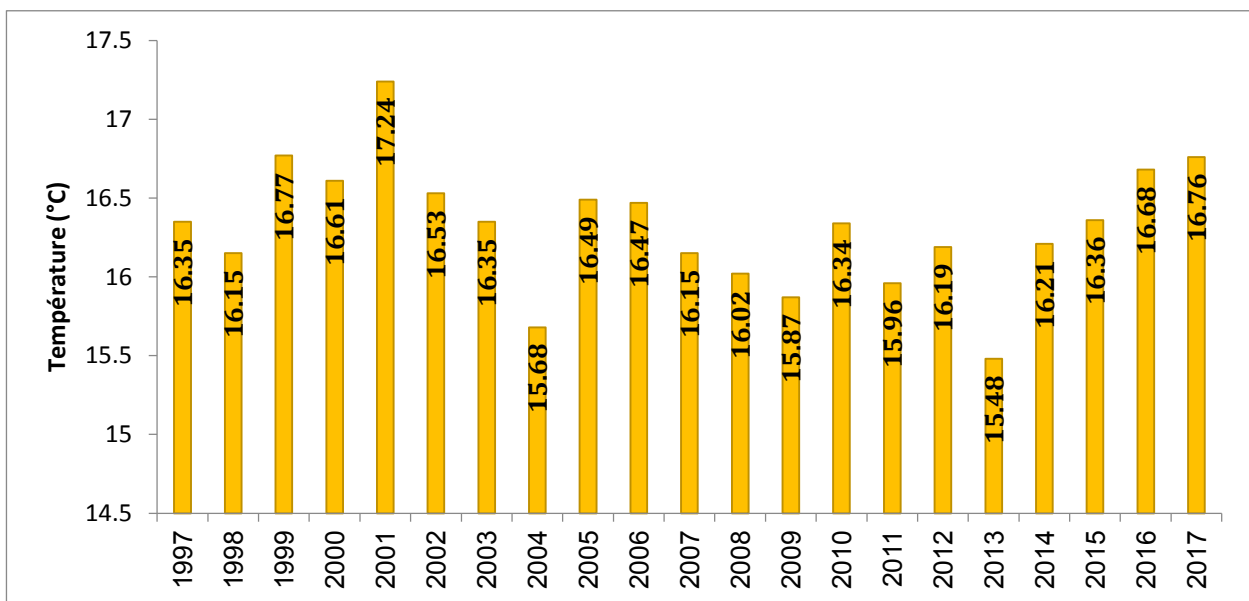


Figure 12 : Variation interannuelle de la température dans la région d’Aflou (1997- 2017)

La gamme de température enregistrée dans la région d’étude est considérée comme supportable pour l’espèce d’étude et ce, selon Kaska (1994).

3.1.7.3 Vent

La vitesse maximale du vent est enregistrée au mois d'avril avec une valeur de 5.07m/s dans la période (1997-2017) (Fig. 13).

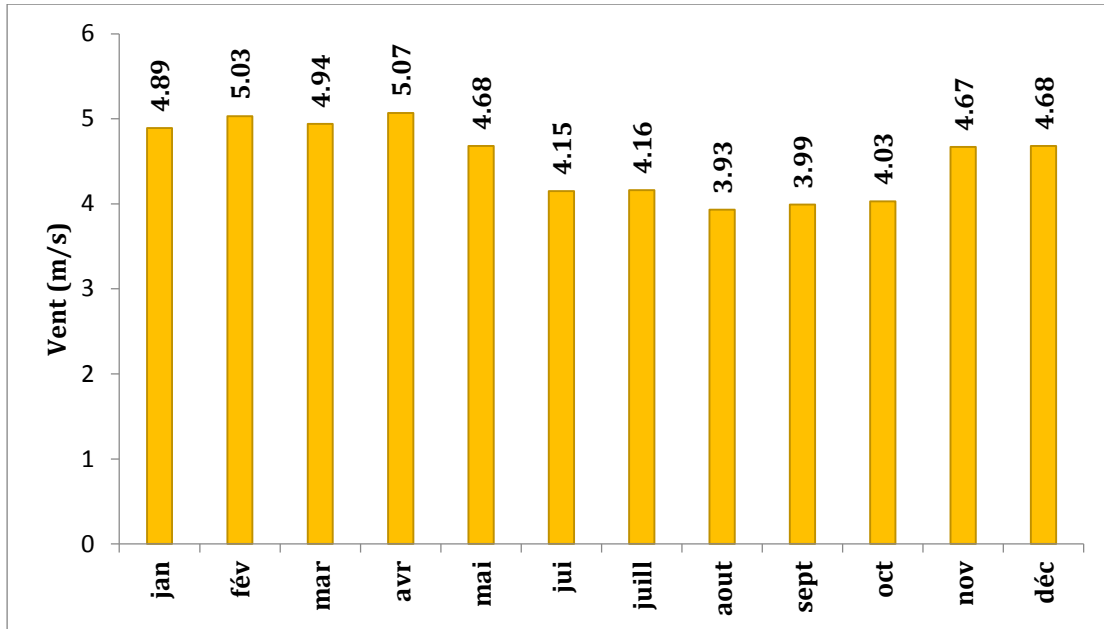


Figure 13 : Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région d'Aflou (1997-2017)

La vitesse moyenne annuelle de vent enregistrée dans la période (1997-2017) est de 4,97m/s durant l'année 2010 (Fig. 14).

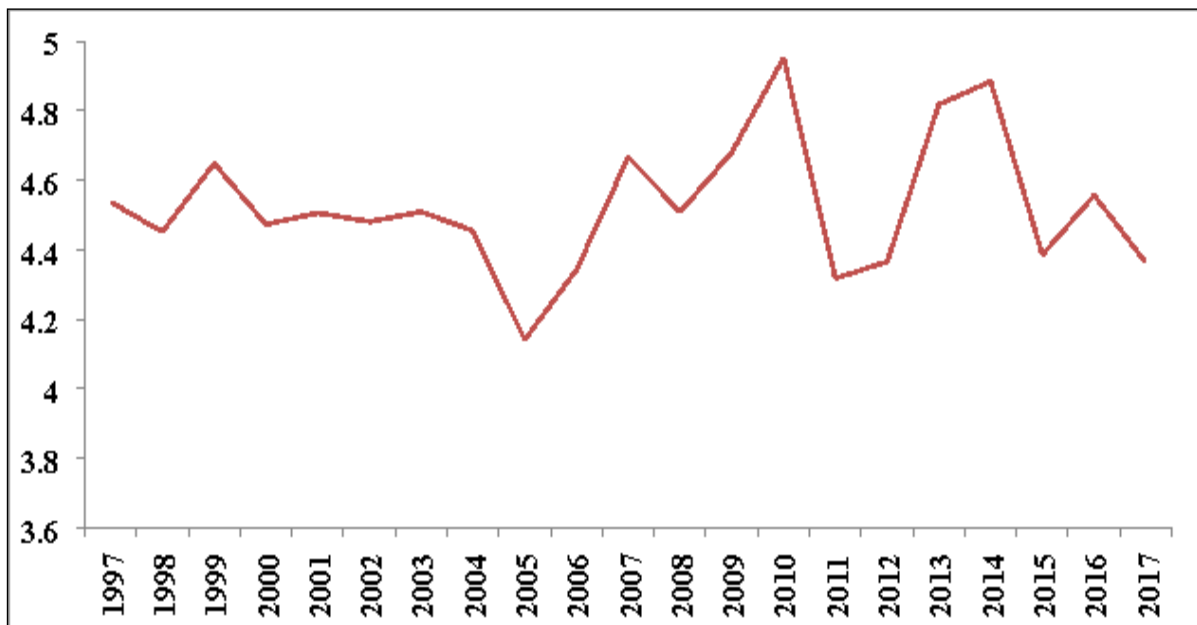


Figure 14 : la vitesse de vent annuelle dans la région d'Aflou (1997-2017)

Le vent est l'un des facteurs les plus importants pour la dissémination des graines de pistache, et cette espèce se propage principalement par anémochorie et secondairement par zoochorie (Monjauze, 1980 ; Harfouche et *al.*, 2005).

3.1.7.4 Humidité

L'année la plus humide pour la période (1997-2017) est l'année 2004 avec 53,54% et la plus sèche est 2000 avec 43,12% (Fig. 15).

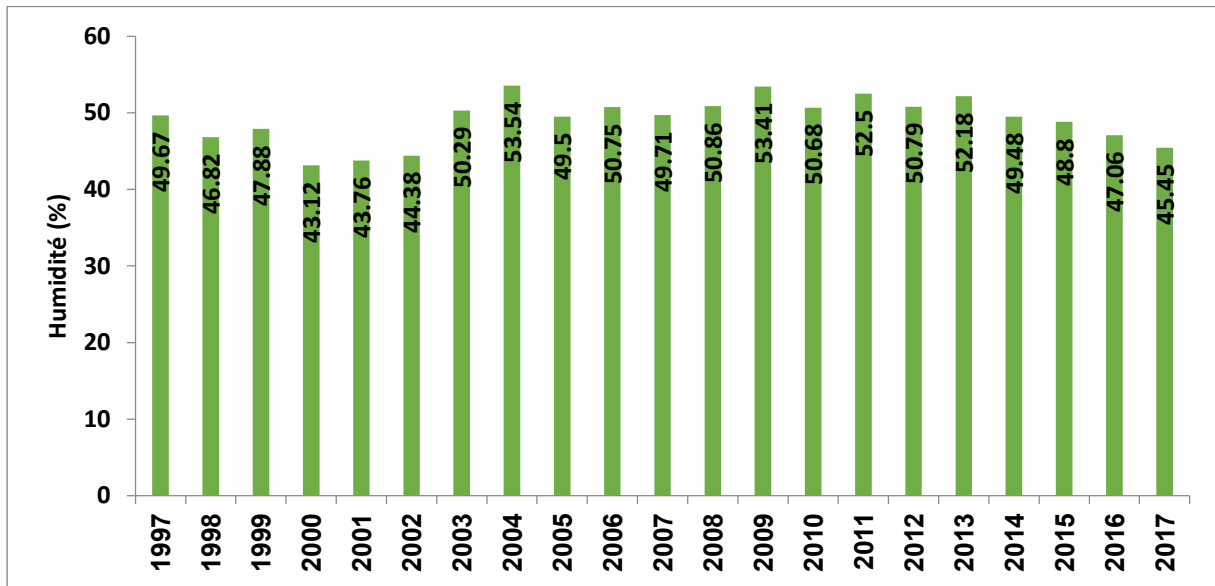


Figure 15 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'Aflou (1997-2017)

3.1.7.5 Gelée

Les gelées blanches peuvent apparaître dès le mois d'Octobre disparaissent à la mi-avril en raison de l'altitude élevée qui dépasse les 1400m.

Dans la région d'Aflou, il gèle en moyenne 69,8 j/an. Les mois de décembre et janvier sont les plus agressifs avec respectivement une fréquence de 14,5 et 16,5 jours / mois (Tab.1).

Tableau 1 : Répartition de la gelée en jour/an (2001-2014) pour la région d'Aflou (ONM, 2018).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jul.	Août.	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nj	16,5	12,7	9	4,15	0	0	0	0	0	2,25	12.5	14.5	69,8

Nj : nombre de jour de gelée

L'influence de la topographie sur la fréquence et l'intensité des gelées est la plus notable 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.

3.1.7.6 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).

La région est très froide en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige, s'étalant parfois de décembre à mars. Elle reste souvent plusieurs jours sur le sol, même en dehors des îlots montagneux. Elle est quelques fois singulièrement précoce.

Les mois de Janvier, Février et Mars sont ceux qui enregistrent les plus grandes fréquences avec 4, 2,3, 2,3 jours de neige respectivement. Les mois de Janvier, Février et Mars sont ceux qui enregistrent les plus grandes fréquences avec 4; 2,3 ; 2,3 jours de neige respectivement (Tab. 2).

Tableau 2 : Nombre de jours avec neige (1997-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	Total
N ^{bre} de jours	4	2,3	0,9	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,5	2,3	10,1

La neige est un facteur favorable pour la germination de pistachier de l'Atlas.

3.1.8 Synthèse climatique

3.1.8.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Ce Diagramme permet de définir la saison humide et la saison sèche au cours de l'année. Pour la région d'Aflou, la période sèche s'étale sur 6 mois ; du début-avril jusqu'au début-octobre (Fig. 16) durant laquelle les végétaux sont stressés suite au déficit hydrique et de la hausse de la température.

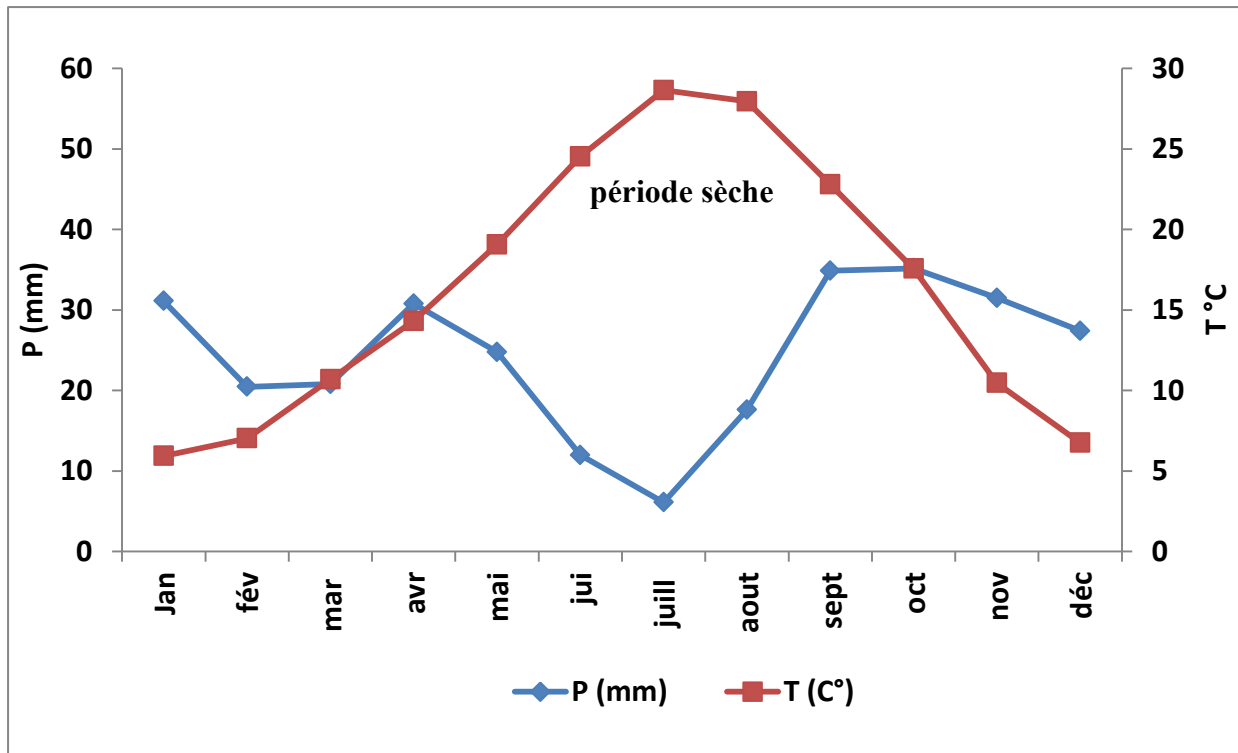


Figure 16 : Diagramme Ombrothermique de la région d'Aflou (1997-2017)

3.1.8.2 Quotient pluviothermique d'Emberger

Ce quotient a été mis en place par Emberger pour déterminer les types de climats de la région méditerranéenne, il est calculé par la formule Stewart (1969) adaptée pour l'Algérie :

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

Q₃ : quotient pluviométrique.

P : précipitation moyennes annuelles (mm). P (mm) = 290,58 mm.

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 du quotient pluviométrique d'Emberger de la région d'Aflou $Q_3=29,23$ avec une variante thermiques (m) de 0,3°C. Donc la région d'Aflou est classée dans l'étage semi-aride inférieur variante à hiver frais (Fig. 17).

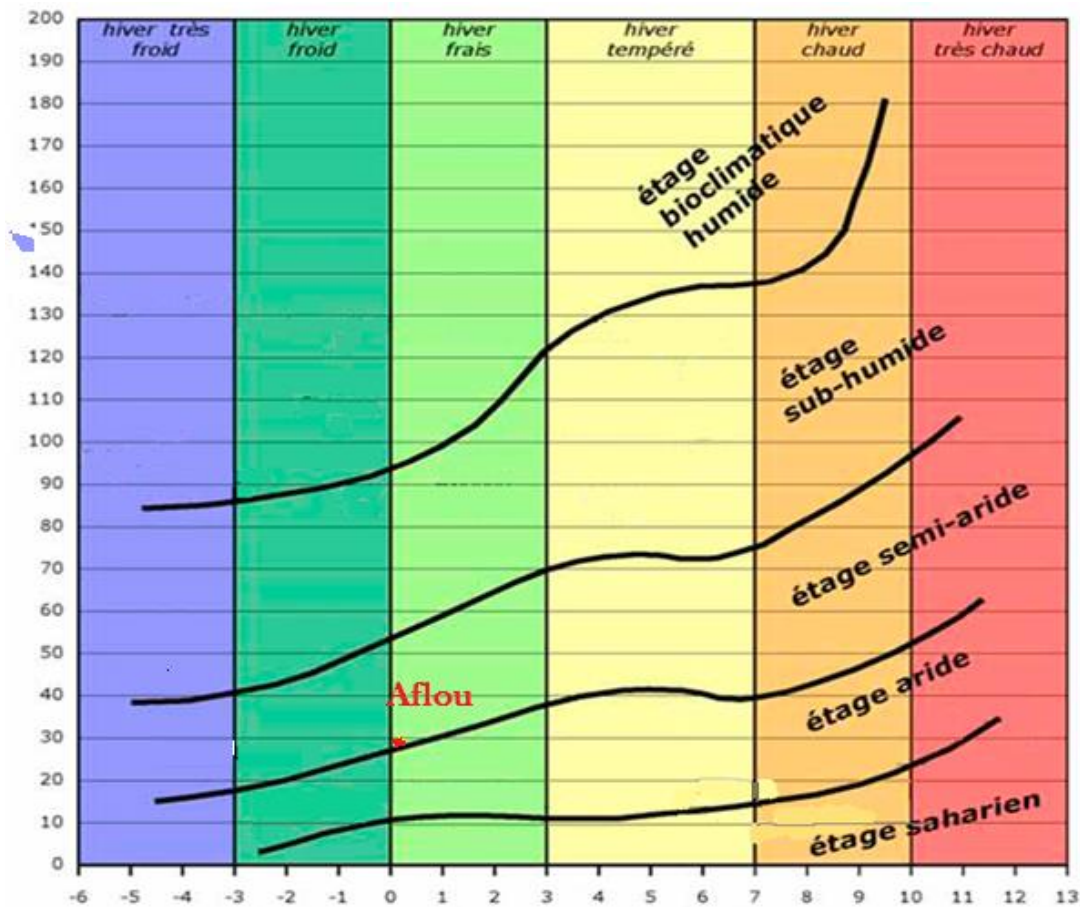


Figure 17 : Etage bioclimatique de la région d'Aflou (1997-2017)

3.1.8.3 Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice prend en considération les précipitations et les températures annuelles. L'indice d'aridité 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).

Le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne pour la région d'Aflou a permis d'avoir une valeur de 10,39, ce qui permet 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)
$5 < I < 10$	Aride (A)
$10 < I < 20$	Semi-aride (SA)
$20 < I < 30$	Subhumide (SH)
$30 < I < 55$	Humide (H)
$I > 55$	Per humide (PH)

3.2. Méthodologie

3.2.1 Objectif d'étude

Ce travail a été réalisé dans le but d'étudier les essais de germination des graines d'une plante relicue en voie de disparition : le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) du Djebel Amour (Aflou) d'origine deux provenances ; Tbouda (Sebgag) et Sidi Bouzid.

3.2.2 Provenance des graines avec préparation

Afin de réaliser les essais de germination, nous avons utilisé un nombre de 1500 graines de pistachier de l'Atlas récolté de la fin de l'année 2018 (stockage de 2,5 ans), de deux provenances ; la première provenance **P1** est celle de la région de Tbouda (Sebgag, sud-ouest d'Aflou), et la deuxième provenance **P2** est celle de la région de Sidi Bouzid (Nord d'Aflou).

Les graines utilisées sont mises à germer dans des boîtes pétri en plastique avec un papier absorbant imbibé par l'eau distillée, à raison de 1500 graines réparties en 48 boîtes de pétri (750 graines pour chaque région). La méthodologie de travail est illustrée dans un organigramme (Fig.18).

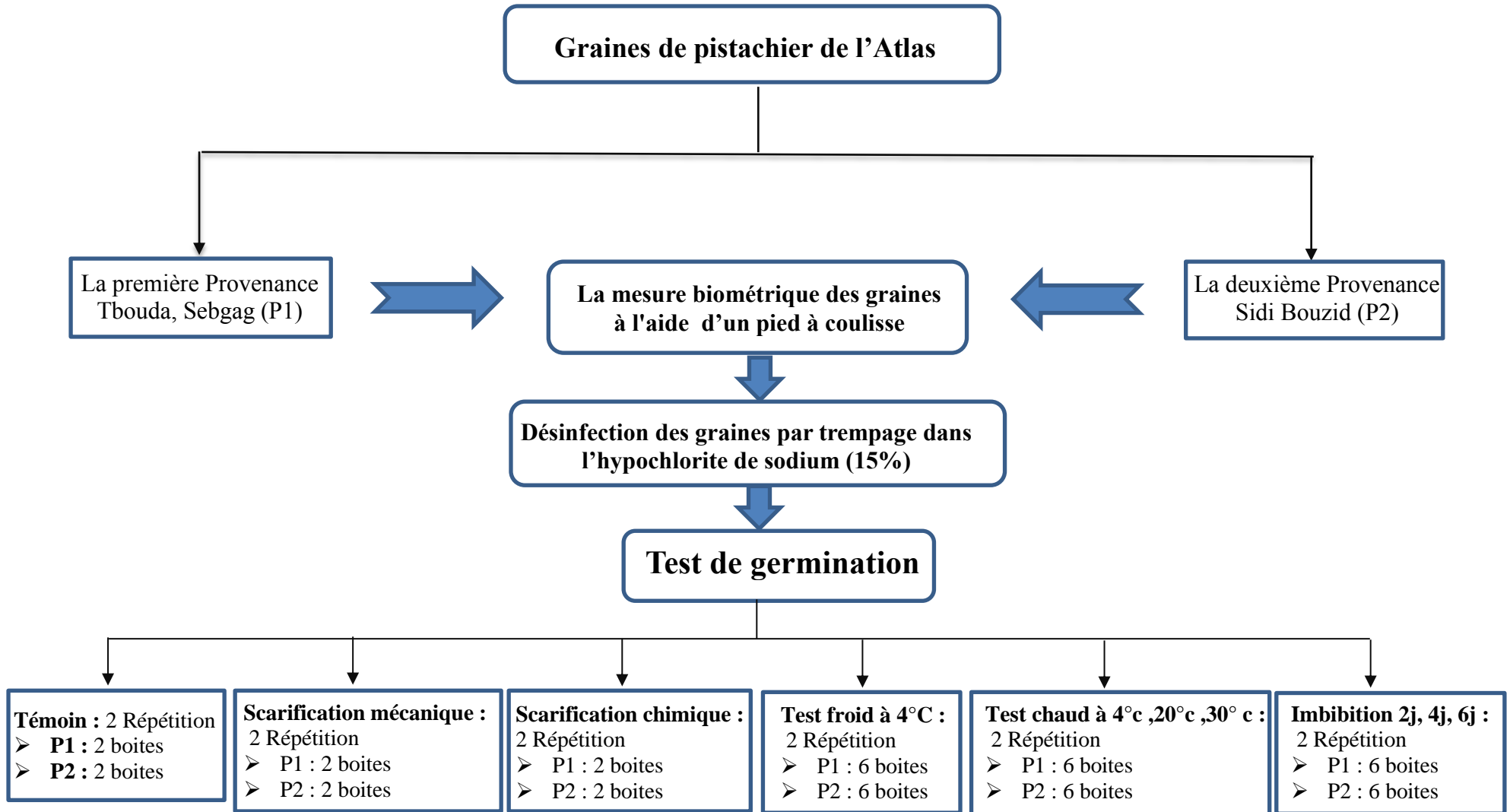


Figure 18 : Organigramme présentant la méthodologie adoptée pour l'étude de la germination des graines de pistachier de l'Atlas

L'intervalle de la température du *Pistacia atlantica* est de 15 °C à 35 °C mais la température optimale de la germination est de 25 °C, pour cela les boîtes ont été placées dans l'étuve à une température constante de 25 °C. L'aération des boîtes est manuelle et quotidienne. Les graines sont dénombrées quotidiennement, l'émergence des radicules étant l'indicateur de la germination (Aoudjit, 2006).

Avant le commencement des tests de germination, une étude de caractérisation biométrique a été réalisée sur les graines des deux provenances.

3.2.3. Mesures biométriques des graines

3.2.3.1. Longueur, largeur et poids des graines

* **Longueur et largeur** : nous avons mesuré les largeurs (grande largeur, petite largeur) et les longueurs de toutes les graines 1500 graines des deux provenances à l'aide d'un pied à coulisse de précision (0.01 mm) (Fig.19) (Suska et al., 1994).



Figure 19 : Mesures biométriques de la graine à l'aide d'un Pied à coulisse

* **Poids** : nous avons pesé le poids de 100 graines de pistachier d'Atlas pour les deux provenances à l'aide d'une balance de précision (0.001 g). Le poids de 100 graines (exprimé en grammes) (Suska et al., 1994).

Les graines sont désinfectées par trempage dans l'hypochlorite de sodium (15%), les 1500 graines de deux provenances sont trempées dans l'eau pendant 24 h.

Eventuellement, des témoins (graines non traitées) ont été pris en considération pour vérifier la probité de toute expérience scientifique.

3.2.3.2. Description des tests de traitement

Cinq traitements ont été testés :

1. Scarification mécanique

Après le trempage des graines dans l'eau distillée pendant 24 h, les graines subissent une scarification mécanique (enlevé le tégument manuellement) (Benadjaoud et Aid, 2004).

2. Scarification chimique

L'acide sulfurique concentré 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 (H₂SO₄) durant 15 minutes puis elles sont imbibées par l'eau distillée, trois fois pendant cinq minutes.

3. 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 (Bouallem, 2014).

Trois temps d'imbibition sont réalisés :

- 50 graines : imbibées dans l'eau distillée pendant 2 jours
- 50 graines : imbibées dans l'eau distillée pendant 4 jours
- 50 graines : imbibées dans l'eau distillée pendant 6 jours avec le changement de l'eau d'imbibition chaque jour.

4. Test à froid

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 une chambre humide pendant trois temps de stratification à froid :

1. Pendant 7 jours (1 semaine).
2. Pendant 14 jours (2 semaines).

3. Pendant 21 jours (3 semaines).

5. Test à chaud

Les graines ont été mises à une trois températures différentes :

1. Température de 20 °C.

2. Température de 30 °C.

3. Température de 4°C.

3.2.4 Taux de germination (TG)

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 totale de graines (Mazliak, 1982).

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

3.2.5 Temps moyen de la germination (TMG)

TMG c'est un mode d'expression de la vitesse de germination, d'une population de semences mises à germer dans des conditions parfaitement contrôlées .Le temps moyen de germination (TMG) se calcule de la façon suivante .Selon Corbineau et Come (2006) :

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

N1 : Nombre des graines germées au temps T1.

N2 : Nombre des graines germées au temps T2.

Nn : Nombre des graines germées entre temps Tn-1et Tn.

T : Nombre de jours d'observation.

3.2.6 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). Les analyses de variances (ANOVA) ont permis de comparer entre les caractéristiques des

graines des deux provenances. Ces tests statistiques sont obtenus par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows et aussi par Microsoft Excel 2007.

Partie II : Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Caractéristiques des graines

4.1.1 Longueurs des graines pour les deux provenances

La longueur moyenne des graines de la première provenance (Tbouda, Sud d'Aflou) est de $6,66 \pm 0,52$ mm, elle varie entre 5,15 et 8,18 mm. Le coefficient de variation est de 7,79%.

La longueur moyenne des graines de la deuxième provenance (Sidi Bouzid, Nord d'Aflou) est de $7,92 \pm 0,56$ mm, elle varie entre 5,92 et 9,10 mm. Le coefficient de variation est de 7,07%

Il existe une différence statistiquement significative entre les longueurs de graines : ($F_{1,1498} = 2010$; $P \leq 0,0001$), celle de Sidi Bouzid est plus importante (Fig.20)

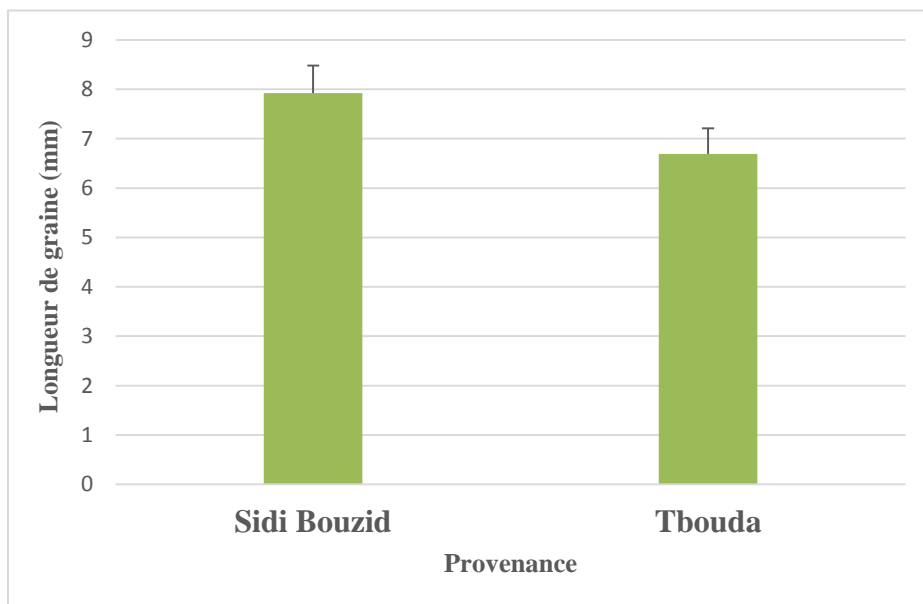


Figure 20 : Longueurs des graines de pistachier dans les deux provenances

4.1.2 Largeurs des graines pour les deux provenances

a) Grande largeur

La moyenne de la grande largeur des graines de la première provenance est de $5,39 \pm 0,40$ mm, elle varie entre 4,14 et 7,26 mm. Le coefficient de variation est de 7,39%.

La moyenne de la grande largeur des graines de la deuxième provenance est de $5,87 \pm 0,31$ mm, elle varie entre 4,39 et 6,74 mm. Le coefficient de variation est de 5,26%.

Nous avons remarqué qu'il existe une différence statistiquement significative entre les deux largeurs ($F_{1,1498} = 690$; $P \leq 0,0001$), celle de Sidi Bouzid est plus importante (Fig.21).

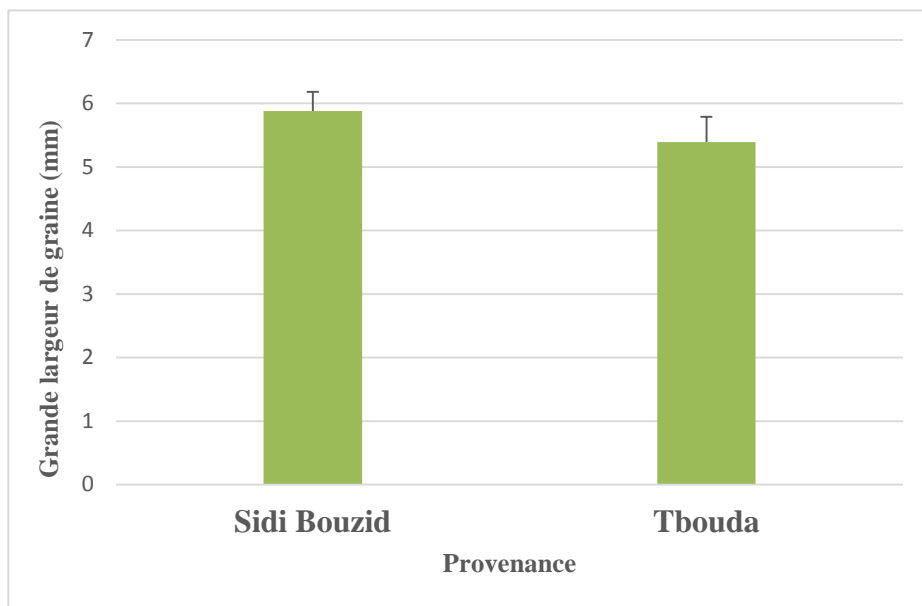


Figure 21 : Grande largeur des graines de pistachier dans les deux provenances

b) Petite largeur

La moyenne de la petite largeur des graines de la première provenance est de $4,65 \pm 0,45$ mm, elle varie entre 3,18 et 6,07 mm. Le coefficient de variation est de 9,85%.

La moyenne de la petite largeur des graines de la deuxième provenance est de $4,46 \pm 0,31$ mm, elle varie entre 3,69 et 5,93 mm. Le coefficient de variation est de 7,08%.

Il existe une différence statistiquement significative entre les deux largeurs ($F_{1,1498} = 84,9$; $P \leq 0,0001$), celle de Tbouda est plus importante (Fig.22).

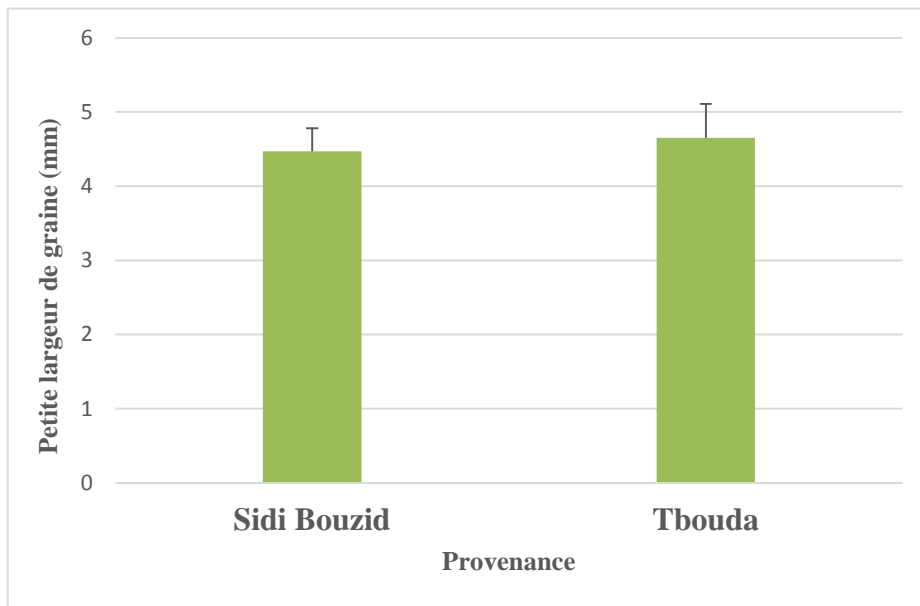


Figure 22 : Petite largeur des graines de pistachier dans les deux provenances

4.1.3 Poids des graines de pistachier des deux provenances

La masse moyenne de 100 graines de la première provenance est de $9,82 \pm 0,79$ g, elle varie entre 8,73 et 10,85 g. Cependant, la masse moyenne de 100 graines de la deuxième provenance est de $11,47 \pm 0,26$ g, elle varie entre 11,06 et 11,88 g.

Il existe une différence statistiquement significative entre les poids de 100 graines ($F_{1,10} = 23,1$; $P=0,0007$), celui de Sidi Bouzid est plus important (Fig. 23).

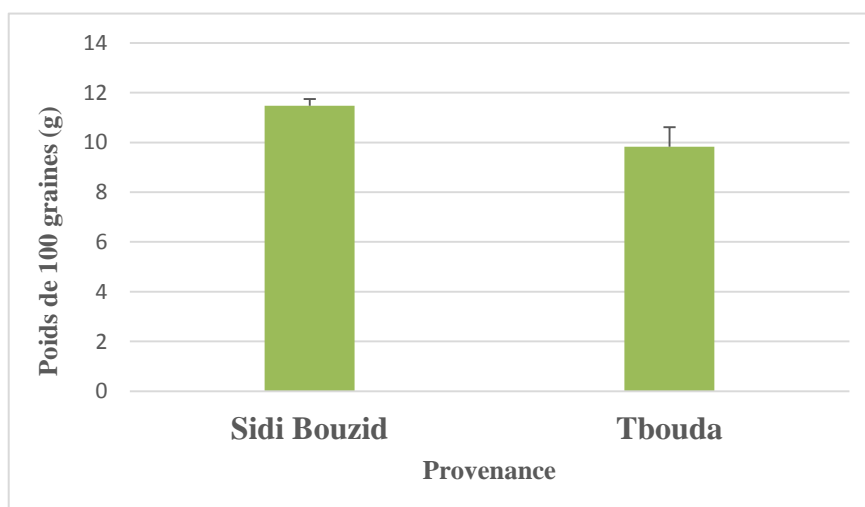


Figure 23 : Masse moyenne de cent graines de pistachier dans les deux provenances

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

4.2 Taux de germination des graines

4.2.1 Témoin

Les graines témoins des deux provenances n'ont donné aucune germination durant les 4 semaines de suivi.

4.2.2 Test scarification mécanique

Les graines scarifiées mécaniquement des deux provenances n'ont donné aucune germination durant les 4 semaines de suivi.

La régénération du pistachier de l'Atlas est difficile et s'opère dans des conditions encore mal connues (Boudy, 1952). Elle reste très aléatoire et difficile du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination (Boudy, 1952).

La scarification constitue une méthode efficace permettant la levée de la dormance embryonnaire et tégumentaire affectant les graines du pistachier de l'Atlas (Yaaqobi et *al.*, 2009). Dans cette étude, l'efficacité de cette technique n'a pas eu de résultat, il en est de même pour les résultats de Bendouma (2019) sur la même population.

4.2.3 Test scarification chimique (H₂SO₄)

Le test de scarification chimique des graines par l'acide sulfurique des deux provenances n'a abouti à aucune germination durant les quatre semaines de suivi.

Concernant la scarification chimique des graines par trempage dans une solution par l'acide sulfurique concentré pendant 15 minutes ont enregistré une germination nul, confirme bien le fait que *Pistacia atlantica* est une espèce dont les semences sont munies de téguments très coriaces pour lesquels les effets du traitement à l'acide pendant 15 mn, du trempage dans l'eau pendant 24 heures ne sont pas suffisants. Some et *al* (1987) affirment d'ailleurs que ces prétraitements ne sont généralement efficaces que lorsqu'ils sont appliqués à des semences

aux téguments peu durs. D'un autre côté, Aletà et *al.* (1997) signalent que le taux de germination des différentes espèces du genre *Pistacia* dépend largement de l'espèce : *Pistacia integerrima* 33,2%, *Pistacia palestina* 41,2%, *Pistacia vera* 53,1% et *Pistacia terebinthus* germe, très mal, uniquement 22,9%. Ces auteurs signalent que l'apport de froid en condition de stratification humide améliore les résultats.

4.2.4 Test d'imbibition

Le test des trois temps d'imbibition n'a donné aucune germination de graines pour les deux provenances durant les quatre semaines de suivi (Fig.24).



Figure 24 : Test d'imbibition des graines de pistachier de l'Atlas

La dureté des téguments reste le facteur le plus susceptible d'inhiber l'accès de l'eau dans la graine.

4.2.5 Test à froid

Le test de stratification à froid (pendant les trois durées) n'a donné aucune germination de graines des deux provenances durant les quatre semaines de suivi (Fig. 25).

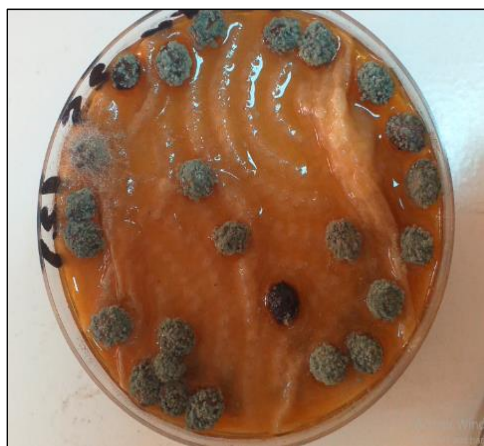


Figure 25 : Test de froid des graines de pistachier de l'Atlas.

Pour ce test, Bendouma (2019) a déjà mentionné un taux très faible de 1% sous le test de froid pour les graines de Sidi Bouzid avec l'absence de germination des graines de Tbouda.

4.2.6 Test à chaud

Le test à chaud (de trois différentes températures) n'a donné aucune germination de graines des deux provenances durant les quatre semaines de suivi (Fig. 26). Ce qui confirme les résultats de Bendouma (2019) pour la même population.



Figure 26 : Test de chaud des graines de pistachier de l'Atlas

Dans notre cas, les graines utilisées sont des graines de la fin de l'année 2018 (la récolte de 2,5 ans), la vigueur des graines 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 (Breakford, 1995 ; Benyahia, 2017). Cependant, Hechachna (2020) a mentionné des taux de germination nettement plus importants dans les mêmes populations et pour d'autres provenances aussi. Cependant, Bendouma (2019) pour nos mêmes provenances a signalée une absence presque totale de la germination, excepté les tests de froid et de scarification mécanique qui ont montré des taux relativement faibles.

La vigueur des graines qui est primordiale à la germination qui 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 ainsi que l'âge et la taille des graines (Breakford, 1995 ; Benyahia, 2017).

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.

Dans les conditions naturelles, certains auteurs supposent que le transit des graines dans le tube digestif d'animaux consommateurs doit favoriser leur germination (Harfouch et *al.*, 2005). Généralement, dans ce phénomène, les graines sont portées par certains oiseaux grâce à leurs pelotes de rejection au sein des touffes épineuses du *Zizyphus* qui les protègent ou encore par le corbeau, grâce à sa déjection qu'il émet entre les pierres du sommet des falaises (Monjauze, 1980; Abedassalem, 2009).

L'espèce, la variété, la taille et le poids des semences sont quelques-uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences.

Les facteurs avant récolte correspondent, entre autres (Côme, 1993):

- au climat (température, pluie et lumière) ;
- aux techniques culturales (fumure, produits phytosanitaires, etc.) ;
- à la position des semences sur la plante mère ;
- à l'âge de la plante mère.

Concernant les facteurs de la récolte, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination ; la date de récolte est donc importante.

Concernant les facteurs après récolte, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte (le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir, l'âge des semences) peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (Côme, 1993).

Conclusion

Conclusion

Ce travail avait pour but l'étude d'une plante relique en voie de disparition : le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) au niveau de deux provenances ; la première provenance est celle de la région de Tbouda (Sebgag, sud-ouest d'Aflou), et la deuxième provenance est celle la région de Sidi Bouzid (Nord d'Aflou). Les échantillons des graines des deux provenances ont été stockés durant 2,5 années dans des températures ambiantes.

La caractérisation morphométrique des graines a révélé l'existence d'une différence significative de formes représentée par les dimensions des graines :

La longueur des graines de Sidi Bouzid est plus importante que celle de Tbouda.

La grande largeur des graines de Sidi Bouzid est plus importante que celle de Tbouda.

La petite largeur des graines de Tbouda est plus importante que celle de Sidi Bouzid.

Ces dimensions déterminent la forme de chaque population étudiée entre la forme arrondie et la forme ovale.

La masse moyenne des graines est plus importante chez la population de Sidi Bouzid que celle de Tbouda.

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, test d'imbibition et test de chaud n'ont donné aucun résultat positif de germination, ni sur le taux ni sur la vitesse de germination des graines des deux provenances.

La durée de stockage des échantillons de graines durant 2,5 ans a probablement agi négativement sur la viabilité des graines et a empêché leur germination.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelkrim, H. (1992). Un joyau floristique: l'oued Edikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. Doc. Phytosoc, 211-218.

Aidoud –Lounis F., (1984). Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum*) des hauts plateaux sud-Oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse doct .3ème cycle, USTHB. Alger, 253 p.

Ait Radi A.,(1979) . Multiplication par voie végétative et par semi de *Pistacia atlantica* Desf. Et l'*Ailantus altissima*. Thèse, ing. agr., INA, El Harraach, Alger, 40p.

Aleta N., Ninot A., Rouskas D. et al 1997- la multiplication du pistachier. Options méditerranéennes. Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier, n°14-16. Ed. Ciheam. Pp.93-133.

AL-Saghir, M. G. (2006). Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* (Anacardiaceae) (Doctoral dissertation, Virginia Tech).

Alvarado, V., & Bradford, K. J. (2002). A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell & Environment*, 25(8), 1061-1069.

Andersson L. and Milberg P. (1998). Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. *Seed Science Research*, 8: 29-38.

Anzala F. J., (2006). Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Th. Doct. Univ. d'Angers . 148 p.

Aoudjit H., (2006). Etude de la germination des graines du (*Pistacia atlantica* Desf) et essai de multiplication de *Pistacia Vera* .L. (*Pistachier vera*) en pépinière. Selon deux types de types de greffes .Mémoire de Magister. Institut national agronomique, El harache. P 93.

Atwell B., Kriedemann P. and Turnbull T., (1999)- Plants in action, adaptation in nature Performance in cultivation. Macmillan Publisher, South Yarra, Australia, 650p.

Audinet M., (1993) . Prétraitement des semences. Flamboyant .n°28 pp-21-23.

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

Badaoui M., (2016). Contribution à l'étude du pistachier hors dayas dans la région de Laghouat. Mém. Master. Univ. Laghouat.

Baskin C.C. and Baskin J.M., (1998). Seeds : ecology, biogeography, and évolution of dormancy and germination. Académie press, San Diego. 666 p.

Belhadj S., (1999). Pistachio situation in Algeria. FAO - IHEAM Nucis. Newsletter. 8: 30.

- Belhadj S., (2001).** Les pistacheraies algériennes : état actuel et dégradation. Cahiers Options Méditerranéennes, 56: 107-109.
- Belhadj S., (2007).** Etude éco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie. Préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et sa valorisation. Thèse de Doctorat d'Etat, U.M.M.T.O 184P.
- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers Ch. et Gauquelin T. (2008).** Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanée de *Pistacia atlantica* en Algérie. Canadian Journal of Botany. Vol. 86: 520-532.
- Bell D.T., (1999)-** Turner review No.1. The process of germination in Australian species.
- Bell D.T., Rokich D.P., Amchesney C.j. and plummer J.A., (1995).** Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. Journal of Vegetative Science ,6 :797-806.
- Benabdallah F., (2012).** Etude morphologique des feuilles et des fruits du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf) et valorisation des huiles essentielles des feuilles et de l'oléorésine. Mémoire de magistère, option biotechnologie, université Mohamed Kheider Biskra p37.
- Benadjaoud A. et Aïd F., (2004).** Effet de quelques traitements physico-chimique et de la température sur les facteurs germinative des graines de parkinsonia aculeata L. Annales de l'instut National Agronomique, El Harrach, Alger, Vol-25(1) :19-30.
- Bendouma K., (2019).** Essai de germination des graines du pistachier de l'Atlas (*pistacia atlantica* Desf) du Djebel Amour (Aflou) . Mém. Master. Univ. Laghouat.
- Benhassaini H., (1998).** Importance agro-écologique et composition biochimique de quelques espèces de *Pistacia*. Thèse de magister en écologie appliquée. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, 89 p.
- Benhassaini H, Belkhodja M., (2004).** Le pistachier de l'Atlas en Algérie : entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille, N°54, pp 1-2.
- Benhassaini, H., Mehdadi, Z., Hamel, L., & Belkhodja, M. (2007).** Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Science et changements planétaires/Sécheresse, 18(3), 199-205.
- Benyahia Y., (2017).** Etude de la germination des graines du *Pistacia Atlantica* Desf. (Pistachier d'Atlas). Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 68p.
- Bewley J.D., (1997).** Seed germination and dormancy. The Plant Cell, 9: 1055-1066.
- BNEDER. (2014).** Etude de faisabilité technico-économique de mise en valeur des terres par la concession. Périmètre Laarbas. Commune Besbes, (wilaya de Biskra).95p+annexe.

- Bouallem S., (2015).** Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelque espèce du genre pistacia. Thèse de doctorat en science. Université Stambouli Mustapha de Mascara.191 p.
- Boudy P., (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Édition la maison Rustique, Paris, 505 p.
- Boudy P., (1955).** Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Edit. Larousse. Paris.
- Bradford K.J., (1995).** Water relations in seed germination. *In: seed development and germination.* Kigel J., Galili G., Marcel Dekker, pp : 351-396.
- Brichet M., (1931).** Compte rendu du livre des journées de l'arbre fruitier. Alger, 735p.
- C.D.F., (1998).** Présentation du sous-secteur des forets. Laghouat, 33 p.
- Calaham R.Z., (1964).** La recherche sur les provenances unasylya. Revue international des forets et des produits forestiers .Vol.18(23) n°73-74.Pp.40-49.
- Chaba. B., Charaa O., et Khichane M., (1991).** Physiologie des arbustes en zones arides et semi arides : germination, morphogenèse racinaire et rythme de croissance de *Pistacia atlantica* .Desf Mémoire d'Ingénieur. I.N.A. El Harrache, Alger.89 p.
- Chaib Draa M ., (1994).**Contribution à l'étude d'un substrat en vue de la production de plants forestiers, cas du *Pistacia atlantica Desf* .Thèse Ing. INA. EL Harrach.50 p.
- Chraa, O., (1988).** Etude des facteurs limitants la germination de: *Simmondsia chinensis*, *Pistacia atlantica*, *Acacia cavenia* et *Juniperus phoenicia*. Essai d'élevage en pépinière. Th. Ing. INA. El Harrach. 51p.
- Côme D., (1970).** Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie, Paris VI.162 p.
- Côme D., (1975).** Rôle de l'eau, de l'oxygène, et de la température dans la germination .Paris, p27-44.
- Côme D., (1993).** Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences, C.R. Acad. Agric. Fr., 79, n°2, pp 35-46.
- Côme, D., & Corbineau, F. (2006).** Dictionary of the biology of seeds and seedlings. Dictionary of the biology of seeds and seedlings.
- Copeland L.O. And Mcdonald M.B., (1995)-** Seed Science and Technology, 3 rd Ed.Chapman & Hall, London.
- Dahmani CH., (2018).** Contribution à la caractérisation de quelques populations du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica*) dans la région de Laghouat. Mémoire master en amélioration des plantes. Université de Laghouat. Pp1-54.

- Dahmani W., (2011).** Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. Mém. Magister, Université de Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia, 135p.
- Despois, J., & Poncet, J. (1957).** Pour une Histoire rurale de l'Afrique du Nord. In Annales. Histoire, Sciences Sociales (Vol. 12, No. 3, pp. 455-466). EHESS.
- Deysson G., (1979).** Organisation et classification des plantes vasculaires. in "Cours de botanique générale, quatrième série, tome II. Édition : Société d'enseignement supérieur, Paris. 340 p.
- Djebaili, S. (1984).** Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie. Ed. OPU, Ben-Aknoun, Alger, 177.
- El Zerey-Belaskri A. et Benhassaini H., (2015).** Morphological leaf variability in natural populations of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* along climatic gradient : new features to update *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* Key. International journal of bimeteorology. 60(4) :577-589 pp.
- Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A. and El Oualidi J., (2007).** Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires. 2ème éd. *Institut Scientifique*. Rabat. 636 p.
- Gadiri F., et Righi R., (1993).** Étude phytoécologique des dayas à *Pistacia atlantica* Desf dans la wilaya de Naâma (Hautes plaines oranaises) Mémoire d'ingénieur d'état, spécialité : écologie végétale, option : Écosystème forestier. USTHB. 80 p.
- Geneve R.L., (2003).** Impact of temperature on seed dormancy. *Hort Science*, 38: 336 341.
- Ghris L., (2019).** Essai in vivo de la germination des graines du pistachier d'Atlas (*pistacia atlantica* Desf) . Mém. Master. Univ. Laghouat.
- Gourine N., Bombarda I., Yousfi M., et al., (2009).** Seasonal variation of chemical composition and antioxidant activity of essential oil from *Pistacia atlantica* Desf. leaves. *J Am Oil Chem Soc* 87: 157–66p.
- Guinet P. 1954.** Carte de la végétation de l'Algérie feuille de Beni Abbes. Maroc. p.175-203.
- Harfouche A., Chebouti-Meziou N., Chebouti Y., (2005).** Comportement comparée de quelques provenances de pistachier de l'Atlas introduites dans la réserve naturelle de Mergueb (Hautes plaines centrales d'Algérie). *Revue Forêt méditerranéenne*. Tome XXVI, n° 2- juin 2005.
- Hartmann T.H., Kester D.E., Dvies F.T.Jr. and Geneve R.L., (1997).** Plant propagation : Principales and Practices ,6th ed. Prentice –Hall Inc., Upper Saddle River, New jersey, U.S.A., 770 p.

- Kaabeche M., (2005).** Guide des habitats aride et saharien (typologie de la végétation d'Algérie, Projet/ALG/00/G35.
- Kadi-Bennane S., Ait-Said S., & Smail-Saadoun N., (2005).** Etude adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* (Ain Oussera-Messaad-Taïssa) par le biais du complexe stomatique. Opt. Méd, 63, 365-368.
- Kadik B., (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.) en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. Ed. OPU, Alger, 280p.
- Kaska N., (1994).** Choice and breeding of Pistacia root stocks. Ciheam. Fao. Cours approfondi –Production et économie des fruits secs .Reus (Tarragona) 8P.
- Kellal, A. (1979).** Essai de détermination de zones à vocation pistachier en Algérie. Th. Ing. INA. El Harrach. 80p.
- Kemp R.H., (1975).** Seed pretreatment and principales of nursery handling.In Report on FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling ,Vol .II. FAO, Rome.
- Khadraoui, A. 2004.** Eaux et sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement). Ouargla : Houma, Algérie. 393 p.
- Lacaze J.f., (1993).**Quelque réflexions sur l'amélioration des arbres forestiers. Bulltin. Techniques n° 14.Office National des forêts .pp3.10 .
- Lagha L., (1993).** Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction chez l'espèce *pistacia atlantica* .Th. Ing. INA, Alger, P96.
- Larouci-Rouibat A., (1987).** Étude biochimique et physiologique des semences du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) Mémoire des études supérieures en Physiologie Végétale, Option : Biochimie. USTHB Alger. 113 p.
- Lovato A. and Balboni N., (2002).** Vigour in maize (*Zea mays* L.): Two year laboratory and field test compared. Italien journal of Agronomy, 1:1-6.
- Maamri S., (2008).** Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais anti leishmanies, Mém. Mag. Uni. M'hamed Bougara Boum : 96p.
- Mazliak P., (1982).** Phtisiologie végétale, croissance et développement, Nouvelle Edition paris ,459 P.
- Messaoudi A., (2019).** Contribution à l'étude de la morphologie foliaire du pistachier de l'Atlas dans les dayas de Laghouat. Mém. Master. Amélioration des plantes. Univ. Laghouat, 55p.

- Mitchell A., (1992).** Tous les arbres de nos forêts. Paris - Bruxelles : Elsevier séquoia (Multiguide nature), 414 p.
- Moghtader, M. (2010).** Comparative survey on the essential oil composition from the leaves and fruits of *Pistacia mutica* Fischer Kerman province. Middle East Journal of Scientific Research, 5(4), 291-297.
- Moles A.T. and Westoby M., (2006).** Seed size and plant strategy across the whole life cycle. Oikos, 113:91-105.
- Monjauze A., (1965).** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. En Algérie ; Bul. Sociol .Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.T 56 : 128p.
- Monjauze A., (1968).** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Bull. Société d'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.128p.
- Monjauze A., (1980).** Connaissance du bétoum (*Pistacia atlantica* Desf.). Revue forestière française, 32 (4): 357-63.
- Moore S., Bannister P. and Jameson P.E.,(1994) -** The effects of low temperatures on seed germination of some New Zealand species of Pittosporum. New Zealand Journal of botany, 32:483-485.
- Morsli A., (1992).** Analyse de la structure sexuelle d'un peuplement de *Pistacia atlantica* Desf dans une daya de la région de Messaad , Mém.Ing.INA.ELHarrach.57.
- Nedjma A., (2017).** Contribution à l'évaluation des effets du puceron doré sur le pistachier de l'atlas dans la région de Laghouat. Mémoire Master 02 en Amélioration des plantes. Université de Laghouat. Pp1-76.
- Nègre R., (1962).** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. Ed. C.N.R.S.
- Office national de météorologie (ONM). (2018).** Données météorologiques d'Aflou Laghouat. 8p.
- Ozenda P., (1977).** Flore du Sahara .2 édition, complétée .Paris : Centre national de la recherche scientifique (CNRS) Performance in cultivation. Macmillan Publisher, South Yarra, Australia, 650p.
- Ozenda P., (1983).** Observation sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du Sud Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45 (3- 4) : 189-224.
- Ozenda P., (2004).** Flore et végétation du Sahara. 2ème éd. Paris, France. CNRS Ed.
- Pesson P et Louveaux J., (1984),** pollinisation et production végétale.INRA.Paris.179p.
- Pouget M., (1980).** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Paris : ORSTOM, (116), 8-556 p. (Travaux et Documents de l'ORSTOM ; 116). Th. Sc. Nat. : Aix-Marseille 3 : 1979/07/12, ISBN 2-7099-0564-7.

- Quézel P. et Médail F., (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, p11-31.
- Ramade F., (1984).** Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale. Mc Graw-Hill, 397 p.récolte au semis. Ed. INRA. 292p.
- Seltzer P., (1946).** Le climat de l'Algérie.Inst. Météo. Et de Phys.Du globe. Univ. Alger, 219p.
- Smail-Saadoun N., (2005).** Types stomatiques du genre Pistacia: *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. Options méditerranéennes, série A, 63: 369-71.
- Somon E., (1987).** Arbre, arbustes et arbrisseaux en Algérie. O.P.U. Alger. 586 p.
- Spina P, et Pennisi F., (1957).** La culture du pistachier en Sicile. Riv. Ortoflorofrutticult. Ital. 19: 533-557p.
- Stamboul M., (2004).** Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien (l'exemple du Djebel Amour). Thèse doct. Univ. Oran, 310p.
- Stamboul M. 1983.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallée de Sebtag (Djebel Amour, Atlas Saharien central, Algérie). Thèse de Magistère : Institut des sciences de la terre Oran, 151p.
- Stewart P., (1969).** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull Soc Hist. Nat Afri Nord 59:23–36.
- Suska B., Muller C., et Bonnet-Masimbert M., (1994).** Graines des feuilles forestières. De la récolte au semis .Ed. INRA 292P.
- 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, Membrebourne ,pp :46-57.
- Vergas, M. E. Y. (1990).** Estudio fisiológico de los alimentos ricos en carbohidratos en funcion del indice glucemico (Doctoral dissertation, Universidad de Salamanca).
- Veselova T.V., Vesloviskii 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.
- Vincent E.M. and Roberts E.H., (1977).** The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. Seed Science & Technology, 5: 659-670.
- Whitehouse, W. E. (1957).** The pistachio nut—a new crop for the western United States. Economic Botany, 11(4), 281-321.

Woodroof, J. G. (1979). Tree nuts, Production, Processing. Products, Second Edition. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn. VII. APPENDIX..

Yaaqobi A., El Hafid L., Haloui B., (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. De la région Orientale du Maroc. Biomatec Echo 6(3):39–49.

Zahzah A., (2016). Contribution à une étude comparative de développement du pistachier de l'atlas planté dans la région de Laghouat. Mémoire Master en Amélioration des plantes. Université de Laghouat. 48p.

Zeng X.Y., Chen R.z., Fu J.R 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 of Botany, Jerusalem Series 5, pp187-228.