



▼ République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Scientifique



Université Amar THLIDJI- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DÉPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Bendebba Zohra

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VÉGÉTAUX

Thème

**Contribution à l'étude dendrométrique et des
bio agresseurs de *Pestacia Atlantica* Desf dans
trois dayas de la région de laghouat**

Membre de jury :

Nom et	Grade	Qualité
ROUGHI T.	MAA	Président
KADDOURI M-A	MCA	Examineur
KOUIDRI M.	Pr	Encadreur
AMRANI O.	MCB	Co-Encadreur

Promotion : Septembre - 2024

عنوان المذكرة : مساهمة في دراسة أمراض وآفات البطم الأطلسي في بعض ضايات منطقة الأغواط
المؤطر: قويدري محمد **الإسم:** زهرة **اللقب:** بن دبله
مساعد المؤطر: عمراني وردة

ملخص :

البطم الأطلسي ، *Pistacia atlantica*، هو أكثر الأنواع المحلية أهمية المستوطنة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. لها أهمية اجتماعية اقتصادية وبيئية كبيرة. الهدف من هذه الدراسة هو إحصاء الأمراض والآفات التي تصيب أشجار وأوراق هذا النوع الذي يستقر في الضايات في منطقة الأغواط ونواحيها. أجريت الدراسة ما بين شهري أبريل وجوان 2024 على 40 من أشجار البطم الأطلسي موزعة على ثلاث مواقع مختلفة. قمنا بعدة قياسات بيومترية على الأشجار والأوراق وكذا تتبعنا مختلف الأمراض والآفات التي تصيب هذا النوع. مكن قياس ارتفاع الشجر تسجيل متوسط 5.96 ± 0.37 م ؛ وبلغ متوسط قطر الجذع على مستوى 1.30 م عن الأرض 19.55 ± 4.05 سم ؛ متوسط عدد الفروع الأولى 3.8 ± 1.18 فرع ، وبلغ متوسط طول الأوراق 7.99 ± 0.06 سم وعرض الأوراق متوسط 5.49 ± 0.04 سم. يبلغ متوسط عدد الوريقات 8.62 ± 0.06 وريقة / ورقة ، و يبلغ طول الوريقة النهائية 2.96 ± 0.78 سم وعرضها 0.68 ± 0.01 سم. يُظهر عشائر البطم الأطلسي المدروسة أوجه التشابه والاختلاف مع العشائر الجزائرية الأخرى وفقًا للعوامل البيئية. أظهرت الدراسة أن هناك عدة أمراض وآفات تظهر خاصة على مستوى الأوراق بدرجات مختلفة من موقع لآخر وكان أهمها حشرة المن متبوعة بظاهرة اصفرار الأوراق وكذا قضم الأوراق حيث تصيب 100% من الأشجار. وبأقل تأثير ظاهرة نخر الأوراق وتأثير الحشرة حافرة الأنفاق على مستوى الأغصان (*Chaetoptelius vestitus*). تم مقارنة النتائج المتحصل عليها ومناقشتها في ضوء الدراسات المتاحة وطنيا ودوليا.

الكلمات المفتاحية: البطم الأطلسي ، الضاية ، القياسات البيومترية للأوراق ، الأمراض والآفات، الأغواط.

Memory title : Contribution to the study of diseases and pests of the Atlas pistachio tree in some Dayas in the Laghouat region.

Name : Bendebla

First name : Zohra

Directed by : Kouidri Mohammed

Co- Directed by : Amrani Ouarda

Abstract :

The Atlas pistachio tree, *Pistacia atlantica* Desf., is one of the native species that plays a considerable role in arid and semi-arid regions. It has important socio-economic and ecological interests. The objective of this study is to identify the diseases and pests that affect the trees and leaves of this species that settle in the Dayas of the Laghouat region and its surroundings. The study was conducted between April and June 2024 on 40 Atlas pistachio trees, distributed over three different sites. We carried out several biometric measurements on the trees and leaves, as well as monitoring various diseases and pests that affect this species. Tree height measurements revealed an average of 5.96 ± 0.37 m; The average trunk diameter at 1.30 m from the ground was 19.55 ± 4.05 cm. The average number of first branches is 3.8 ± 1.18 branches,

the average leaf length is 7.99 ± 0.06 cm and the average leaf width is 5.49 ± 0.04 cm. The average number of leaflets is 8.62 ± 0.06 leaflets/leaflet, and the terminal leaflet is 2.96 ± 0.78 cm long and 0.68 ± 0.01 cm wide.

The studied populations of Atlas pistachio have similarities and differences with other Algerian populations depending on environmental factors.

The study showed that there are several diseases and pests that appear, especially at the leaf level, to varying degrees from one site to another, the most important of which was the aphid, followed by the phenomenon of yellowing of the leaves, as well as leaf browsing, which affects 100% of the trees. Followed by leaf necrosis and the effect of the tunneling insect on the branches (*Chaetoptelius vestitus*) with lesser effect.

The results obtained were compared and discussed in the light of the studies available at the national and international level.

Key words: Pistacia atlantica, Dayas, Leaf biometry, Diseases and pests, Laghouat.

Titre du mémoire : Contribution à l'étude des maladies et ravageurs du pistachier de l'Atlas dans quelques Dayas de la région de Laghouat.

Nom: Bendebila

Prénom: Zohra

Encadreur: Kouidri Mohammed

Co- Encadreur: Amrani Ouarda

Résumé :

Le pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., est l'une des espèces autochtones qui joue un rôle considérable, dans les régions arides et semi-arides. Il possède des intérêts socioéconomiques et écologiques importants. L'objectif de cette étude est de évaluer les maladies et ravageurs qui affectent les arbres et les feuilles de cette espèce qui s'installent dans les Dayas de la région de Laghouat et ses environs.

L'étude a été menée entre avril et juin 2024 sur 40 arbres de pistachier de l'atlas, répartis sur trois sites différents. Nous avons effectué plusieurs mesures biométriques sur les arbres et les feuilles, ainsi que le suivi de diverses maladies et ravageurs qui affectent cette espèce. Les mesures de la hauteur des arbres ont révélé une moyenne de $5,96 \pm 0,37$ m ; Le diamètre moyen du tronc à 1,30 m du sol était de $19,55 \pm 4,05$ cm. Le nombre moyen de premières branches est de $3,8 \pm 1,18$ branches, la longueur moyenne des feuilles est de $7,99 \pm 0,06$ cm et la largeur moyenne des feuilles est de $5,49 \pm 0,04$ cm. Le nombre moyen de folioles est de $8,62 \pm 0,06$ folioles/foliole, et la foliole terminale mesure $2,96 \pm 0,78$ cm de long et $0,68 \pm 0,01$ cm de large.

Les populations de pistachier de l'atlas étudiées présentent des similitudes et des différences avec les autres populations algériennes en fonction des facteurs environnementaux.

L'étude a montré qu'il existe plusieurs maladies et ravageurs qui apparaissent, notamment au niveau des feuilles, à des degrés divers d'un site à l'autre, dont le plus important est le puceron, suivi du phénomène de jaunissement des feuilles, ainsi que du broutage des feuilles, qui affecte 100 % des arbres. Suivi de la nécrose des feuilles et de l'effet de l'insecte tunnelier sur les branches (*Chaetoptelius vestitus*) avec un effet moindre. Les résultats obtenus ont été comparés et discutés à la lumière des études disponibles au niveau national et international.

Mots clés : *Pistacia atlantica*, Dayas, biométrie foliaire, Maladies et ravageurs, Laghouat.

Dédicaces

Au nom de dieu qui nous a éclairé les chemins du savoir, je dédie ce travail

:

À ceux qui sont sans pareils dans l'univers, à ceux qui nous ont ordonné à Allah leur justice, à ceux qui ont tant donné et donné ce qui ne peut pas être rendu, à vous ces précieuses paroles **ma mère et mon père**, je vous dédie cette recherche, car vous avez été le meilleur soutien de moi tout au long de ma carrière universitaire.

A ma sœur unique et seconde mère,

Mon amour, mon soutien, mon soutien et mon penchant, que Dieu illumine ton chemin

A Mes adorables frères

Mokhtar ·Mohammed ,Taher,Nour El ddin, Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de joie, de santé et de prospérité.

À ma cousine et sœur,

Nour El houda Zikmai

À mes amis Hanan, Fatna et Khawla

Et à tous ceux qui m'ont appris une lettre depuis mon enfance jusqu'à mon âge adulte, notamment les professeurs de sciences agricoles, Professeur **Ameur,**

Amrani, Marfoua, Kouidri, Ben chettouh....

À toute la famille de mon père jeunes et vieux, et à la famille de ma mère.

Bendebla Zohra



Remerciements

Tout d'abord, je remercie Allah, qui m'a donné la santé et la volonté, de terminer ce qui me reste de ma carrière académique et la fatigue de toutes ces années, afin d'atteindre l'objectif de ma chère mère.

*Mes premiers remerciements à **Mr. Kouidri M.** Professeur à l'université de Laghouat d'avoir proposé ce thème et dirigé ce travail, son aide précieuse, son amabilité, sa gentillesse, ses encouragements et ses conseils m'ont permis de mener à bien ce mémoire.*

*Je tiens à remercier vivement ma Co-promoteur **Mme. Amrani O.** Conférencier à l'université de Laghouat pour son aide et ses encouragements et d'avoir être à mes côtés.*

*Je tiens à remercier **Mr. ROUGHY T.** Maître-assistant chargé de cours à l'université de Laghouat d'avoir présidé ce jury malgré ses préoccupations.*

*Nos remerciements vont aussi à **Mr. Kaddouri M-A.**, Maître de Conférences à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Je remercie toute la famille généreuse du département des sciences agronomiques, les enseignants et les étudiants

SOMMAIRE

Introduction	01
Partie 1 : Synthèse bibliographique.....	03
Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier de l'atlas	04
1.1. Le genre Pistacia	05
1.1.1. Historique	05
1.1.2. Généralités sur le genre Pistacia	05
1.1.3. Caractères botaniques du pistachier de l'Atlas.....	06
1.1.4. Systématique	06
1.1.5. Description morphologique	07
1.1.6. Exigences écologiques.....	11
1.1.7. Intérêts de <i>Pistacia atlantica</i>	13
1.1.8. Répartition géographique du Pistachier de l'Atlas	14
Chapitre 2 : Maladies du pistachier de l'atlas.....	17
2.1. Maladies physiologiques	18
2.1.1. Troubles physiologiques	18
2.1.2. Stress hydrique.....	18
2.2. Ravageurs	18
2.3. Maladies micro-organismes.....	20
2.3.1. Les maladies microbiennes.....	20
2.3.2. Les maladies fongiques.....	20
Chapitre 03 : Matériel et Méthodes.....	22

3.1. Présentation de la région de Laghouat.....	23
3.2. Caractéristiques climatiques	23
3.2.1. Précipitations.....	24
3.2.2 . Température	25
3.2.3. Vent	26
3.2.4. Humidité	27
3.2.5. Gelée	28
3.2.6. Diagramme Ombrothermique.....	29
3.2.7. Synthèse climatique	30
3.3. Localisation géographique des sites.....	32
3.3.1. Site 01 : El Kheneg (dayet Ennos).....	32
3.3.2. Site 02 : Oued M'zi	32
3.3.3. Site 03 : Oued M'zi (Dayat El qatoutia)	33
3.4. Méthodologie.....	34
3.4.1. Mesures dendrométriques	34
3.4.2. Maladies et ravageurs.....	38
3.4.3. Analyse statistique	38
Partie II : Analyse des données	39
Chapitre 4 : Résultats et discussion	40
4.1. Paramètres des arbres.....	41
4.1.1. Hauteur des arbres	41
4.1.2. Diamètre du tronc	42

4.1.3. Nombre des premières ramifications.....	43
4.1.4. Hauteur de tronc.....	44
4.1.5. Diamètre du houppier.....	44
4.1.6. Hauteur du Houppier	45
4.1.7. Volume du Houppier.....	46
4.2. Biométrie foliaire.....	46
4.2.1. Longueur de la feuille	46
4.2.2. Largeur de la feuille	47
4.2.3. Longueur de la foliole terminale.....	48
4.2.4. Largeur de la foliole terminale.....	49
4.2.5. Le nombre de folioles par feuille.....	50
4.3. Maladies et ravageurs.....	51
4.3.1. Puceron doré	52
4.3.2. Broutage des feuilles.....	54
4.3.3. Jaunissement des feuilles.....	55
4.3.4. Nécrose des feuilles (taches marrons).....	56
4.3.5. Effet de <i>Hylesinus vestitus</i> (= <i>Chaetoptelius vestitus</i>).....	56
Conclusion.....	58
Références bibliographiques.....	60
Annexe.....	69

LISTE DES FIGURES

Figure s	Titres	Page s
01	Arbre de pistachier de l'Atlas.....	7
02	Feuille de <i>Pistacia atlantica</i>	8
03	Fleurs mâles et femelles du pistachier de l'Atlas en plein floraison.....	9
04	Fruit du pistachier de l'Atlas avant maturation.....	10
05	Aire naturelle mondiale de <i>Pistacia atlantica</i>	14
06	Répartition du <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie.....	15
07	Carte de l'état sanitaire de <i>Pistacia atlantica</i> "Région Centre".....	16
08	<i>Capnodis carbonaria</i>	19
09	<i>Chaetoptelius vestitus</i>	19
10	Le puceron de pistachier de l'Atlas (<i>Geoica utricularia</i>)	20
11	Localisation géographique de Laghouat.....	23
12	Variabilité interannuelle en mm de pluies dans la région de Laghouat (2004-2018).....	24
13	Variation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018).....	25
14	Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région de Laghouat (2004-2018).....	26
15	Variation interannuelle de la vitesse de vent de la région de Laghouat (2004-2018).....	27
16	Evolution de la moyenne mensuelle de l'humidité relative pour la région de Laghouat (2004-2018).....	27
17	Variation interannuelle de l'Humidité relative de la région de Laghouat (2004-2018).....	28
18	Moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).....	29
19	Variation interannuelle du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).....	29
20	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la région de Laghouat (2004-2018).....	30
21	Climagramme d'Emberger pour la région de Laghouat.....	31
22	Vue panoramique du premier site (El Kheneg, dayet Ennos).....	32
23	Vue panoramique du deuxième site.....	33

24	Oued M'zi (Dayat El qatoutia).....	34
25	Estimation simple de la hauteur d'un arbre.....	35
26	Longueur des feuilles.....	37
27	Largeur des feuilles de pistachier	37
28	Longueur et largeur de la foliole terminale.....	38
29	Hauteur des arbres de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	41
30	Diamètre du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	42
31	Nombre de premières ramifications du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	43
32	Hauteur du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	44
33	Diamètre du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés...	45
34	Hauteur du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	45
35	Volume du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	46
36	Longueur de la feuille de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés...	47
37	Largeur de la feuille de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	48
38	Longueur de la foliole terminale de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	49
	...	
39	Largeur de la foliole terminale de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	49
	...	
40	Nombre de folioles par feuille de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.....	50
	...	
41	Puceron doré sur les feuilles de pistachier de l'atlas.....	52
42	Relation entre la présence du puceron doré et le jaunissement des feuilles..	53
43	Relation entre la présence du puceron doré et le broutage des feuilles.....	53
44	Feuilles de pistachier consommées par les insectes phytophages.....	54
45	Relation entre la longueur des feuilles et le broutage des feuilles.....	54
46	Relation entre la présence de jaunissement des feuilles et le broutage des feuilles.....	55
	...	
47	Jaunissement des feuilles de pistachier dans les sites d'étude.....	55
48	Nécrose des feuilles de pistachier dans les sites d'étude.....	56
49	<i>Chaetoptelius vestitus</i> collecté d'une feuille de pistachier de l'atlas.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau s	Titres	Page s
01	Classification botanique de <i>Pistacia atlantica</i>	5
02	Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018).....	8
..		
03	Différentes maladies et ravageurs observés sur les feuilles des trois sites..	51
Annexe	Analyses biométriques sur le pistachier de l'Atlas selon différents auteurs	70

Introduction

Introduction

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), botma, betouma en Arabe local et Iggh en berbère, est un bel arbre, il existe à l'état disséminé dans la région de Djelfa (Senalba, Ain Oussera, Messaâd), Laghouat (partie sud) et Ghardaïa (dans l'oued mizab) (Monjauze, 1980 : Seigue, 1985).

Cette espèce forestière s'accommode à tous les sols, excepté le sable, elle se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm et parfois moins (Benhessaini et Belkhodja, 2004), est une espèce ligneuse autochtone, xéro-thermophile, résiste aux sols secs et calcaires mais à croissance lente,

Le bétoum est soumis à de très fortes pressions biotiques et abiotiques qui limitent énormément son expansion et son développement (Yaaqobi, 2009). Il est dans une situation précaire et alarmante à cause de sa dégradation poussée, l'usage excessif de son bois, les ravageurs, les maladies et la sécheresse contribuaient à sa dégradation (Benabid, 1986, Benhssaini et Belkhodja, 2004 ; Bensaad et Brahim, 2022 ; Demana, 2023). Malheureusement, très peu d'études ont touché à ses aspects et encore très rares, celles qui dévoilent les maladies et les ravageurs de cette espèce (Belhadj et *al.*, 1999, Martinez et Wool, 2006, Martinez, 2008, Itzhak, 2008, Yaaqobi, 2009, Bouguenna, 2010, Mansour, 2011 ; Bensaad et Brahim, 2022 ; Demana, 2023).

Cette étude s'inscrit dans une série de travaux qui ont comme objectif, une connaissance de l'espèce, énumération des contraintes qui l'entourent (biotiques et abiotiques) pour mieux gérer l'espace et l'espèce.

Ce mémoire est structuré en deux parties:

- Une partie bibliographique qui synthétise les différents aspects de l'espèce, depuis son origine, caractères et paramètres de son développement et maladies et ravageurs qu'ils affligent, ainsi que les méthodes utilisées dans la réalisation de l'étude.

- deuxième Une partie regroupe les différents résultats obtenus pour les deux aspects traités à savoir, la caractérisation des trois populations de pistachiers et l'évaluation des maladies et ravageurs, ces résultats sont discutés à la lumière de la littérature régionale et internationale.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

Généralités sur le pistachier de l'atlas

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le pistachier de l'atlas

Pistacia atlantica est une essence ligneuse appartenant à la famille des Anacardiaceae, nommé aussi Betm ou Batoum (Fennane et al., 2007). C'est une espèce arborescente présente dans les régions semi-arides, arides et sahariennes (Monjauze, 1980). Elle bien adaptée aux conditions édapho-climatiques les plus dures du sud Algérien (Monjauze, 1967).

1.1. Le genre *Pistacia* :

1.1.1. Systématique :

La Classification botanique du pistachier de l'Atlas est présentée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Classification botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Benaradj, 2017).

Règne	Plantae
Embranchement	Phnérogames
Sous- Embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia atlantica</i>

1.1.2. Historique :

On croit que le mot *Pistacia* est né dans L'Asie Centrale il y a 80 millions d'ans (Al-Saghir, 2010). Il a été introduit en Europe dès le début de l'ère chrétienne. La première fois qu'il fût introduit aux USA. C'était en 1890 et son essai fût dans la station pilote en Californie en 1904 (Debbache, 1998).

1.1.3. Généralités sur le genre *Pistacia*

Appartenant à la famille botanique des Anacardiaceae (Thebinthaceae) qui est représentée en Algérie par 2 genres (*Pistacia* et *Rhus*) (Kaabèche et *al.*, 2005).

Le genre *Pistacia* fut décrit par Linné en 1830. Il est originaire de l'Asie Occidentale et de la petite Asie où il pousse généralement à l'état sauvage dans plusieurs régions chaudes et arides au Liban, Palestine, Syrie, Iran, Iraq, Europe du sud et dans les pays arides de l'Asie et de l'Afrique (Debbache, 1998).

Le genre *Pistacia* est principalement un genre subtropical et comprend onze espèces, dont certains sont de grande importance économique et culturelle. Toutes les espèces sont dioïques et leurs fleurs sont nues et unisexuées (Zohary, 1952). Les espèces sauvages jouent un rôle important dans la culture de variétés de pistaches qu'ils fournissent, parmi elles, *Pistacia atlantica* Desf. Qui est l'une des espèces les plus importantes des porte-greffes, distribuée entre 29° et 42° degrés Nord. Toutes les espèces de ce genre sont diploïdes avec un nombre chromosomique $2n = 24, 28$ et 30 (Ghaffar et *al.*, 2005), ont besoin beaucoup de soleil, mais s'accommodent à tous les sols.

1.1.4. Caractères botaniques du pistachier de l'Atlas

Le pistachier de l'Atlas est un phanérophyste doté d'une longévité importante (Nègre, 1962). Selon Monjauze (1968), les individus de 2,5 m de circonférence de tronc ont un âge voisin de 200 ans et les plus vieux pieds connus atteignent environ 300 ans. Ces arbres avaient de 18 à 20 m de haut et leur tige atteignait 2 m de diamètre sous branches (Monjauze, 1980), soit 75 m de circonférence (Monjauze, 1968).

L'écorce du bétoum est d'abord rouge, puis grisâtre assez clair avant de devenir rhytidome dur et crevassé (Monjauze 1980).

Cet arbre puissant a la couronne en boule dans la jeunesse (Nègre, 1962) qui s'étale plus tard en une dense et volumineuse frondaison hémisphérique (Emberger, 1938 ; Nègre, 1962 ; Quézel et Santa, 1963 ; Khaldi et Khouja, 1996).

Le système racinaire du pistachier de l'Atlas est vigoureux les racines du pistachier à lui seul peuvent en une seule saison s'allonger de 1,5 m (Ozenda, 1977), et atteignent 5 à 6 m de profondeur (Germana, 1997).

1.1.5. Description morphologique

Le pistachier de l'Atlas est une espèce dioïque, ligneuse et spontanée pouvant atteindre 10 à 20 m de hauteur (Benabdallah, 2012) avec un diamètre de 1 m (Benamar, 2016), à tronc bien individualisé et à frondaison hémisphérique, le port est arrondi et à ramifications étalées (Benabdallah, 2012). Il a été décrit pour la première fois par Desfontaines en 1789 (Monjauze, 1980 ; Benaradj, 2017) et connu aussi sous le nom de faux Pistachier (Guenane, 2017).

Individualisé et à frondaison hémisphérique (Quézel et Santa, 1963), ses feuilles composées sont constituées de 7 à 8 folioles, les fleurs sont en grappes lâches, les fruits, gros comme un pois, sont des drupes (Ozenda, 1983).

Le Pistachier de l'Atlas est le plus ubiquiste des arbres du Nord de l'Afrique et du Proche-Orient. A l'état adulte, sa silhouette est impressionnante (Monjauze, 1980) (Fig. 1).



Figure 1 : Arbre de pistachier de l'Atlas (Zakarry, 2007)

a) Les feuilles :

Les feuilles du Pistachier de l'Atlas sont marcescentes, composées, alternées et pennées. Les folioles impaires constituée de 7 et 11 folioles par feuilles (Larouci- Rouibat, 1987), alors que Belhadj (1999), cita entre 3 et 15 folioles par feuille. D'après (Maamri, 2008), elle est composée de 3 à 5 folioles par feuille. Ses feuilles sont constituées de s 7 à 9 folioles (Ozenda, 1983). Plus au moins coriaces, ces feuilles mesurent de 2,5 à 6 cm de long et de 0,5 à 1,5 cm de large et n'atteint que rarement 12 cm de long pour la feuille. Ses feuilles sont obscurément rhomboïdales, avec leur grande largeur au tiers inférieur du limbe, l'axe du pétiole est étroitement ailé (Monjauze, 1980) (Fig. 2).



Figure 2. Feuille de *Pistacia atlantica* (Benabdaim, 2019)

b) L'inflorescence : 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).

c) Les fleurs : Le pistachier de l'atlas est dioïque. Les fleurs sont apétales (Yaaqobi et *al.*, 2009) et rougeâtres en grappes terminales pour le mâle et axillaires pour les femelles (Monjauze, 1980).

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) (Fig. 3).



Figure 3 : Fleurs mâles et femelles du pistachier de l'Atlas en plein floraison (Benyahia, 2017)

d) Le fruit :

L'appellation vernaculaire des fruits de *P. atlantica* diffère selon la région (Benaradj, 2017), appelés Elkhodiri par la population locale en raison de la prédominance de la couleur vert foncé à la maturité (Benabdallah, 2012). Ce sont des drupes ovoïdes (Benaradj, 2017) à épiderme qui se ride en séchant (Benabdallah, 2012) et à mésocarpe résineux de 6 à 8 mm de long (Benaradj, 2017). Le fruit possède un seul noyau osseux contenant une graine (Ozenda, 1977 ; Benaradj, 2017) (Fig. 4). La fructification débute vers la fin du mois de mars et s'achève au mois de septembre. Au cours du processus de maturation, les fruits prennent une couleur jaune, puis change progressivement en rouge puis en bleu et en fin en vert foncé (Yaaqobi et al., 2009). Ils sont récoltés pour leur consommation, la phytothérapie locale mais aussi pour leur intérêt médical (Benaradj, 2017).



Figure 4 : Fruit du pistachier de l'Atlas avant maturation (Benyahia, 2017)

e) Le bois :

D'après (Monjauze, 1980), le bois du Bétoum est lourd, peu résilient, de bonne conservation. La faible longueur des troncs exploitables et leur médiocre rectitude ne permettent pas dans les conditions habituelles de croissance d'un arbre isolé, facilement multicaule et bas branchu.

f) L'écorce :

L'écorce présente des fissures longitudinales (Khaldi et Khouja, 1996), et produit une résine- mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud (Belhadj, 1999).

g) La Racine :

Selon (Ait Radi, 1997) ses racines peuvent atteindre jusqu'à 5 à 6 m de profondeur, le pistachier de l'Atlas arrive à végéter sous une tranche pluviométrique très faible, sa résistance aux conditions climatiques très difficiles peut être attribuée à la vigueur de son système racinaire.

h) Autres caractères :**- La croissance**

Selon (Quézel et Medail, 2003), l'accroissement est très lent dans la nature mais en plantation irriguée, il est assez rapide (30cm/an, parfois plus). Il peut vivre jusqu'à 300 ans environ.

- Régénération :

La régénération naturelle du Bétoum reste très aléatoire et difficile du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination. Il rejette bien les souches (Boudy, 1952). D'après Riedacker (1993), le taux de germination en pépinière ne dépasse guère les 20%.

- Pollinisation :

Seules les fleurs des pieds mâles attirent les abeilles qui recueillent activement le pollen. En revanche, elles n'ont aucun rôle dans la pollinisation car les fleurs femelles ne sont pas visitées. La pollinisation reste uniquement anémophile (Yaaqobi et *al.*, 2009)

1.1.6. Exigences écologiques

Le bétoum est un arbre vigoureux, l'une de ses principales caractéristiques est sa très grande résistance à la sécheresse grâce à son système racinaire très développé (Spina et Pennisi, 1957 ; Woodroof, 1979). Il se développe dans des stations au plus faible indice d'évapotranspiration, c'est-à-dire où la contrainte de l'eau est la plus forte. 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 ; Degdag, 2018).

a) Pluviométrie :

D'après Morsli (1992) et Alyafi (1979), *Pistacia atlantica* bénéficie d'une pluviométrie maximale de l'ordre de 1000mm au niveau de sa limite septentrionale à l'ouest d'Alger, et au versant de Zaccar, il reçoit 600mm sur le bord méridional de l'Atlas Tellien. Dans les plaines de Boghar (Ksar al boukhari) et de Boughzoul (Médéa) il reçoit 250mm de pluies alors que dans la région de Ghardaïa ne reçoit que 70mm (Sahli, 1997 ; Chraa, 1988), cependant, il ne reçoit que 47,6 mm de pluies à Tamanrasset (Kadi-Bennane, 2004).

b) Température :

Le bétoum est un arbre très résistant aux hautes températures, il a une grande amplitude thermique allant d'une température très basse de l'ordre de 5°C parfois même à -12°C, et jusqu'à une température très élevée de + 49°C avec un maximum de 52°C (Pesson et Louveaux, 1984). La moyenne des maxima de température recommandée par Maggs (1973) est de l'ordre de 32°C.

c) Altitude :

Le développement optimal du Pistachier de l'Atlas serait à une altitude comprise entre 600 et 1200 mètres (Belhadj, 1999). Selon Monjauze (1980) sur l'ensemble de l'Afrique du Nord, il peut atteindre des altitudes extrêmes allant jusqu'à 1500 à 2000 mètres. Par ailleurs, Alcaraz (1970), note que le Pistachier de l'Atlas se rencontre à une altitude de 45 mètres dans la région de Mohammedia (Ouest algérien) et jusqu'à une altitude de 590 mètres à Mascara.

d) Sol :

Le bétoum est très peu exigeant au point de vue édaphique, il s'accommode de tous les sols sauf des sols sableux. Il préfère les terrains argileux et les alluvions des plaines. Il se trouve assez rarement sur roche calcaire en montagne sèche et se cantonne dans les dépressions des vallées où la nature du sol est de type gypso-calcaire (Boudy, 1950). Bien que le bétoum se trouve planté sur une large gamme de sols, il est réputé être gypso-calcicole préférant des sols profonds et bien drainés (Woodroof, 1979). Sa croissance est très propice aux rendez-vous et aux petites annonces dans les régions montagneuses (Alyafi, 1979).

Il faut également noter que le Pistachier de l'Atlas tolère des conditions de salinité et peut ainsi valoriser de larges zones des régions arides et semi-arides où le problème de salinité se pose avec acuité (Whitehouse, 1957).

e) Vent :

Le bétoum semble plus résistant au vent que la plupart des autres espèces, ses branches sont assez souples et peu cassantes, les vents violents de l'hiver ne semblent pas l'affecter à cause de son système racinaire pivotant (Khelil et Khelal, 1980 *in* Naas, 2002 ; Kaska, 1994 *in* Belhadj, 2007).

f) Lumière :

Le pistachier de l'atlas est une espèce héliophile, les pieds ou individus sont assez distants les uns des autres. Généralement les jeunes semis se trouvent dans les touffes du *Zizyphus lotus* qui bénéficient eux même de la lumière nécessaire sans difficultés, mais il est à noter qu'un ombrage important nuira à la fructification du pistachier (Ait Radi, 1979 in Naas, 2002).

1.1. 7. Intérêts de *Pistacia atlantica* :**a) Valeur agro-écologique**

Cette espèce ligneuse "élevée pour résister" possède des propriétés morphologiques physiologiques qui assurent un contrôle efficace de la désertification (Limane, 2018). Comme il joue le rôle de conservation des sols et il est utilisé aussi pour la fixation des dunes comme brise-vents. Il constitue un porte-greffe par excellence du pistachier vrai plus résistant à l'asphyxie radicaire que les autres espèces du genre *Pistacia*. C'est une source d'énergie par utilisation de son bois pour la cuisine et le chauffage dans les régions où les conditions de vie sont particulièrement pauvres C'est une source d'ombre, les animaux trouvent dans *P. atlantica* un bon refuge de la chaleur et irradiation solaire.

- Intérêt économique

Les habitants locaux qui se trouvent à proximité de ses populations de *Pistacia atlantica* Desf. se sert de ces fruits comme aliment et fournissent une huile comestible (Chaba et al., 1991). Cette huile est extraite de ces graines qui contiennent environ 55% (Daneshard et al, 1980 in Maamri 2008). Le pistachier de l'Atlas est une espèce de reboisement, environ 100 hectares reboisés chaque année dans le cadre du barrage vert (Chaba et al., 1991)

- Intérêt médicinale

L'espèce *P. atlantica* est constituée de plusieurs métabolites primaires et secondaires tels que les protéines, les graisses, les glucides, les fibres brutes, les polyphénols, les flavonoïdes les alcaloïdes et les mucilages (Fetati et Lassouani, 2018). Différentes parties de cette espèce, notamment les feuilles sont utilisées pour le traitement de la douleur de la dyspepsie, de l'ulcère peptique du diabète et de l'infection oculaire (Benamar et al., 2018). Les fruits sont utilisés depuis longtemps comme un aliment tonique et comme un remède utile pour différentes maladies grâce à leur activité aphrodisiaque pour le traitement des troubles du foie,

des reins, du cœur et du système respiratoire. La résine est utilisée fréquemment pour leur activité de cicatrisation des blessures et traitement des troubles cérébraux et gastro-intestinaux (Bozorgi et al., 2013).

b) Valeur fourragère

Pistacia atlantica est une espèce précieuse en raison des divers intérêts par ces feuilles, l'arbre fournit un aliment apprécié par le bétail en période de disette, il procure jusqu'à 0,35 unités fourragères selon les données de 1996 du haut-commissariat au développement de la steppe. Une étude récente montre que les semences broyées de *Pistacia atlantica* utilisées comme aliment de volailles a donné des résultats intéressants sur leur croissance, car ce composé est très pauvre en éléments anti-nutritionnels tels que les tanins qui sont de l'ordre de 1,43% comparés à ceux des glands de chêne (5%) (Saffarzadah et al., 2000).

1.1.8. Répartition géographique du Pistachier de l'Atlas

a. Dans le monde

Le pistachier de l'Atlas montre une large distribution disjointe dans le Nord Hémisphère, avec environ sept espèces dans la région méditerranéenne (Eurasie méditerranéenne et Afrique adjacente), deux ou trois espèces en Asie orientale, et une ou deux espèces dans le sud-ouest des États-Unis et le Mexique (Xie et al., 2014). *Pistacia atlantica* est l'une des espèces sauvages du genre les plus répandues qui se répartit à partir des îles de Canaries jusqu'aux montagnes de Pamir (Zohary, 1952) (Fig.5).

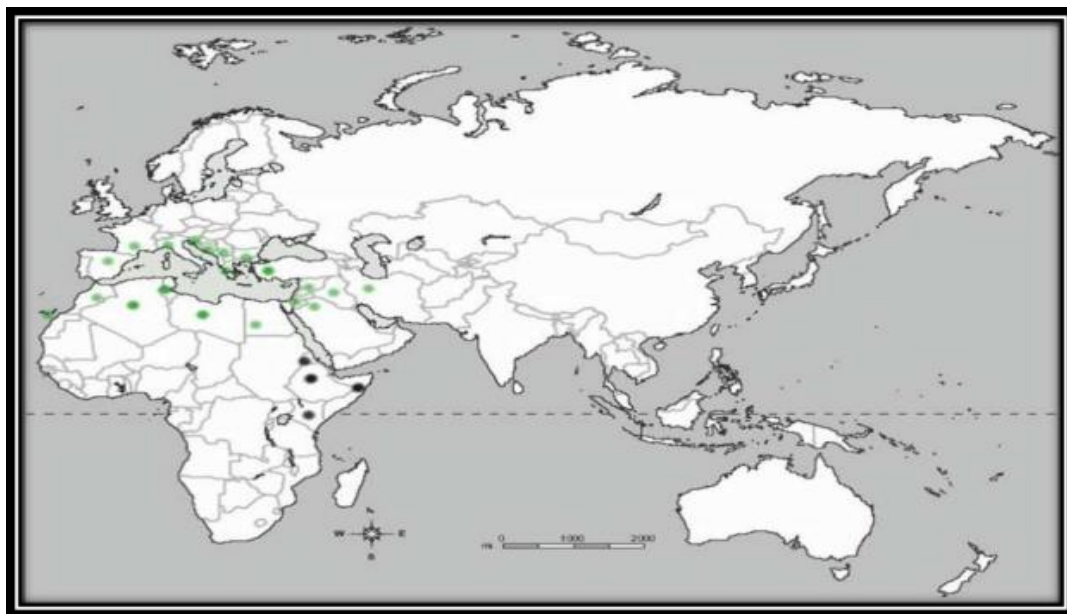


Figure 5 : Aire naturelle mondiale de *Pistacia atlantica* (Al- Saghir, 2006)

b. En Algérie :

Le Pistachier de l'Atlas est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions arides, semi-arides et même sahariennes, sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar ou il existe à l'état de relique (Monjauze, 1980). Cet arbre est recensé depuis la plaine de Mitidja jusqu'à la région Saharienne il est présent au nord-est de Tlemcen à Sidi bel Abbes à Saida, Naâma, El Bayadh, Tiaret et Médéa, à Mascara et Biskra, à Bechar, Laghouat et Ghardaïa, à Djelfa et M'sila, Khenchela et Tébessa. Le Pistachier de l'Atlas peuplait jadis la région entre Laghouat et Biskra et une partie des hauts plateaux et toute la zone qui se trouve entre l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien et il occupait même une partie du versant sud de l'Atlas saharien (Monjauze, 1980) (Fig. 6).

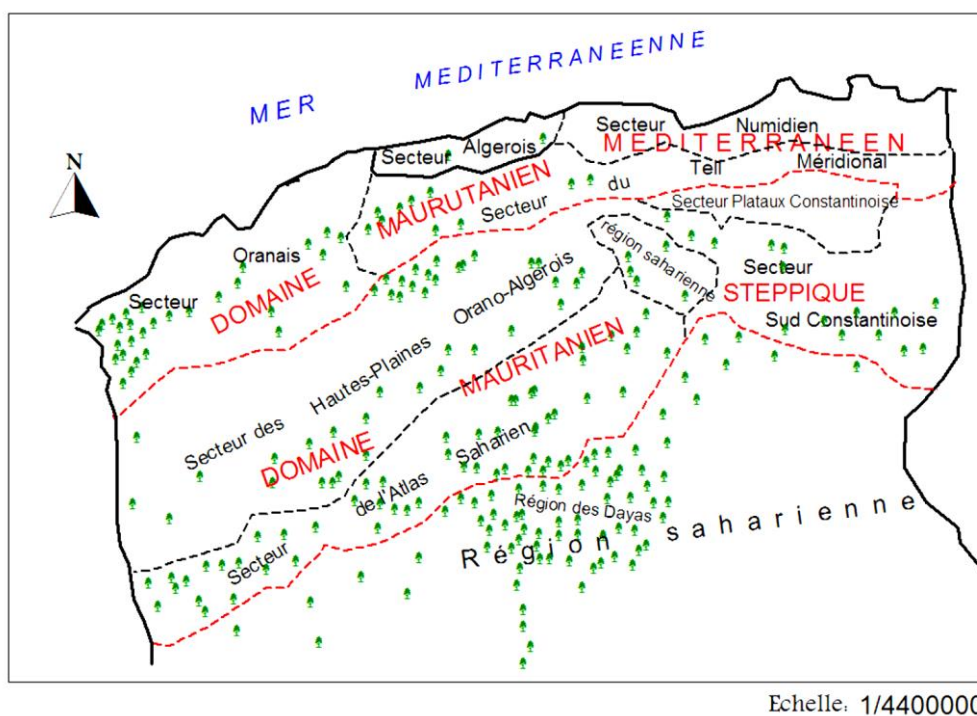


Figure 6 : Répartition du *Pistacia atlantica* en Algérie (Monjauze, 1980).

c. Dans la région de Laghouat

Pistachier de l'Atlas se trouve dans le pourtour accompagné de son cortège floristique et formant une ceinture végétale. Dans ce cas, le Pistachier de l'Atlas peut atteindre 5 à 6 pieds par hectare formant de populations éparses dans les périphéries des dayas (BNEDER, 2014).

Des milliers de dayas sont observées sur toute la région sud de Laghouat (Fig. 7), ces dernières accueillent une population importante de Pistachier de différents âges.

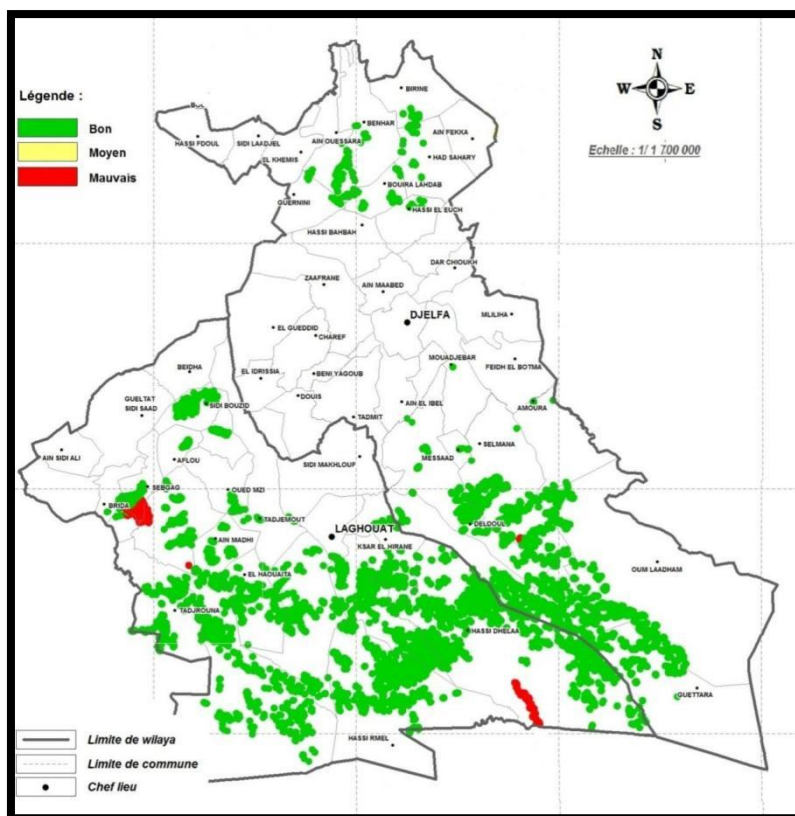


Figure 7: Carte de l'état sanitaire de *Pistacia atlantica* "Région Centre" (extraite de la carte de BNEDER, 2014)

Chapitre 02 :
Maladies et ravageurs du
pistachier de l'atlas

Chapitre 2 : Maladies du pistachier de l'atlas

2.1. Maladies physiologiques :

2.1.1. Troubles physiologiques

Les pistachiers de l'Atlas sont sujets à plusieurs troubles physiologiques tels que l'abscission des fruits, les lésions des noix et la déformation des noix. Il a été démontré que les traitements au fumier organique et au gypse atténuent ces troubles, en stimulant la croissance végétative et en réduisant les activités enzymatiques associées au stress (Pourahmadi et *al.*, 2019).

2.1.2. Stress hydrique

Le stress hydrique a un impact significatif sur le développement physiologique des pistachiers de l'Atlas. Des études indiquent que des conditions de sécheresse prolongées entraînent une réduction de l'activité photosynthétique, une baisse de la teneur en eau des feuilles et une augmentation de la chute des foliaires (Miri et *al.*, 2022) (Chebouti-Meziou et *al.*, 2011).

Bien que ces défis physiologiques soient critiques, des recherches continues sont essentielles pour développer des stratégies de gestion efficaces afin d'atténuer leur impact sur les pistachiers de l'Atlas.

2.2. Ravageurs

Le pistachier de l'Atlas est exposé à plusieurs ravageurs qui affectent sa santé et sa productivité. Parmi les plus importants de ces ravageurs :

a. Insecte *Capnodis carbonaira*

Capnodis est l'un des ravageurs les plus dangereux qui affectent les pistachiers, attaquant les arbres et leur causant de graves dommages (Fig. 8). Cet insecte s'enfonce dans le tronc de l'arbre, ce qui entraîne sa faiblesse et sa mort éventuelle s'il n'est pas contrôlé. Des rapports indiquent que ce ravageur a causé des pertes allant jusqu'à 5 % de pistachiers dans certaines régions, ce qui inquiète les agriculteurs (Shaher Abdullateef, 2020).



Figure 8 : *Capnodis carbonaria* (Shaher Abdullateef, 2020)

b. Scolyte du pistachier (*Chaetoptelius vestitus*)

Selon Chebouti-Meziou et al. (2011), les dégâts causés par *Chaetoptelius vestitus* dans les vergers de *Pistacia vera* ont été constatés comme résultant de l'activité reproductrice des coléoptères femelles, pendant la ponte de leurs œufs et la création de tunnels de reproduction dans les jeunes pousses de l'année. L'action de cet insecte xylophage peut provoquer la chute du fruit et une diminution conséquente du rendement de pistache. Un seul insecte peut affecter plusieurs jeunes arbres (Fig. 9).



Figure 9 : *Chaetoptelius vestitus* (Comparini et al., 2018)

c. Pucerons

Selon Leclant (2001), les pucerons se nourrissent exclusivement des plantes. Ils insèrent leurs stylets dans les tissus et prélèvent la sève après émission de salive parfois toxique. Ils affaiblissent la plante et excrètent des gouttelettes de miellat, substance

sucrée sur laquelle peuvent se développer des champignons noirâtres ou fumagine qui limitent la photosynthèse et déprécient commercialement les fruits atteints (Fig. 10).

Les dégâts sont liés à la densité de population et à leur localisation sur la plante au cours de leurs piqûres, les pucerons sont capables de transmettre des particules virales. Ils jouent un rôle majeur dans la dissémination des maladies à virus. A ce titre, ils sont dangereux car quelques individus seulement suffisent pour entraîner des dégâts (Simon *et al.*, 2007).



Figure 10 : Le puceron de pistachier de l'Atlas (*Geoica utricularia* (Martinez, 2009))

2.3. Maladies micro-organismes :

2.3.1. Les maladies microbiennes

Les maladies microbiennes affectant le pistachier de l'Atlas sont principalement causées par divers agents pathogènes présents dans le sol et par des infections bactériennes spécifiques. La compréhension de ces maladies est cruciale pour des stratégies de gestion et de contrôle efficaces.

- *Rhodococcus fascians* : récemment signalé comme cause du syndrome de la cime touffue du pistachier, entraînant un retard de croissance et une morphologie anormale des racines chez les porte-greffes UCB-1 en Californie et en Arizona (Stamler *et al.*, 2015).

- *Xanthomonas translucens* : associé à des symptômes de dépérissement en Australie, notamment à des lésions du tronc et à une exsudation excessive de résine (Facelli *et al.*, 2005).

2.3.2. Les maladies fongiques

Les maladies fongiques ont un impact significatif sur la santé et la productivité des pistachiers de l'Atlas. Les recherches mettent en évidence divers agents pathogènes affectant ces arbres, en particulier dans des régions comme l'Iran et la Turquie.

- Espèce de Phytophthora : responsable de la pourriture du collet et des racines, responsable de la gommose. Les stratégies de lutte biologique utilisant des microorganismes bénéfiques tels que Bacillus et Pseudomonas se sont révélées prometteuses pour la prise en charge de cette maladie (Riseh & Fathi, 2018).

- Espèces de Fusarium : identifiées comme des facteurs importants de pourriture et de flétrissement des racines dans le sud-est de la Turquie, des espèces telles que *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* provoquant de graves lésions vasculaires (Aydin et al., 2023).

- Pathogènes du tronc: Des études ont identifié *Phaeoacremonium parasiticum* et *Neofusicoccum parvum* comme principaux agents pathogènes du tronc, responsables de chancres et de dépérissement (Mohammadi et al., 2015).

Pathogènes transmis par le sol : Les espèces de Fusarium, dont *F. solani* et *F. oxysporum*, jouent un rôle essentiel dans la pourriture et le flétrissement des racines, entraînant des dommages vasculaires importants (Aydin et al., 2023).

Maladies de la canopée : En Méditerranée, des maladies telles que la panicule de Botryosphaeria et la brûlure des pousses sont répandues, affectant la santé et le rendement des arbres (Gusella et al., 2024).

Champignons endophytes : présents dans les feuilles de pistache de l'Atlas peuvent jouer un rôle protecteur contre les facteurs de stress environnementaux, ce qui suggère une interaction complexe entre les champignons bénéfiques et pathogènes (Zareb et al., 2016).

Bien que l'accent ait été mis sur les champignons pathogènes, la présence d'endophytes bénéfiques indique une relation nuancée qui pourrait être exploitée pour les stratégies de gestion des maladies.

Chapitre 03 :
Matériel et Méthodes

Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

3. 1. Présentation de la région de Laghouat

La wilaya de Laghouat est située à 400 km au sud d'Alger sur l'axe routier Alger-Ghardaïa. Elle se trouve à 767 m d'altitude sur le flanc sud de l'Atlas Saharien. Elle s'étale sur une superficie de 25 052 Km² (Amghar et Kadi Hanifi, 2002) (Fig. 11). Elle est limitée : au nord par la wilaya de Tiaret, au sud par la wilaya de Ghardaïa, à l'est par la wilaya de Djelfa et à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh.

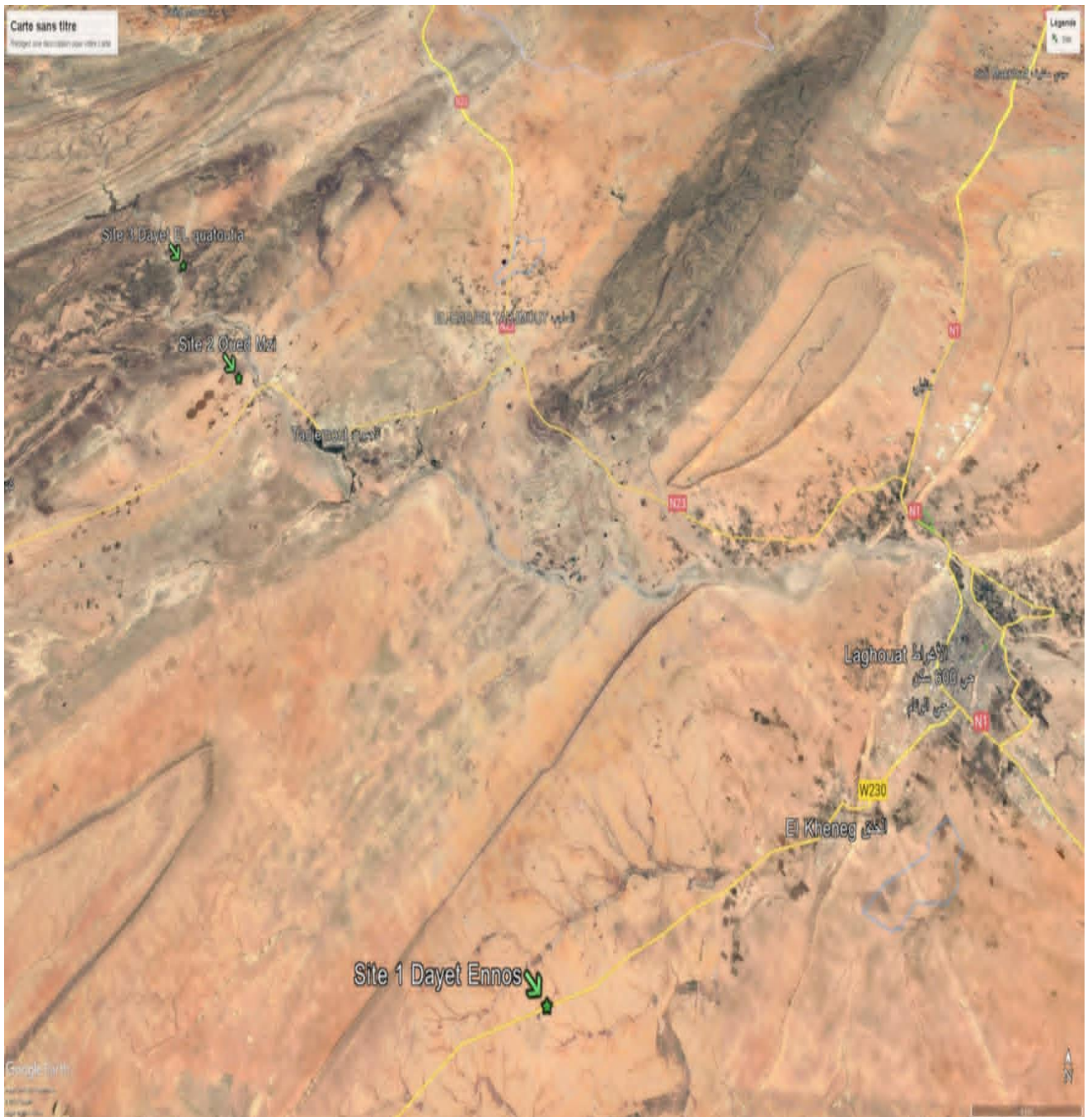


Figure 11 : Localisation géographique de Laghouat

(Extrait de la carte topographique de Laghouat 1956, E :1/250.00)

Sur le plan naturel, la wilaya est constituée de trois zones :

- une zone nord constituée par les Hautes Plaines Steppiques agro-pastorales de superficie totale égale à 464.500 ha ;
- une zone centrale de piémonts et montagnes agro-sylvo pastorale ;
- une zone du plateau saharien au sud de la wilaya.

3.2. Caractéristiques climatiques :

Le climat de la région d'étude est de type méditerranéen présaharien. Notre région est située à l'étage bioclimatique semi-aride à aride, avec une saison sèche estivale et chaude alternant avec une saison hivernale faiblement pluvieuse. La diminution et l'irrégularité accrue des pluviosités, l'augmentation des températures et de la longueur de la période de sécheresse estivale rendent plus difficiles, les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (Le Houérou, 1996).

Les données climatiques utilisées lors de notre étude sont celles offertes par l'office national de météorologie (O.N.M) de Laghouat. Ces données sont recueillies sur une période de 15 ans, allant de 2004 à 2018.

3.2.1. Précipitations :

La pluie a une importance de premier ordre, car c'est de la quantité d'eau arrivant au sol, que dépend normalement l'approvisionnement des arbres. Les précipitations varient selon trois paramètres (Kadik, 2005) :

- La latitude puisque la pluviosité diminue du nord vers le sud.;
- La longitude selon laquelle on note une diminution des précipitations d'est en ouest;
- L'altitude, la pluie augmente avec l'altitude.

L'analyse de la figure12, montre que la variabilité interannuelle est importante et se situe entre 66,8 mm pour l'année 2017 qui est la plus sèche et 285,2mm pour l'année 2010 qui est la plus humide, donc une différence de 218,4 mm. La pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée est de 167,83 mm/an.

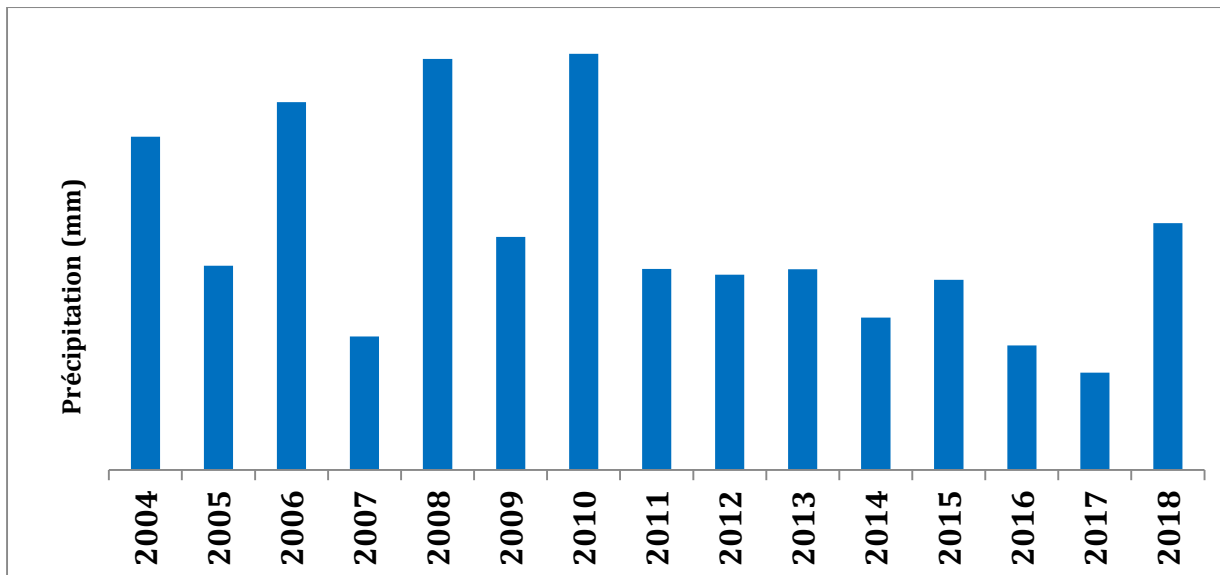


Figure 12: Variabilité interannuelle en mm de pluies dans la région de Laghouat (2004- 2018)

Les précipitations moyennes mensuelles montrent que le mois de septembre est le plus arrosé avec une valeur de 26,78 mm et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur de 6,77 mm (Fig. 13).

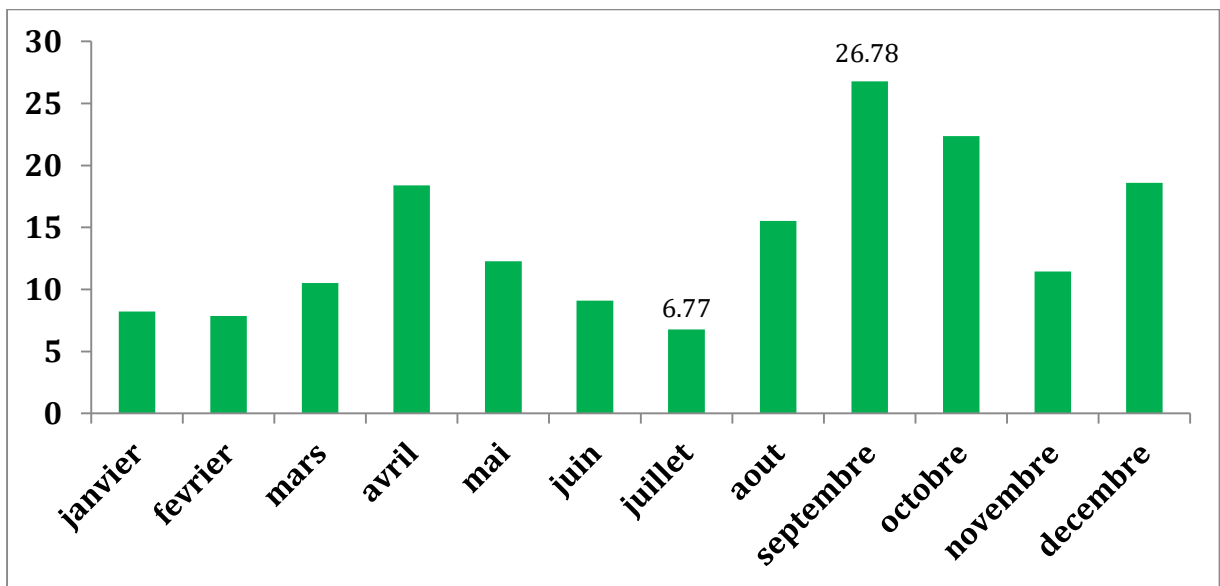


Figure 13 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018).

3.2.2 . Température :

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces végétales, la température est l'un des éléments le plus déterminant. Chaque espèce présente un seuil minimal ou maximal qui lui permet de se maintenir en vie au delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromis (Bentouati, 2006).

La température moyenne annuelle est de 18,96 °C.

Le mois le plus chaud de l'année est juillet 30,72 °C.

Le mois le plus froid est le mois de janvier avec 8,77 °C.

La température moyenne maximale du mois le plus chaud "M" est de 37,22 °C.

La température moyenne minimale du mois le plus froid "m" est de 2,3 °C (Tab. 2)..

Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T°moyen	8,77	9,6	13,49	17,72	22,36	27,34	30,72	30,54	25,56	20,17	12,49	8,83
T° max	15,25	15,63	20,08	24,6	29,32	34,84	37,22	37,88	31,88	26,42	18,26	14,56
T°min	2,3	3,58	6,9	10,85	15,4	19,84	24,22	23,2	19,24	13,92	6,72	3,11

Source : O.N.M, 2019

L'amplitude thermique annuelle (2004-2018) est de 21,95 °C. Elle représente la différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid.

3.2.3. Vent :

Les vents sont un facteur écologique très important qui joue un rôle dans la dissémination des graines. Cependant, les vents entraînent des variations de température et d'humidité et exercent une action néfaste sur le comportement du monde vivant.

La fréquence et l'intensité des vents constituent également un des caractères de la climatologie saharienne. Elles jouent un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, mais elles agissent aussi sur les plantes, surtout sur leurs parties aériennes en accentuant l'évapotranspiration (Ozenda, 1983).

Les vents dominants de la région sont de direction Nord-ouest. Généralement en période hivernale, ils amènent les pluies d'automne et d'hivers.

Sont surtout les sirrocos qui se manifestent durant l'année. C'est un vent sec et chaud. En hivers, ils sont assez rares et ils sont dus à des dépressions affectant le littoral algérien. En été, ils peuvent être dus à l'influence saharienne. Les siroccos jouent un rôle essentiel dans le phénomène d'évaporation.

La vitesse maximale du vent est enregistrée au mois d'avril avec une valeur de 4.08m/s (Fig. 14).

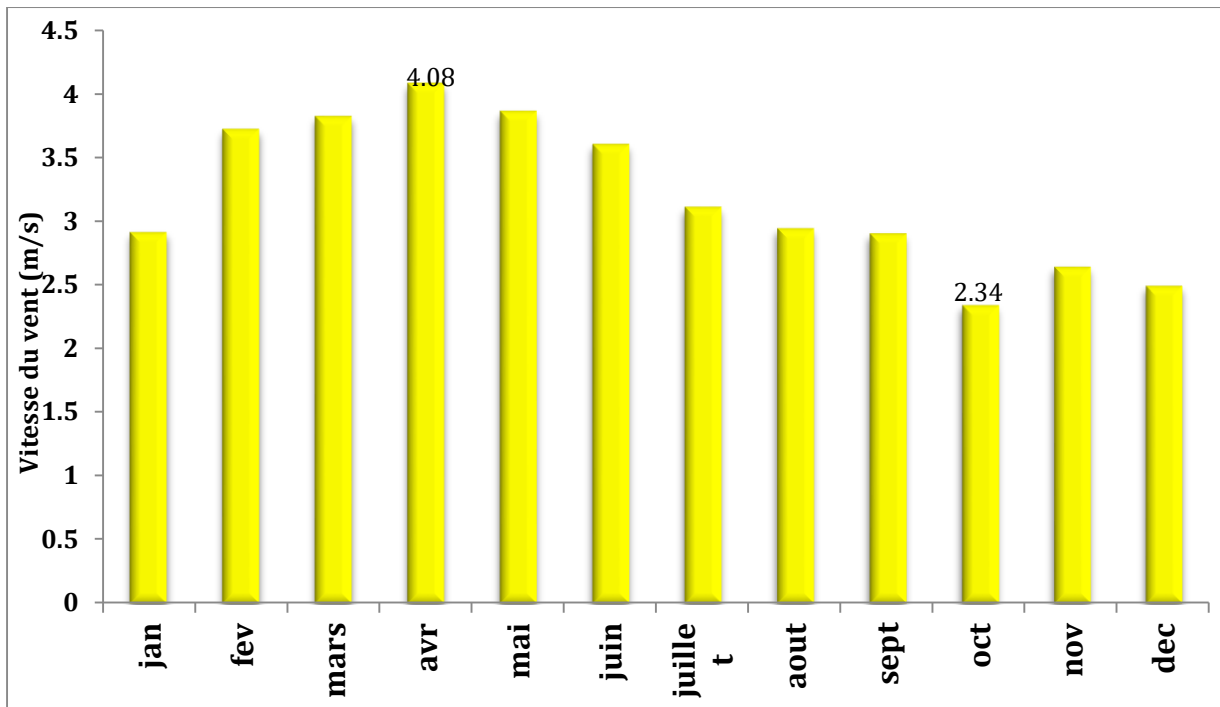


Figure 14 : Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région de Laghouat (2004-2018).

Les vents les plus violents ont été enregistrés durant l'année 2010 avec une vitesse de 4,11 m/s et les plus faibles sont enregistrés en 2005 avec une moyenne de 2,09 m/s (Fig. 15).

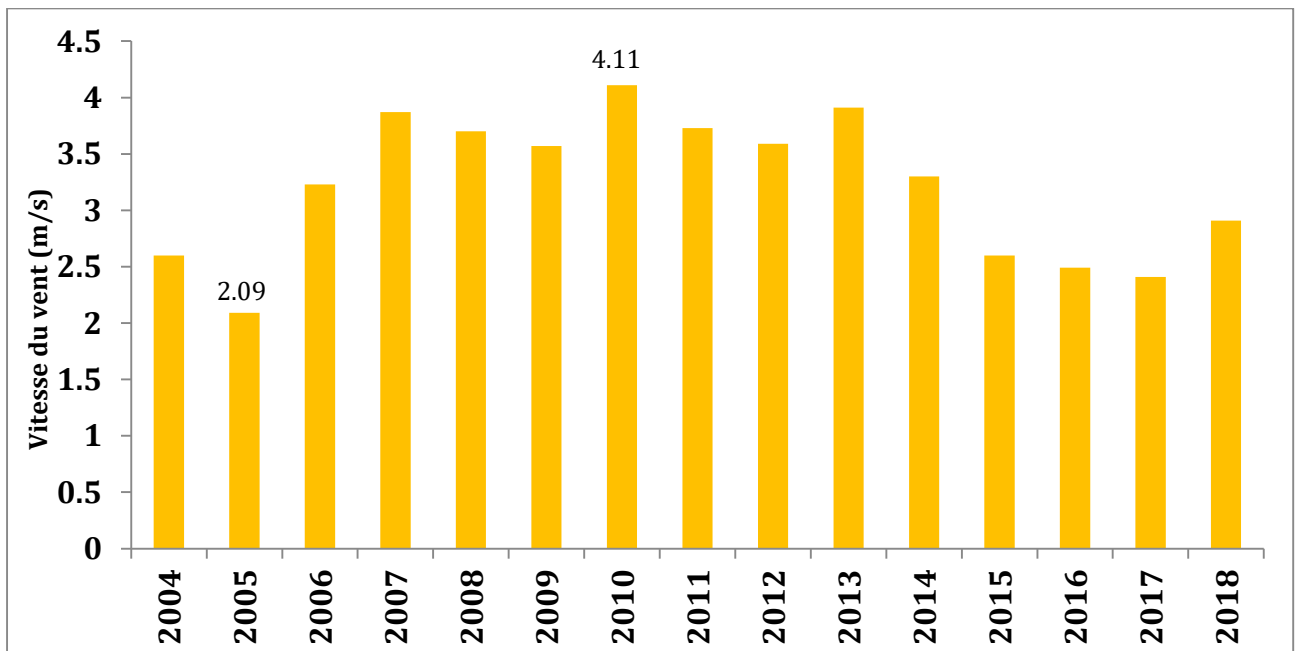


Figure 15 : Variation interannuelle de la vitesse de vent de la région de Laghouat (2004-2018)

3.2.4. Humidité :

L'humidité relative moyenne annuelle est de 45.35%, elle atteint son minimum durant le mois juillet avec une valeur de 25,13%. Son maximum est enregistré durant le mois de décembre avec une valeur de 63,4% (Fig. 16).

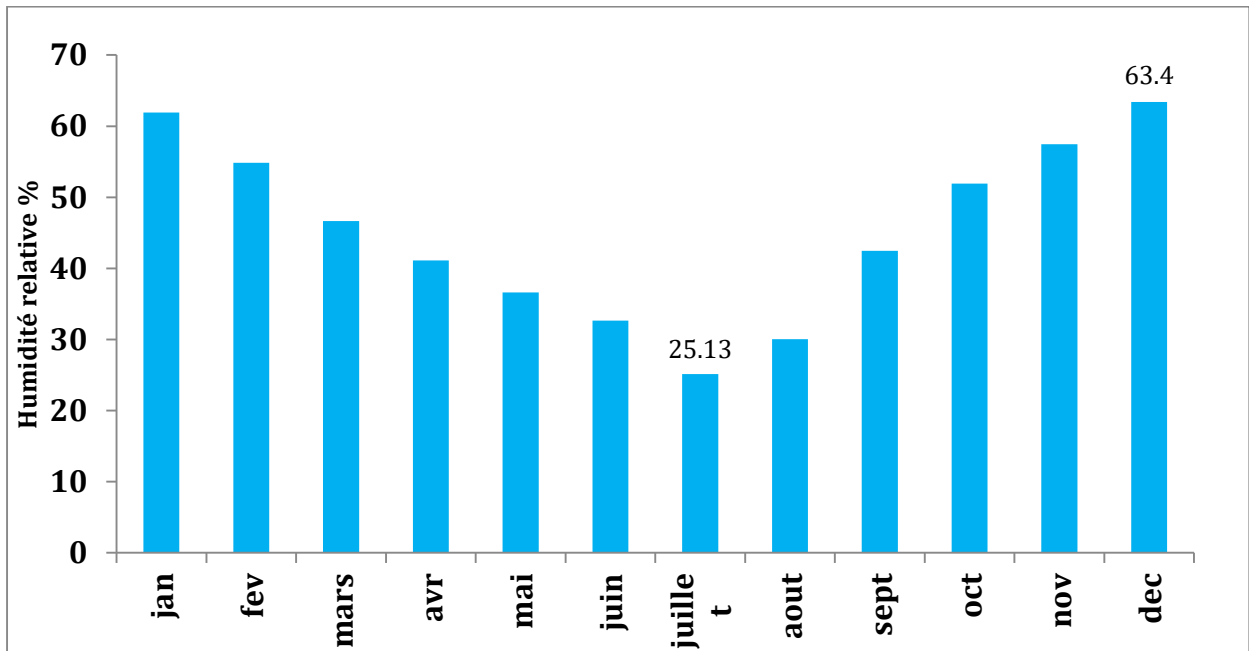


Figure 16 : Evolution de la moyenne mensuelle de l'humidité relative pour la région de Laghouat (2004-2018)

L'année la plus humide est 2006 avec 53,58% et l'année la plus sèche est 2016 avec une moyenne de 28,91% (Fig. 17).

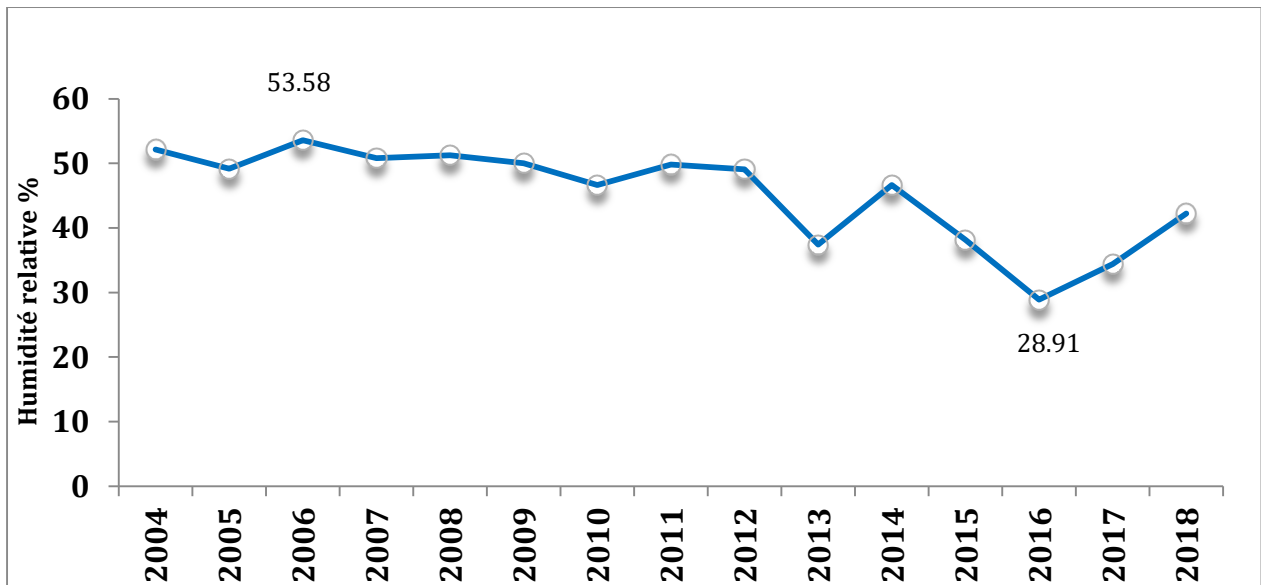


Figure 17 : Variation interannuelle de l'Humidité relative de la région de Laghouat (2004-2018)

3.2.5. Gelée :

D'après Le Houérou (1995), les gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et un facteur de contrainte pour la végétation naturelle. En effet, elles imposent un calendrier cultural qui doit tenir compte de la période gélive, principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce, ce qui restreint leur pratique aux saisons les plus chaudes et les moins arrosées. Quant à la végétation naturelle, elle est retardée dans sa croissance, cette dernière étant étroitement liée à la température (CENEAP, 2009).

Notre région reçoit des gelées importantes et fréquentes en hiver, leur fréquence annuelle est évaluée en moyenne à 17,73 jours/an (Fig. 18).

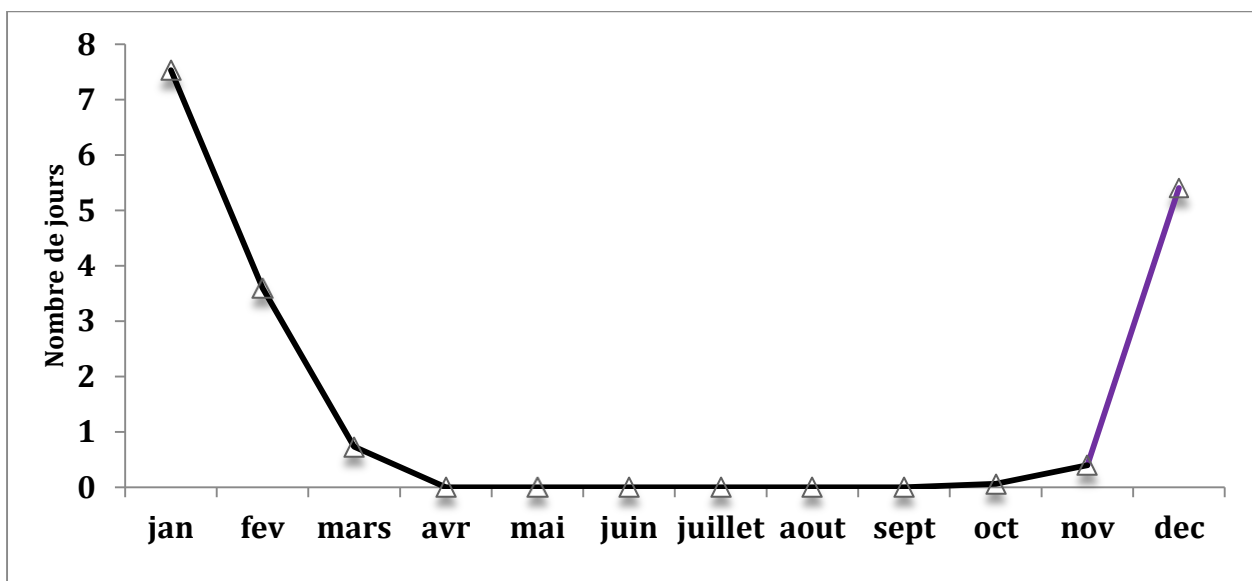


Figure 18 : Moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018)

La valeur la plus importante de gelée a été enregistrée durant l'année 2005 avec 43 jours et la valeur la plus faible est celle de l'année 2016 avec 4 jours seulement (Fig. 19).

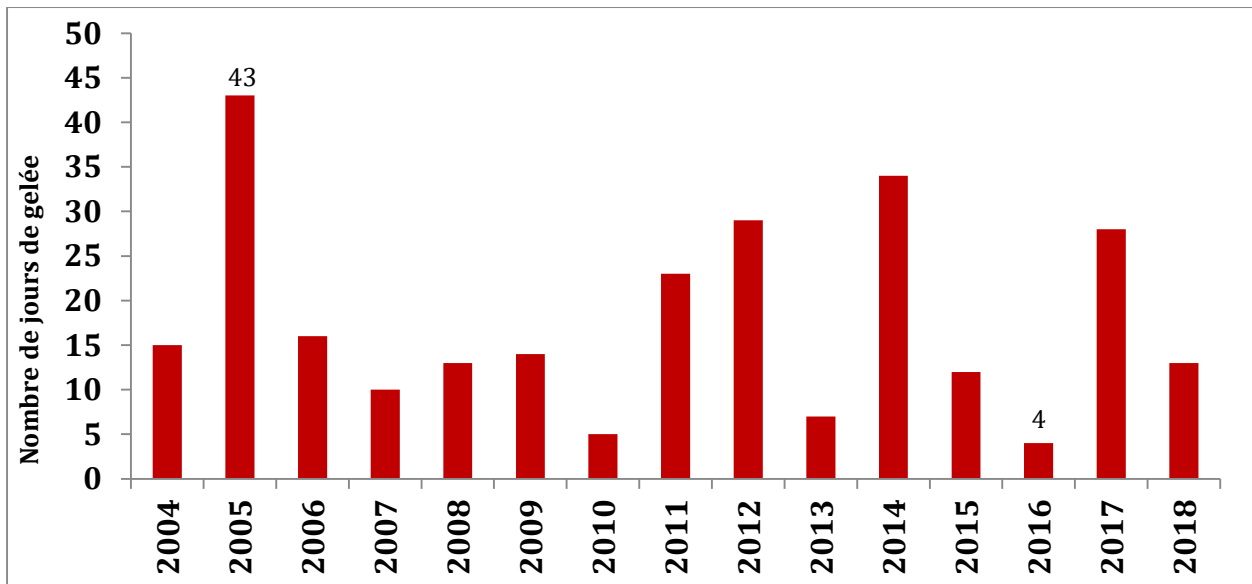


Figure 19 : Variation interannuelle du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).

3.2.6. Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson, sert plus particulièrement à mettre en évidence une éventuelle période de sécheresse biologique au niveau d'une localité. Il permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité mensuelle, exprimée en mm, est égale ou inférieure au double de la température, exprimée en degrés Celsius. Le diagramme ombrothermique est un mode de présentation classique du climat d'une région.

Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat (2004-2018) présente une période sèche qui couvre la totalité de l'année (Fig. 20).

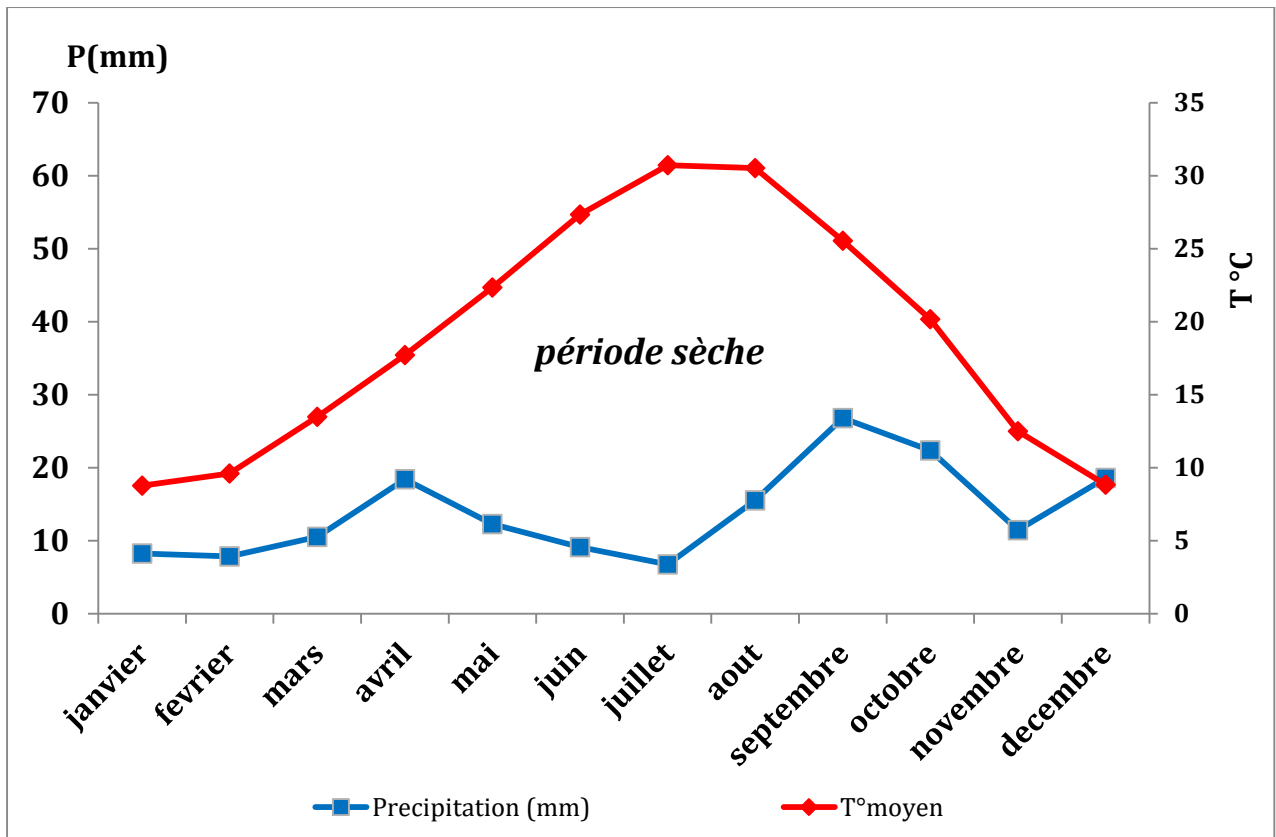


Figure 20: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région de Laghouat (2004-2018).

3.2.7. Synthèse climatique :

Généralement les facteurs climatiques n'agissent pas de façon isolée les uns des autres. L'étage bioclimatique d'une région ainsi que sa période de sécheresse ne peuvent être déterminés qu'à partir de la synthèse entre deux paramètres climatiques tels la température et la pluviométrie.

Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger (1955) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée en calculant le coefficient pluviométrique, par la formule suivante :

$$Q_2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Cette formule est simplifiée par Stewart en 1969.

$$Q_3 = 3.43 P / (M - m)$$

Où :

Q₃ : quotient pluviométrique

P : précipitation moyennes annuelles (mm)

M : maxima des températures moyennes mensuelles (°C)

M : minima des températures moyennes mensuelles (°C)

Le résultat obtenu ($Q_3 = 15,04$) avec $m = 1,84^\circ\text{C}$ permet de classer Laghouat sous un bioclimat saharien, variante à hiver frais (Fig. 21).

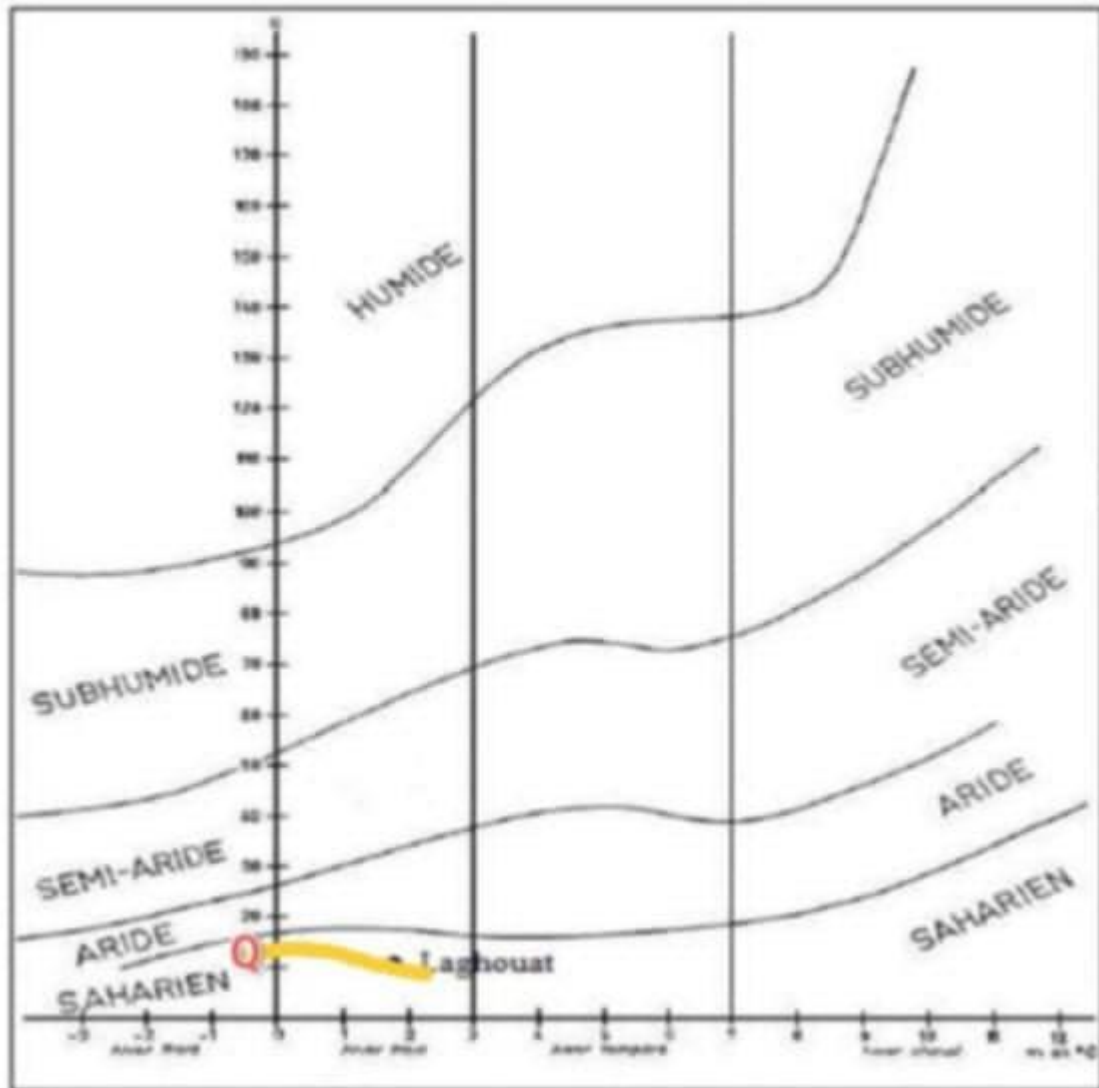


Figure 21: Climagramme d'Emberger pour la région de Laghouat

3.3. Localisation géographique des sites :

Les trois sites d'étude se situent dans deux communes de Laghouat :

3.3.1 Site 01 : El Kheneg (dayet Ennos)

C'est une daya à mi-chemin entre la commune d'El Kheneg et la commune d'El Houita (Fig. 22).

Les coordonnées du site 1 :

Latitude : 33,68° N

Longitude : 2,66°E

Altitude : 879 m



Figure 22. Vue panoramique du site 01 (El Kheneg, dayet Ennos) (originale 2024)

3.3.2. Site 02 : Oued M'zi

Oued M'zi est une commune du district d'Oued Morra, elle se trouve au nord-ouest de Laghouat. Notre site se situe à proximité de la commune du village d'oued M'Zi (Fig. 23). C'est une daya traversée par un oued.

-Les coordonnées Oued M'zi (site 2)

Latitude : 33,5527° N

Longitude : 2,2613° E

Altitude : 929 m



Figure 23. Vue panoramique du site02 Oued M'zi. (originale 2024)

3.3.3 Site 03 : Oued M'zi (Dayat El qatoutia)

Dayat El Qatoutia est situé entre la commune d'Oued M'zi et Oued Morra. Elle s'éloigne de 5 km du barrage de Seklafa. C'est une daya qui regroupe une population de pistachier de l'atlas (Fig. 24).

-Les coordonnées Oued M'zi (Dayat El qatoutia)

Latitude : 33,57° N

Longitude : 2,23° E

Altitude : 969 m



Figure 24. Oued M'zi site 03 (Dayat El qatoutia) (Originale2024)

3.4. Méthodologie

A travers cette étude, nous avons caractérisé les trois populations de Pistachiers dans les trois sites de point de vue biométrique pendant la période du printemps d'année 2024 (mai 2024) pour essayer de faire le lien entre ces paramètres et les maladies et ravageurs du pistachier de l'atlas.

Les sites ont été choisis aléatoirement en tenant compte de la présence du pistachier de l'atlas et de l'accessibilité au site.

Nous avons pu échantillonner 40 arbres de pistachier de l'atlas, dont deux arbres au premier site, 12 arbres au deuxième site et 26 arbres au troisième site. Plusieurs mesures ont été réalisées sur différentes parties de l'arbre selon le degré d'accessibilité à l'arbre (hauteur d'arbre, Diamètre du tronc, Ramification).

3.4.1. Mesures dendrométriques :

Des mesures ont été réalisées sur l'arbre et des mesures sur les feuilles du pistachier. Les principaux paramètres dendrométriques pris en compte sont :

a) Hauteur de l'arbre

A l'aide d'un simple bâton avec une assez grande précision, nous avons mesuré la hauteur de 40 arbres (Massenet, 2005) dans les différentes dayas (Fig. 25).

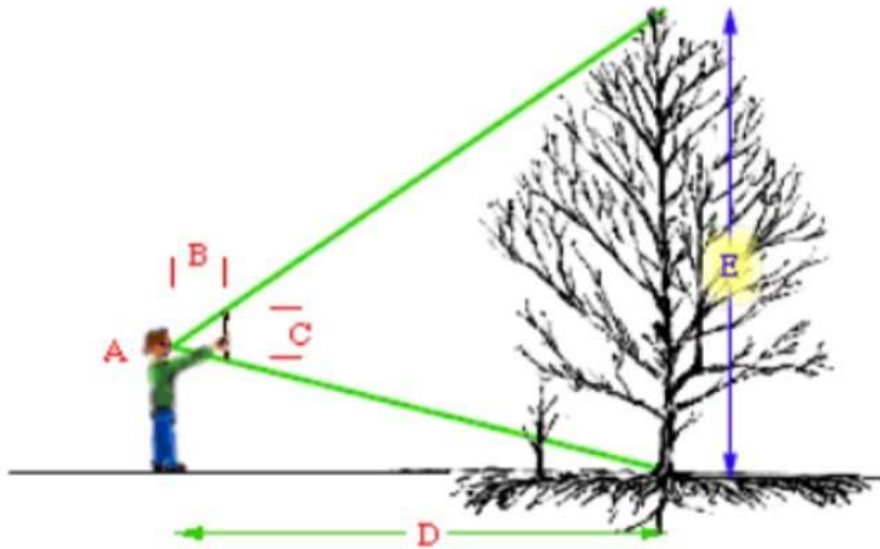


Figure 25 : Estimation simple de la hauteur d'un arbre (Massenet, 2005)

A- Observateur

B - Distance entre l'oeil de l'observateur et son bâton de mesure

C - Hauteur de la règle de 20 cm de mesure

D-Distance de l'observateur à l'arbre

E- Hauteur de l'arbre

La hauteur (E) de l'arbre est égale à la distance à l'arbre (D) multipliée par la hauteur de la règle, divisée par la longueur du bras (B) $E = D * C / B$

b) Diamètre du tronc à 1,3 m

La mesure du diamètre du tronc s'opère généralement à l'aide d'un ruban, si possible indéformable, à trame métallique ou mieux en fibre de verre. Ce ruban de 1,5 m ou de 3 m permet la mesure à tous niveaux : la mesure à hauteur de poitrine d'homme étant considérée à 1,3 m (Massenet, 2005).

c) Nombre des premières branches

Nous avons signalé le nombre de premières branches qui émergent de la tige principale de l'arbre pour caractériser la population du Pistachier (Jahanbazy Gojani *et al.*, 2012).

d) Hauteur de tronc

Nous avons mesuré la hauteur du tronc à partir de niveau de sol jusqu'à la première branche à l'aide d'un ruban mètre.

e) Mesures relatives au houppier

Les indices de vigueur cherchent à quantifier la vitalité d'un arbre, son statut social en utilisant, par exemple, certaines de ses dimensions aériennes (Rouvinen, 1997). Les indices de houppier utilisent des informations sur les caractéristiques des couronnes des arbres (volume, surface, etc). Les mesures de la largeur et de la longueur du houppier ont été réalisées pour calculer ensuite le volume de ce dernier.

e.1) Volume du houppier :

Après l'estimation de la longueur et la largeur du houppier, nous avons calculé le volume de ce dernier de chaque arbre par utilisation de formule suivante :

$$\text{Volume arbre} = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) = \frac{2}{3} \pi R^3$$

R = Hauteur du houppier ; $\pi = 3,14$.

f) Descripteurs des feuilles et folioles terminales

La dimension des feuilles est caractéristique de l'espèce ou du cultivar considéré mais avec une possibilité de variation en fonction de la vigueur de pousse du rameau qui peut la faire varier considérablement (Godet, 1988).

Pour les descripteurs des feuilles et des maladies, nous avons procédé à un échantillonnage d'un volume de 20cm x 20cm x 20 cm de feuillage de l'arbre au niveau du houppier. Généralement, les mesures sur les feuilles ont été réalisées sur presque la totalité des feuilles de chaque échantillon avec une moyenne d'environ 40 feuilles/échantillon. Les feuilles ont été mises dans des sachet en plastique et ont été transportées au laboratoire pour les mesures et les observations des maladies et ravageurs. Une fois récoltées, nous procédons à l'aide d'un pied à coulisse (0,01mm) (Fig. 26) à mesurer :

f.1. Longueur des feuilles [m]

Mesurée de la base du pétiole au sommet de la foliole terminale



Figure 26 : Longueur des feuilles(originale 2024)

f.2. Largeur des feuilles [m]

Mesurée dans sa partie la plus large (Fig. 27).



Figure 27 : Largeur des feuilles de pistachier(originale 2024)

f.3. Longueur et Largeur de la foliole terminale :

La longueur et la largeur de la foliole terminale sont mesurée dans sa partie la plus longue et la plus large (IPGRI, 1997) (Fig. 28). Pour les feuilles du pistachier, ces mesures concernent seulement les feuilles imparipennées.

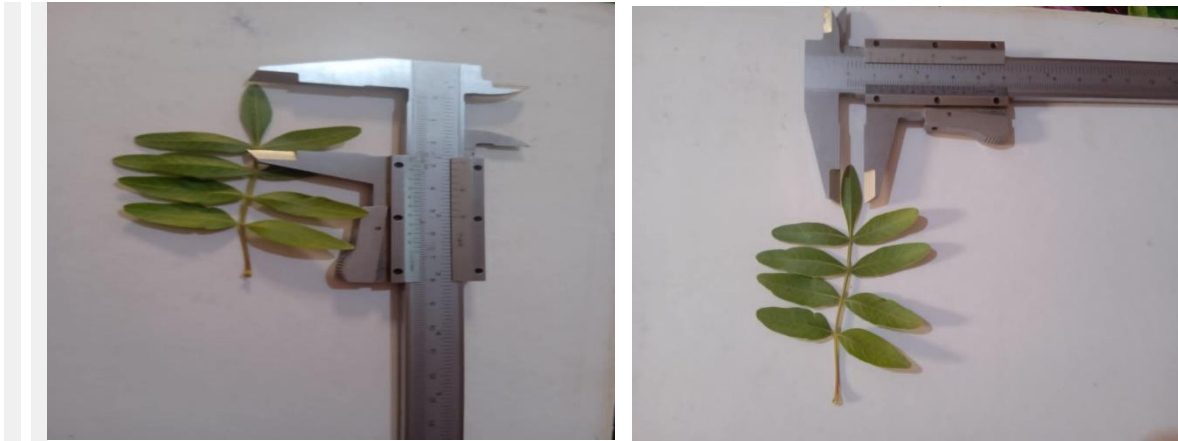


Figure 28 : Longueur et largeur de la foliole terminale(original 2024)

3.4.2. Maladies et ravageurs

L'observation des ravageurs et des maladies a été réalisé sur toutes les feuilles du volume échantillonné de l'arbre avec des observations des différentes parties de l'arbre (tronc, rameaux, ...).

Les échantillons des insectes trouvés sont conservés dans des Eppendorf dans l'alcool et sont par la suite identifiés selon des clés d'identification spécialisés. Pour chaque feuille, nous avons noté les maladies et/ou ravageurs s'ils sont présents. Nous avons par la suite calculé le taux d'infestation par site et par population pour chacune des maladies et de ravageurs.

3.4.3. Analyse statistique

L'analyse statistique descriptive a concerné l'ensemble des paramètres mesurés, les moyenne, l'écart type et les extrêmes ont été signalés ($\text{moy} \pm \text{Ecart type (min -max)}$). Les corrélations et les analyses de variance des trois sites et entre les différents paramètres sont aussi mentionnées et interprétées. Ces tests statistiques sont obtenus par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows et les graphiques à l'aide de Microsoft Excel (2021).

Partie II :
ANALYSE DES DONNEES

Chapitre 4 :

Résultats et Discussion

Partie II : Analyse des données

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Paramètres des arbres

4.1.1 Hauteur des arbres :

Un total de 40 arbres a été échantillonné sur les trois sites avec une hauteur moyenne de $5,96 \pm 0,37$ m qui varie entre un minimum de 1,54m et un maximum de 10,77m.

La hauteur des arbres dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $7,07 \pm 1,47$ m et varie entre 6,03 m et 8,11 m, tandis que la hauteur moyenne des arbres dans le premier site d'Oued M'zi est de $6,55 \pm 1,73$ m et elle varie entre 4,61 m et 10,34m, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, la moyenne de la hauteur des arbres est de $5,65 \pm 2,57$ m et elle oscille entre 1,54m et 10,77m (Fig. 29).

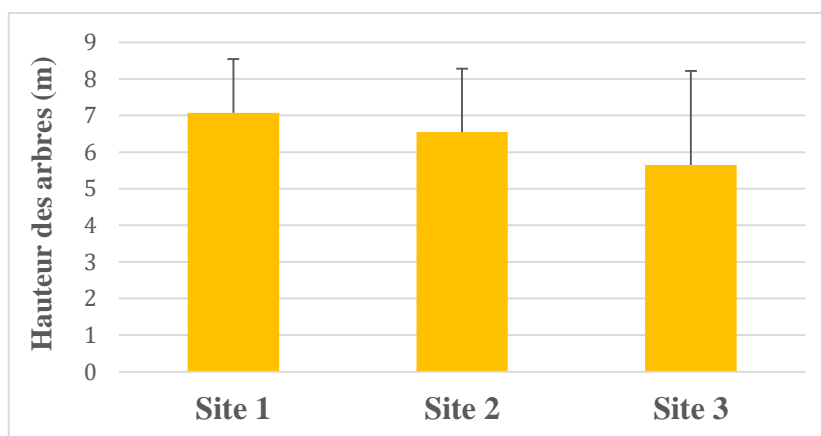


Figure 29 : Hauteur des arbres de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

L'analyse de variance a montré qu'il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les moyennes des hauteurs des arbres dans les trois sites étudiés ($F_{2,37} = 0,84$; $P = 0,44$).

Nos résultats sont plus faibles à ceux mentionnés par Nedjma (2017) à El kheneg, Badaoui (2017), Benabdaim (2019) à Aflou. Ils sont similaires à ceux de Dahmani (2018) à Aflou et Messaoudi (2019) au sud de Laghouat. La hauteur des arbres est le reflet de la qualité du milieu, sol et climat, mais surtout le régime hydrique qui représente le critère majeur en climat méditerranéen (Quézel, 1980).

Malgré que cette espèce peuvent atteindre 10 à 12 m de haut selon (Maamri, 2008) et entre 15-25m dans certain cas (Belhadj, 1999; Quézel et Medail, 2003). Le pistachier montre généralement une croissance lente dans les conditions naturelles (BNEDER, 2015). Toutefois, les expériences ont montré qu'à 9 mois après la plantation, les plants irrigués de pistachier présentaient une croissance moyenne en hauteurs de 28,4 m (Kadik, 1977 in BNEDER, 2015). La croissance en hauteur du pistachier est apparemment liée à la disponibilité de l'eau qui est un facteur limitant dans nos régions.

4.1.2. Diamètre du tronc :

Le diamètre moyen du tronc dans les trois sites est de $19,55 \pm 4,05$ cm qui varie entre un minimum de 10 cm et un maximum de 140 cm.

Le diamètre moyen du tronc dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $35,5 \pm 0,5$ cm et varie entre 35 cm et 36 cm, tandis que le diamètre moyen du tronc dans le premier site d'Oued M'zi est de $31,67 \pm 10,74$ cm et il varie entre 4 cm et 140 cm, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, le diamètre moyen du tronc est de $12,74 \pm 3,25$ cm et il oscille entre 1m et 81cm (Fig. 30.).

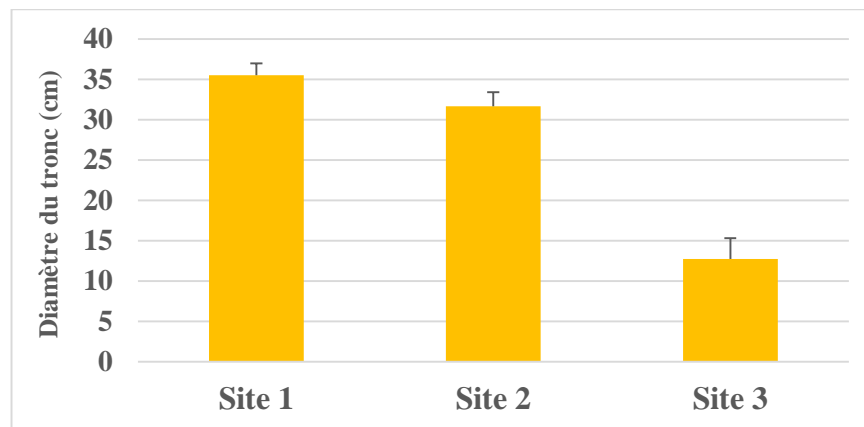


Figure 30 : Diamètre du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

Il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les moyennes des diamètres des arbres entre les trois sites étudiés ($F_{2,37}=2,91$; $P= 0.067$).

Les résultats obtenus sont beaucoup plus faibles que ceux de la population d'Aflou (Badaoui, 2017 ; Dahmani, 2018 et Benabdaim, 2019) mais ils sont comparables à ceux mentionnés par Messaoudi (2019) au sud de Laghouat. Ces variations par rapport aux autres stations seraient dues probablement à l'âge différent de ces populations. Le diamètre à 130cm,

est un paramètre qui reste aussi conditionnées par la disponibilité de l'eau. Le développement du diamètre est fonction du développement des cernes de croissance qui, de leur part reflètent la qualité du climat (quantité d'eau) que reçoit la plante (Roland et *al.*, 2008). Si l'année est bonne, l'épaisseur du cerne serait plus importante que dans les années de sécheresse (Roland et *al.*, 2008).

4.1.3. Nombre des premières ramifications :

Le nombre moyen de première ramification du tronc dans les trois sites est de $3,8 \pm 1,18$ branches et il oscille entre un minimum de 2 et 6 branches.

Le nombre moyen de premières ramifications dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $4 \pm 2,83$ branches et varie entre 2 et 6 branches, tandis que le celui du premier site d'Oued M'zi est de $3,83 \pm 0,94$ branches et il varie entre 3 et 6 branches, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, le nombre moyen de premières ramifications est de $3,65 \pm 1,23$ branches et il oscille entre 2 et 6 branches (Fig. 31).

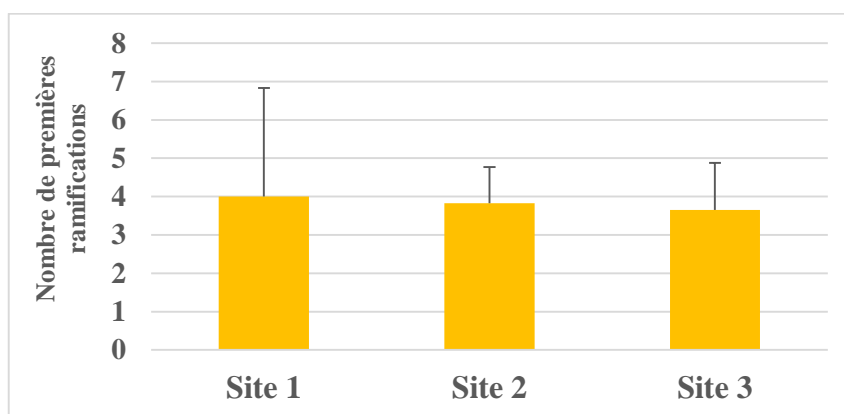


Figure 31 : Nombre de premières ramifications du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

Il n'existe aucune différence significative entre les nombres de premières branches entre les trois sites étudiés ($F_{2,37} = 0,14$; $P = 0,87$).

Ce paramètre influence l'architecture de l'arbre par le biais du houppier ; les houppiers sont généralement plus larges lorsque l'arbre présente un nombre important en branches.

Le nombre de branches observé dans nos sites est relativement plus important que ceux cités dans la région par plusieurs auteurs (Annexe-Tab. 1). Ce critère change apparemment selon l'âge et les spécificités génétiques d'une population à une autre. Le nombre de branches

dans un arbre lui permet de mieux exploiter le milieu (lumière et humidité de l'air) et de créer un microclimat sous l'arbre lui-même (Messaoudi, 2019).

4.1.4. Hauteur de tronc :

La hauteur moyenne du tronc dans les trois sites est de $2 \pm 0,11$ m qui varie entre un minimum de 0,32 m et un maximum de 3,8 m.

La hauteur moyenne du tronc dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $1,8 \pm 0,1$ m et varie entre 1,7 m et 1,9 m, tandis que la hauteur moyenne du tronc dans le premier site d'Oued M'zi est de $2,27 \pm 0,17$ m et elle varie entre 0,75 et 3,1 m, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, la hauteur moyenne du tronc est de $1,92 \pm 0,14$ m et elle oscille entre 0,8 et 3,8 m (Fig. 32).

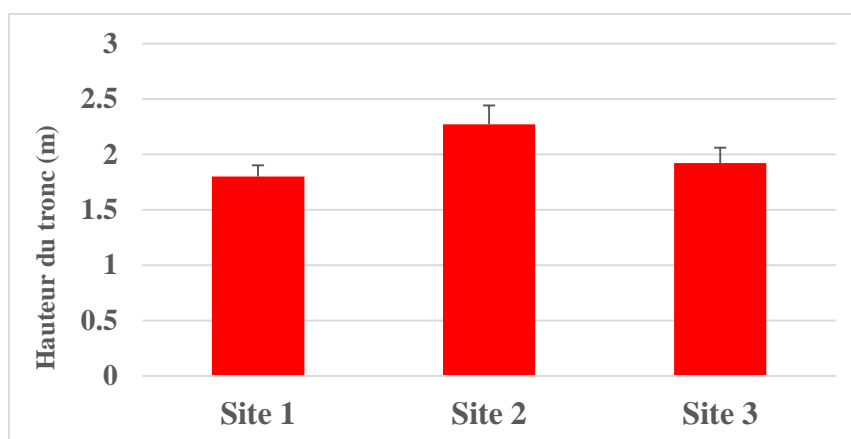


Figure 32 : Hauteur du tronc de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

Il n'existe aucune différence significative entre les moyennes des hauteurs des troncs entre les trois sites étudiés ($F_{2,37} = 1,20$; $P = 0,31$).

4.1.5. Diamètre du houppier :

Le diamètre moyen du houppier dans les trois sites est de $3,38 \pm 1,4$ m qui varie entre un minimum de 1 m et un maximum de 6 m.

Le diamètre moyen du houppier dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $4,65 \pm 0,65$ m et varie entre 4 m et 5,3 m, tandis que le diamètre moyen du houppier dans le premier site d'Oued M'zi est de $3,49 \pm 0,34$ m et il varie entre 2 et 6 m, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, Le diamètre moyen du houppier est de $3,23 \pm 0,29$ m et elle oscille entre 1 et 6 m (Fig. 33).

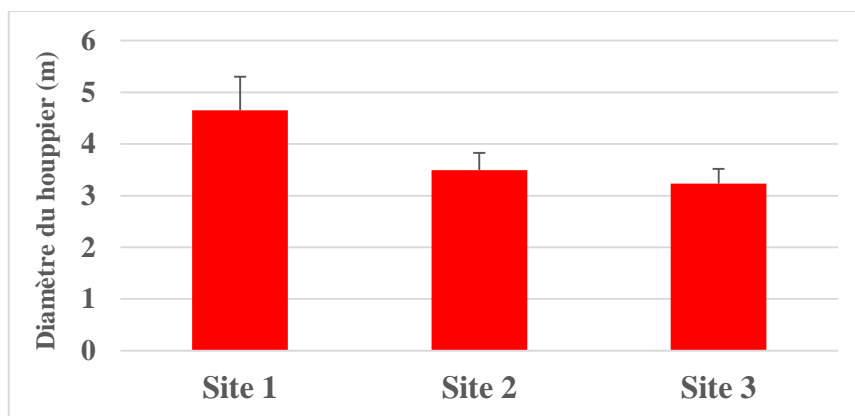


Figure 33 : Diamètre du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

Il n'existe aucune différence significative entre les moyennes des diamètres des houppiers entre les trois sites étudiés ($F_{2,37}=1,01$; $P= 0,37$).

4.1.6. Hauteur du Houppier :

La hauteur moyenne du houppier dans les trois sites est de $3,96\pm 0,33$ m qui varie entre un minimum de 0,45 m et un maximum de 8,06 m.

La hauteur moyenne du houppier dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $5,27\pm 0,94$ m et varie entre 4,33 m et 6,21 m, tandis que la hauteur moyenne du houppier dans le premier site d'Oued M'zi est de $4,27\pm 0,51$ m et elle varie entre 2,11 et 8,06 m, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, la hauteur moyenne du houppier est de $3,69\pm 0,44$ m et elle oscille entre 0,45 et 7,77 m (Fig. 34).

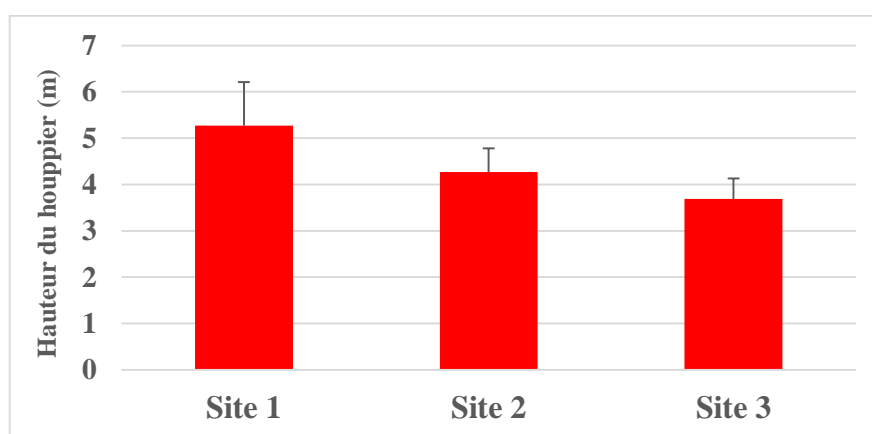


Figure 34 : Hauteur du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.

Il n'existe aucune différence significative entre les moyennes des hauteurs des houppiers entre les trois sites étudiés ($F_{2,37}=0,74$; $P= 0,48$).

4.1.7. Volume du Houppier (m³):

Le volume moyen du houppier dans les trois sites est de 122,15±21 m³ qui varie entre un minimum de 2,07 m³ et un maximum de 447,64 m³.

Le volume moyen du houppier dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de 220,58±87,95 m³ et varie entre 132,63 m³ et 308,53 m³, tandis que le volume moyen du houppier dans le premier site d'Oued M'zi est de 118,55 ±36,22 m³ et il varie entre 16,58 et 447,64 m³, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, Le volume moyen du houppier est de 116,24±27,15m³ et elle oscille entre 2,07 et 447,64 m³ (Fig. 35).

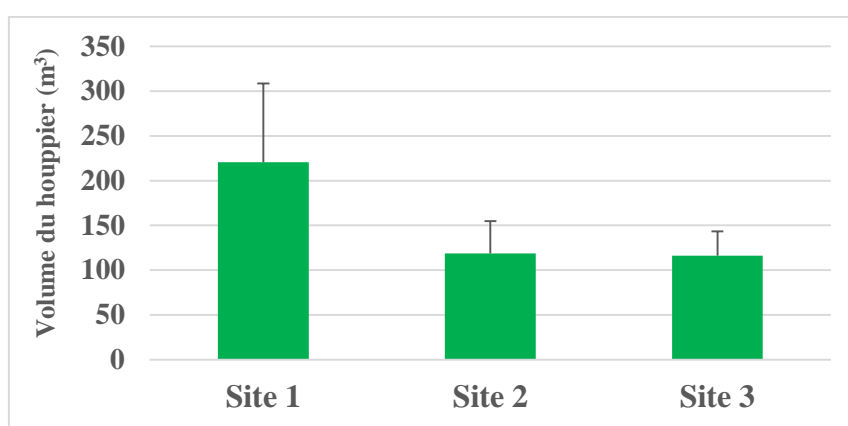


Figure 35 : Volume du houppier de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés

Il n'existe aucune différence significative entre les volumes moyens des houppiers entre les trois sites étudiés ($F_{2,37} = 0,57$; $P = 0,57$).

4.2. Biométrie foliaire

4.2.1. Longueur de la feuille :

La longueur moyenne de la feuille dans les trois sites est de 7,99±0,06 cm qui varie entre un minimum de 2,38 cm et un maximum de 13,52 cm.

La longueur moyenne de la feuille dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de 10,34±0,29 cm et varie entre 5,35 cm et 13,52 cm, tandis que la longueur moyenne de la feuille dans le premier site d'Oued M'zi est de 7,10±0,1 cm et elle varie entre 2,38 et 12,35 cm, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, la longueur moyenne de la feuille est de 8,23±0,07 cm et elle oscille entre 3,71 et 12,75 cm (Fig. 36).

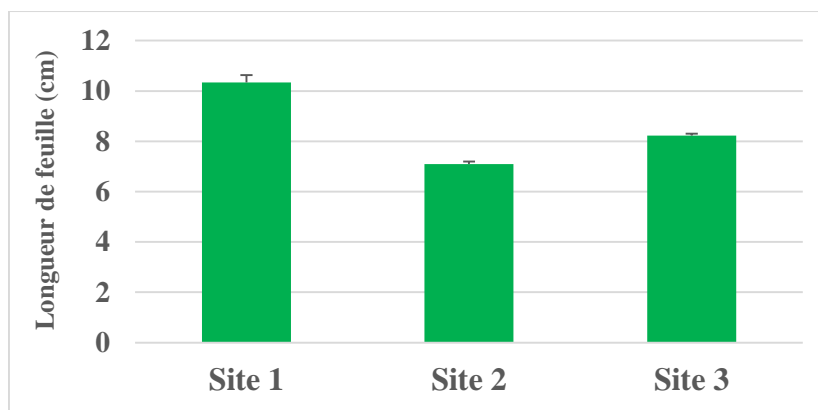


Figure 36 : Longueur de la feuille de pistachier de l’atlas dans les trois sites étudiés.

Il existe une différence significative entre les longueurs des feuilles dans les trois sites ($F_{2,777} = 80,3$; $P \leq 0,0001$) ; les feuilles du premier site (Dayet Ennos) sont les plus longues.

Les intervalles des longueurs des feuilles de pistachier observés dans cette étude sont inclus dans les valeurs mentionnées par plusieurs études réalisées dans la région (Annexe-Tab. 1). Des résultats similaires ont été mentionnés par Kafkas *et al.* (2002) en Turquie, Abdelkader *et al.* (2005) ; Yaaqobi *et al.*, (2009) au Maroc, Dahmani (2011) à Tiaret, et Benabdellah (2012) dans trois stations steppiques algériennes (Ouled Djellal, Ain Oussera et Messaad) et à ceux rapportés par Belhadj *et al.* (2008) dans neuf localités de Djelfa et Laghouat et Smail Saadoun (2014) dans les dayas de Laghouat. Il faut signaler ici que généralement la croissance des feuilles ne dépasse rarement les 12 cm de longueur (Khaldi et Khoudja, 1995).

Selon Zohary (1952), la classification des espèces de pistacia est basée sur la morphologie de la feuille et spécialement la forme ainsi que le nombre, la taille et l’orientation de folioles. A ce moment, les caractéristiques des feuilles du pistachier semblaient liées à quelques facteurs climatiques tels que les précipitations, les températures moyennes et surtout les températures minimales Elzerey-belaskri et benhassaini (2015).

4.2.2. Largeur de la feuille

La largeur moyenne de la feuille dans les trois sites est de $5,49 \pm 0,04$ cm qui varie entre un minimum de 2,22 cm et un maximum de 11 cm.

La largeur moyenne de la feuille dans le site d’El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $7,23 \pm 0,29$ cm et varie entre 4 cm et 11 cm, tandis que largeur moyenne de la feuille dans le premier site d’Oued M’zi est de $5,44 \pm 0,07$ cm et elle varie entre 2,94 et 8,63 cm, et

pour le deuxième site d'Oued M'zi, la largeur moyenne de la feuille est de $5,38 \pm 0,05$ cm et elle oscille entre 2,22 et 9,42 cm (Fig. 37).

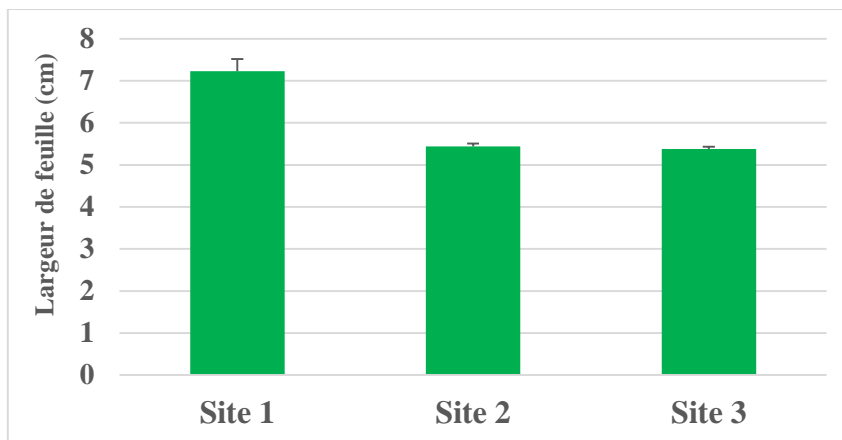


Figure 37 : Largeur de la feuille de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.

Il existe une différence significative entre les largeurs des feuilles dans les trois sites ($F_{2,777} = 49$; $P \leq 0,0001$) ; les feuilles du premier site (Dayet Ennos) sont les plus larges.

Les largeurs des feuilles obtenues dans nos sites sont relativement similaires à celles rapportées par Smail Saadoun (2014) à Laghouat, Benabdellah (2012) dans trois zones steppiques algériennes, Belhadj et *al.*, 2008 dans plusieurs localités algériennes et Yaaqobi et *al.* (2009) au Maroc et Dahmani (2011) dans la région de Tiaret et à celles réalisées dans notre région (Annexe-Tab. 1).

4.2.3. Longueur de la foliole terminale :

La longueur moyenne de la foliole terminale des feuilles dans les trois sites est de $2,96 \pm 0,78$ cm qui varie entre un minimum de 0,94 cm chez les feuilles sans foliole terminale et un maximum de 11 cm.

La longueur moyenne de la foliole terminale dans le site d'El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $3,57 \pm 1,61$ cm et varie entre 0,94 cm et 11 cm, tandis que longueur moyenne de la foliole terminale dans le premier site d'Oued M'zi est de $2,84 \pm 0,62$ cm et elle varie entre 1,43 et 4,90 cm, et pour le deuxième site d'Oued M'zi, la longueur moyenne de la foliole terminale est de $2,95 \pm 0,71$ cm et elle oscille entre 1,25 et 8,79 cm (Fig. 38). Les trois sites présentent parfois des feuilles sans foliole terminale.

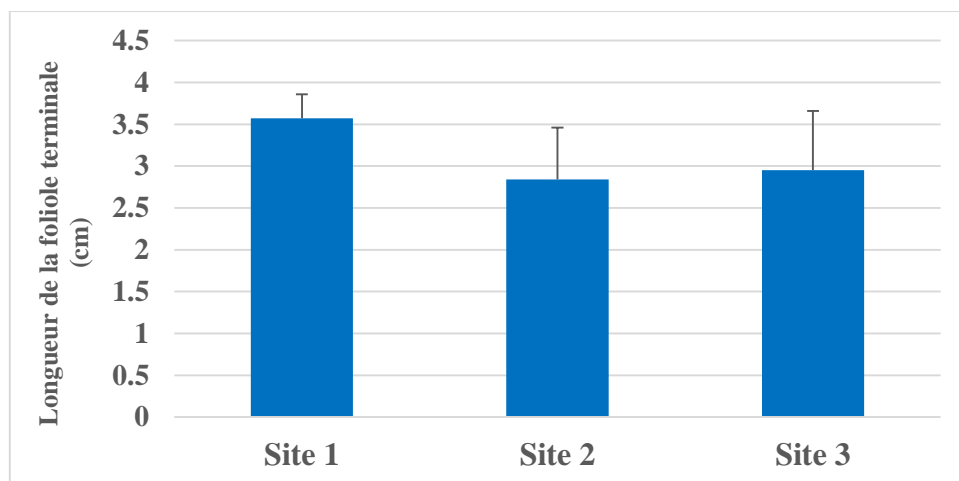


Figure 38 : Longueur de la foliole terminale de pistachier de l’atlas dans les trois sites étudiés.

Il existe une différence significative entre les longueurs des folioles terminales dans les trois sites ($F_{2,778} = 7,79$; $P=0,0004$), les folioles terminales du premier site sont les plus longues.

4.2.4. Largeur de la foliole terminale

La largeur moyenne de la foliole terminale des feuilles dans les trois sites est de $0,68 \pm 0,01$ cm qui varie entre un minimum de 0,14 cm chez les feuilles sans foliole terminale et un maximum de 3,93 cm.

La largeur moyenne de la foliole terminale dans le site d’El Kheneg (dayet Ennos) présente une moyenne de $0,75 \pm 0,26$ cm et varie entre 0,26 cm et 1,8 cm, tandis que largeur moyenne de la foliole terminale dans le premier site d’Oued M’zi est de $0,62 \pm 0,16$ cm et elle varie entre 0,3 et 1,24 cm, et pour le deuxième site d’Oued M’zi, la largeur moyenne de la foliole terminale est de $0,71 \pm 0,22$ cm et elle oscille entre 0,14 et 1,86 cm (Fig. 39).

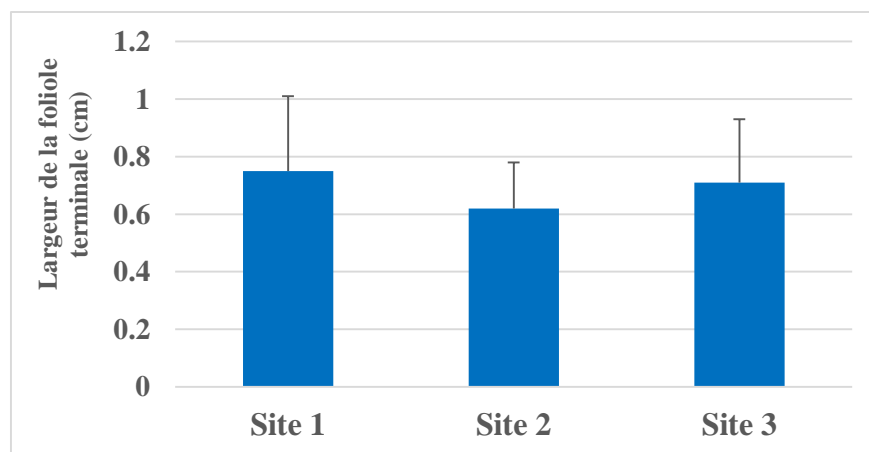


Figure 39 : Largeur de la foliole terminale de pistachier de l’atlas dans les trois sites étudiés.

Il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les largeurs des folioles terminales dans les trois sites ($F_{2,777} = 2.57$; $P \leq 0,07$).

La longueur et la largeur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites présentent des valeurs similaires aux autres populations de pistachier (Yaaqobi et *al.*, 2005 ; Belhadj et *al.*, 2008 ; Benabdallah, 2015 ; El Zerey-Belaskri et Benhassaini, 2015). Cependant, Belhadj et *al.* (2008) ont signalés une différence significative entre les mensurations des folioles terminales dans le même site ce qui met en cause l'utilisation de ce paramètre comme critère de classification du Pistachier de l'Atlas.

4.2.5. Le nombre de folioles par feuille

Les feuilles de pistachier dans nos sites présentent une diversité remarquable en nombre de folioles dans chaque feuille. Le nombre moyen de folioles est de $8,62 \pm 0,06$ folioles/feuille avec une variation de nombre entre 3 et 15 folioles/feuille. Le mode le plus répondu en nombre de foliole est de 9 folioles, avec la présence de plusieurs classes de nombre de 3 jusqu'à 15 folioles, excepté le nombre de 13 folioles.

Concernant le nombre de folioles par feuille, nous avons constaté de grandes différences au sein du même arbre dans nos sites. Les feuilles sont parfois paripennées et parfois imparipennées.

Pour le premier site d'El Kheneg, le nombre moyen de folioles est de $9,09 \pm 0,22$ folioles/feuille, il varie entre 5 et 11 folioles. Cependant, le nombre moyen de folioles dans le deuxième site est de $8,38 \pm 0,12$ folioles/feuille et varie entre 3 et 15 folioles. Le troisième site présente un nombre moyen de $8,69 \pm 0,07$ folioles/feuille et oscille entre 3 et 12 folioles (Fig. 40).

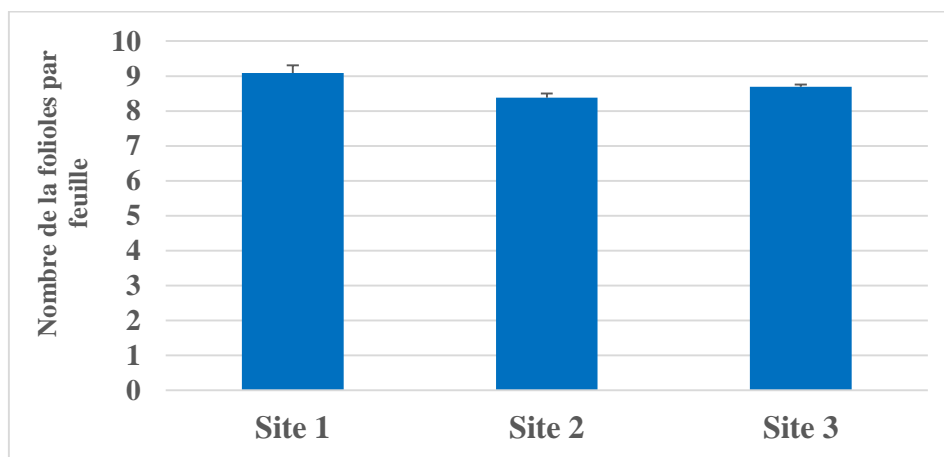


Figure 40 : Nombre de folioles par feuille de pistachier de l'atlas dans les trois sites étudiés.

Il existe une différence significative entre le nombre moyen de folioles dans les trois sites ($F_{2,778} = 4,79$; $P=0,0086$), le premier site accueille des pistachiers avec un nombre plus important de folioles par rapport les deux autres sites.

4.3. Maladies et ravageurs

Les observations ont été faites sur les échantillons prélevés en observant les feuilles, feuille par feuille à la recherche d'éventuel maladies ou traces de ravageur. Dans les trois sites, nous avons observé la présence du puceron doré, le jaunissement des feuilles et le broutage des feuilles dans tous les arbres analysés donc un taux de 100% de présence. Cependant, dans le troisième site (Oued M'zi 2), nous avons observé exclusivement la présence des feuilles avec des taches marrons dans 33,33% des arbres du 3^{ème} site ainsi que la présence de *Hylesinus vestitus* qui avec ses tunnels dans les rameaux du pistachier sur 7,69% des arbres du 3^{ème} site.

L'analyse des feuilles des trois sites a révélé les taux de présence de chaque maladie et ravageur (Tab. 3).

Tableau 3 : Différentes maladies et ravageurs observés sur les feuilles des trois sites

Site	Puceron (%)	Jaunissement des feuilles (%)	Broutage des feuilles (%)	Nécrose (taches marrons) (%)	<i>Hylesinus vestitus</i> %
1	51,32	22,37	26,32	0,00	0,00
2	63,49	16,84	19,68	0,00	0,00
3	60,12	19,94	16,19	3,55	0,79

Les observations ont révélé quatre différents types de dégâts (Tab. 3). La présence du puceron doré occupe la première place avec des taux importants qui dépassent la moitié dans les trois sites. La deuxième place s'alterne entre les nécroses des feuilles et les feuilles broutées par les insectes, elle est plutôt occupée par la nécrose des feuilles pour les sites 1 et 2 et le broutage des feuilles en site 3 (Tab. 3). La quatrième place est occupée par les feuilles avec des taches marrons (carence en élément) qui apparaissent uniquement dans le site 3 avec occasionnellement la présence de tunnels dans les rameaux (*Hylesinus vestitus*) avec un taux de 0,79% dans le même site (site 3).

4.3.1. Puceron doré :

Selon Perrier (1979), les pucerons ou Aphidae vivent sur les plantes les plus diverses, en suçant les sucs intérieurs à l'aide de leur rostre, souvent sous l'action de leur piqûre, se produit une galle, dont la forme est utilisée pour la détermination. D'après Houard (1922), les espèces de pistachiers les plus communes dans la région méditerranéenne, pistachier lentisque, pistachier térébinthe et le pistachier de l'Atlas, présentent un grand nombre de galles.

Cette espèce touche la totalité des arbres dans la région, le taux d'infestation est de 100%. Il a été déjà signalé par Nedjma (2017) dans la région des dayas de Laghouat (Fig. 41). Ce dernier a cité plusieurs types de galles de puceron de différentes couleurs et aspects.



Figure 41 : Puceron doré sur les feuilles de pistachier de l'atlas (originale 2024)

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la présence du puceron doré et le jaunissement des feuilles ($r= 0,65$; $p=0,0001$; $N = 40$) ; les arbres touchés par le puceron présentent aussi des feuilles jaunes (Fig. 42).

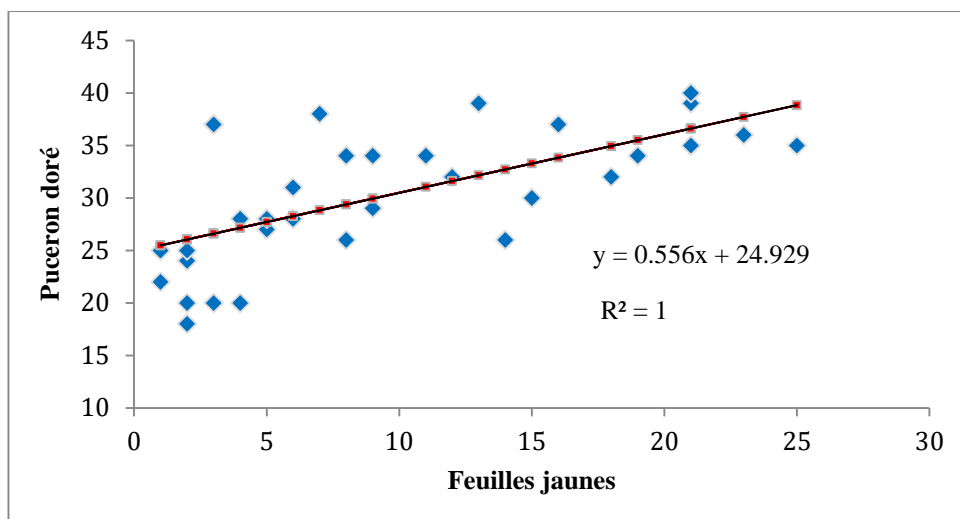


Figure 42 : Relation entre la présence du puceron doré et le jaunissement des feuilles

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la présence du puceron doré et le broutage des feuilles ($r = 0,64$; $p = 0,0001$; $N = 40$) ; les arbres touchés par le puceron présentent aussi des feuilles jaunes (Fig. 43).

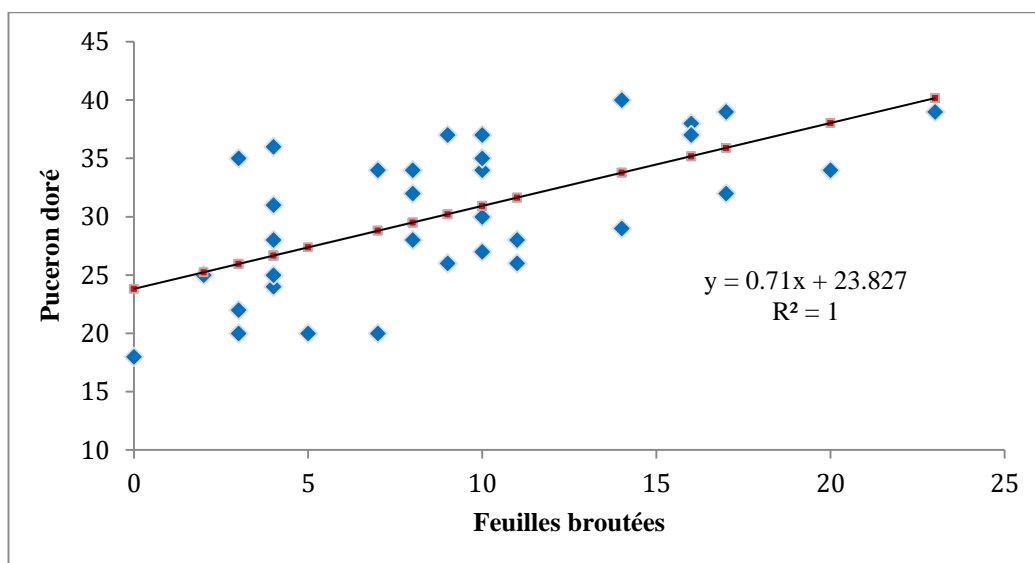


Figure 43 : Relation entre la présence du puceron doré et le broutage des feuilles

Ces insectes synchronisent leur installation sur les arbres avec la formation d'un feuillage importants (Burstein et Wool, 1993) tout en assurant un développement des différentes parties de l'espèce végétale, particulièrement les largeurs et les longueurs des feuilles et folioles (Zucker, 1982 ; Price, 1984, 1991 ; Whitham, 1992).

Le broutage peut avoir des effets significatifs sur sa croissance et sa survie, notamment en réduisant sa capacité à se développer dans des environnements difficiles

4.3.3. Jaunissement des feuilles

Les feuilles sont aussi des bons indicateurs de l'état de santé de l'arbre ; le jaunissement total ou partiel des feuilles, observés chez les arbres dans notre étude serait la répercussion de l'influence d'un problème physiologique chez ces arbres (Belguerri, 2016).

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la présence des feuilles broutées et le jaunissement des feuilles ($r= 0,53$; $p=0,0028$; $N = 40$) ; les arbres touchés par le jaunissement des feuilles sont beaucoup plus broutés (Fig. 46).

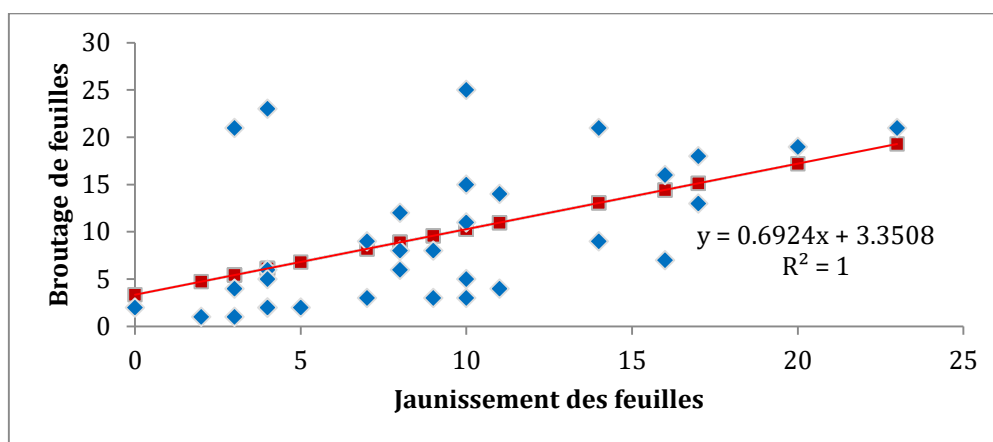


Figure 46 : Relation entre la présence de jaunissement des feuilles et le broutage des feuilles

Le jaunissement partiel ou total, puis la chute des feuilles serait le résultat d'une mauvaise et insuffisante disponibilité d'eau déjà observée lors de nos sorties (Belguerri, 2016) (Fig. 47).



Figure 47 : Jaunissement des feuilles de pistachier dans les sites d'étude (originale 2024)

Le jaunissement des feuilles peut être dû à plusieurs causes ; comme la sécheresse et la carence en soufre qui entre dans l'élaboration de la chlorophylle pour la plante ou par un stress ionique (Cl^-) (Saci, 2016).

4.3.4. Nécrose des feuilles (taches marrons)

La chlorose apicale des feuilles peut être confondue avec une carence de bore (elle a été observée sur terrain) ; cette dernière n'affecte que l'extrémité des feuilles (Fig. 48). La disponibilité de bore dans le sol diminue dans des conditions de sécheresse et sur les sols caractérisés par un pH élevé, en particulier les sols calcaires (Belguerri, 2016).

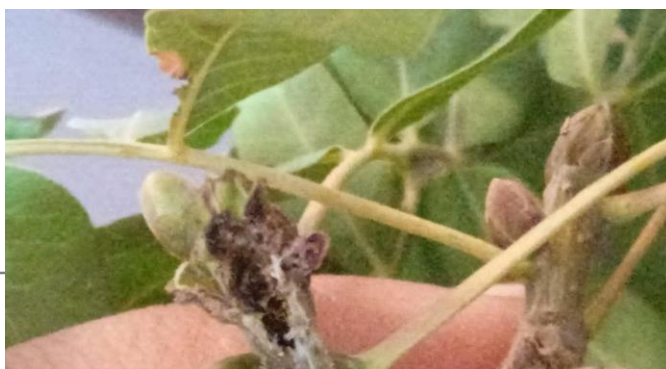


Figure 48 : Nécrose des feuilles de pistachier dans les sites d'étude (originale 2024)

Ces derniers problèmes nécessitent des analyses chimiques du sol et des feuilles pour permettre de résoudre ce genre de carences.

4.3.5. Effet de *Hylesinus vestitus* (= *Chaetoptelius vestitus*)

Dans cette étude, le taux de présence du scarabée du pistachier reste faible mais qui attire l'attention (Fig 49).



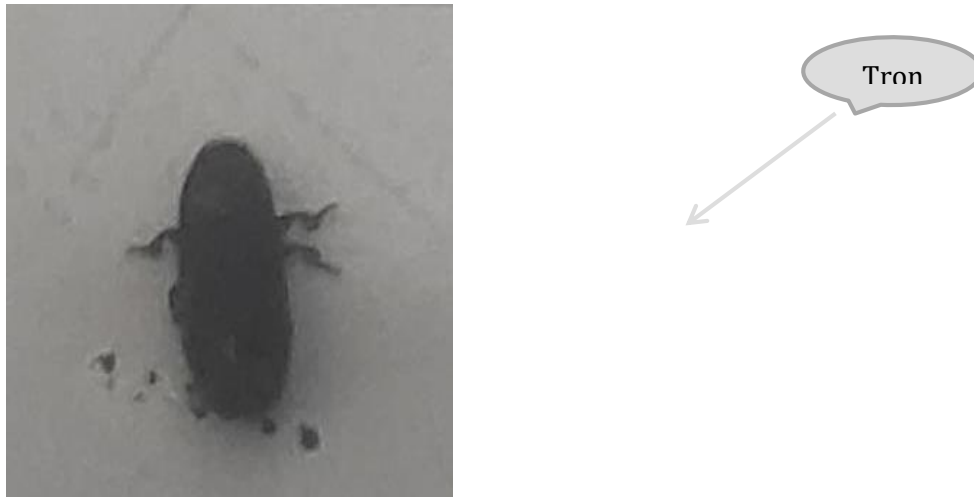


Figure 49 : *Chaetoptelius vestitus* collecté d'une feuille de pistachier de l'atlas (originale 2024)

Cette espèce est très nuisible aux cultures de verger de pistaches (Chebouti-Meziou et *al.*, 2011). Les adultes de cet insecte émergent en avril-mai et les arbres pour porter la végétation sur les jeunes brindilles, où ils creusent un cordon d'alimentation profond au niveau des bourgeons fruitiers et du bois, entraînant un affaiblissement de l'arbre et une baisse de la production. Plusieurs branches peuvent alors être successivement minées par un même individu dont l'activité nutritive a duré jusqu'à l'automne pour voir le début de l'hiver (Merabet et *al.*, 2013).

CONCLUSION

Conclusion

A l'issus de cette étude, Nous avons essayé de caractériser trois populations de pistachier de l'atlas par une analyse biométrique et de découvrir les maladies et les ravageurs qui affectent cette espèce dans la région de Laghouat durant le printemps 2024, par le biais du rapport sur l'incidence des maladies, ainsi de faire un lien entre les paramètres biométriques des populations de pistachier des trois sites et les effets de cette maladie et les ravageurs.

Les trois sites présentent des populations de Pistachier qui se ressemblent de point de vue dendrométrique et foliaire.

Nos résultats ont montré que le pistachier de la région de Laghouat est exposé à plusieurs contraintes sanitaires : des contraintes abiotiques (Carences en éléments) et autres biotiques (insectes ravageurs), observés sur les trois sites.

Le taux d'infestation montre que le puceron doré, le jaunissement des feuilles et le broutage des feuilles sont présents dans tous les arbres avec des taux de 100%. Cependant, dans le troisième site (Oued M'zi 2), le résultat le plus attirant est la présence de feuilles avec des taches brunes (nécrose) dans les arbres ainsi que la présence d'*Hylesinus vestitus* qui, creuse ses tunnels ion profond au niveau des bourgeonsalimentat'd et dans les brindilles du pistachier.

Les analyses des résultats révèlent que dans la majorité des cas, il n'y a aucune sélectivité de maladies ou de ravageurs pour un paramètre biométrique de l'arbre ou des feuilles, alors que dans plusieurs cas, les maladies et les ravageurs se trouvent ensemble sur la même feuille et déclenchent un affaiblissement de l'arbre.

Le pistachier de l'Atlas doit recevoir tous les soins particuliers à cet état. Il faudra donc approfondir les études relatives à l'état sanitaire de cette espèce et des stress environnementaux ainsi que ses tolérances écologiques et physiologiques qui lui sont propres. Surtout avec les nouveaux investissements dans la région en termes de pistache vrai destiné à la consommation humaine. Prévoir les risques sur l'espèce autochtone est un moyen préventif pour les rendements de l'espèce productive de pistache (*Pistacia vera*).

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques:

- Alcaraz C., 1970.** Étude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais. Thèse de Spécialité. Faculté des Sciences, Université de Montpellier, p183.
- Al- Saghir M. G., 2006.** Phylogenetic Analysis of the Genus Pistacia (Anacardiaceae), Thèse doctorat Université Virginia : 113p.
- Al-Saghir M. G., 2010-** Phylogenetic analysis of the genus Pistacia L. (Anacardiaceae) Based on morphological data. Asian journal of plant sciences, N° 9(1), pp27-35.
- Alyafi J., 1979.** Approche systématique et écologique du genre Pistacia dans la région méditerranéenne. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences et Techniques St Gérôme, Marseille, 42 p.
- Ait Radi A. 1979,** Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* Desf. Et d'*Alianthus altissima*. Thèse d'ingénieur d'état. En Agronomie, INA El Harrach (Alger), p 40.
- Avicenna., 2012.** Beirut : Alam le- Al-Matolât institute. Al- Qanun fi al-Tibb (The Canon of Medicine).
- Belhadj S., 1999** pistachio situation in Algeria. Nucis Newsletter ; 8, 29-30 p
- 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.
- Benabdallah, F.Z., 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 (magistère en Biologie, Option : Biotechnologie, Université Mohamed Kheider Biskra).
- Benamar, H., 2016.** Isolement et caractérisation d'inhibiteurs naturels de l'acétylcholinestérase (Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques). Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, Oran (Algérie).
- Benamar, H., Marouf, A., Bennaceur, M., 2018.** Phytochemical composition, antioxidant and acetylcholinestérase inhibitory activities of aqueous extract and fractions of *Pistacia atlantica* subsp *atlantica* from Algeria Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 24, 229-244.
- Benaradj. A. 2017.** Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien (Thèse de Doctorat en Foresterie). Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen.

- 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.
- Benyahia Y., 2017 .** Étude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (Pistachier de l'Atlas). Mémoire de Master en agronomie. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Algérie, 09 et 10 p.
- Boudy P., 1950.** Economie forestière nord-africaine. Monographie et Traitement des essences forestières). Essences résineuses. Tome II, Fascicule 2, Éd. Larose. Paris, 280 p.
- Boudy P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1, Edit. La Maison Rustique, Paris, 509 p.
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Rahimi, R., (2013)** Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk* and *P. lentiscus*) a review of their traditional uses, phytochemistry and pharmacology *The Scientific World Journal*. doi: 10.1155/2013/219815.
- 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.
- Chaba B., Chraa O. FT. Khichane M., 1991.** Germination, morphogenèse racinaire et rythmes de croissance du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides* Groupe d'étude de l'arbre Paris, France :
P 465-472
- Chebouti-Meziou N., Doumandji S., Chebouti Y. and Bissaad F. Z., 2009.** A study on the biology and incidence of *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey) infesting *Pistacia vera* L. in the central highlands of Algeria. *Arab Journal of Plant Protection*, 27(2) : 123-126p.
- Chebouti-Meziou N., Bissaad F-Z., Merabet A., Chebouti Y., Boualouache L., Nadour M., Doumandji S., 2011.** Les Attaques de *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey)(Coleoptera: Scolytidae) sur *Pistacia vera* L. dans les Hautes Plaines Occidentales d'Algérie (Tlemcen). *Silva Lusitana*, 19, 11-17.
- Debbache M., 1998 -** Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. Turquie.
- Degdag, H. 2018** « Effet de la provenance et des prétraitements des graines sur la levée des plants du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia Atlantica* Desf). » Mémoire De Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre. Département des Ressources Forestières Option : Gestion des Ecosystèmes Steppiques Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Algérie. P47.
- Emberger L., 1938.** La définition phytogéographique du climat désertique *Mém. Soc Bioqeo.*, 6 :9-14 p.

- Facelli, C., Taylor, Eileen S., Scott, Mark Fegan, Geert Huys, R Noble, Jean Swings, Margaret Sedgley., 2005.** Identification of the causal agent of pistachio dieback in Australia. *European Journal of Plant Pathology* (Springer), Vol. 112, Iss: 2, pp 155-165
- Felt, E.P., 1940.** Plant Galls and Gall Makers. Comstock, Ithaca London and New York.
- Fennane M., Ibntattou M., Ouyahya A. et El oualidi J.(2007).** Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires. Institut Scientifique. Rabat, 636p.
- Fetati, A. Lassouani, A. (2018)** Chemical Composition of leaves and Fruits of a South Algerian *Pistacia atlantica* Desf. Ecotype. Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions. In book *Advances in Science Technology and Innovation* Kallel et al, eds, pp 1415-1417 Springer International Publishing AG 2018.
- Farava A., 2006.** Les pucerons. *Insectes*. N° . 141: 3-8pp.
- Germana C., 1997.** The response of pistachio trees to water stress as affected by two different rootstocks. *Acta Horticulturae* (ISHS), 449, 513-519 p.
- Godet J., 1988.** Arbres et arbustes aux quatre saisons, Delachaux et Niestlé Paris.
- Ghaffari S., Shabazaz M., Behboodi B., 2005** - Chromosome variation in *Pistacia* genus. *Options Méditerranéennes, Série A*, N° 63, pp347-354.
- Gusella BG., López-Moral A., Begoña I. Antón-Domínguez, Trapero C., G. Polizzi, Antonio Trapero Casas, Themis J. Michailides, Carlos Agustí-Brisach., 2024.** Current status of pistachio diseases in countries of the Mediterranean . *Michailides, Carlos Agustí-Brisach - Plant Pathology* (Wiley)
- Hartley, S.E., 1998.** The chemical composition of plant galls : are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall-former ? *Oecologia* 113 : 492-501
<https://doi.org/10.1007/s004420050401>
- Harfouche A., Chebouti-Meziou N., Chebouti Y., 2005.** Comportement Comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en Réserve naturelle de Mergueb (Algérie). *Forêt méditerranéenne* t. XXVI, n° 2, 135-142.
- Hemmam S.; Benhassaini H., Ramírez-Álvarez R., Bennaoum Z. , 2022 .** Morphological changes in Atlas pistachio leaves *Pistacia atlantica* Desf., caused by the galling aphid *Forda riccobonii* (Stephani 1899) in western Algeria. *International Journal of Environmental S.* Vol. 80, pp 733-741
- Houard C., 1922.** Les zoocécidies des plantes d'Afrique, d'Asie et d'Océanie. Ed. Librairie scientifique Jules HERMANN, Sorbonne, Paris, T. I, 496 p

- Kaabeche M., 2005.** Guide des habitats aride et saharien (typologie de la végétation d'Algérie, Projet/ALG/00/G35.
- Khalidi A. et Khouja M.K., 1996.** Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf) in North Africa taxonomy. Geographical distribution, utilization and conservation. In Padulosi, Caruso and Barone, Project on underutilized mediterranean species Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic ressources. Report of a workshop IPGRI, 29-30 june 1995 palermo, Italy.
- Larouci-Rouibat A., 1987.** Étude biochimique et physiologique des semences du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) Mémoire des études supérieures en en Physiologie Végétale, Option : Biochimie. USTHB Alger.p113.
- Leclant. F. (2001)** Les pucerons des plantes cultivées: clefs d'identification Cultures fruitières. Ed Quae. France. 127 p.
- Limane, A.2018.** Réponses architecturales racinaires et stratégies d'absorption Hydrominérale chez Pistacia Atlantica en fonction d'un gradient d'aridité croissante : Cas d'un transect Nord-Sud en Algérie. (Thèse de doctorat ès sciences). Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Spécialité : Sciences Biologiques université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.p244.
- Maamri, S., 2008.** Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud Algérien : dosage des lipides, dosage des polyphenols, essais antileishmaniens Mémoire de Magistère. Université de Boumerdes, Algérie, 109p.
- Mansour C., 2011.** Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de L'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naâma : cas de Gaaloul. Mém. Ing. For. Univ. Tlemcen. 160p.
- Maggs D.H., 1973.** Genetic resources in pistachio. Plant Genet. Resour.Newsl. 29.p7-15.
- Martinez, J-JY & Wool, D (2006).** Sampling bias in roadsides the case of galling aphids On Pistacia trees Biodiversity and Conservation 15: 2109-2121pp.
- Martinez, J.-JI., 2008.** Impact of a gall-inducing aphid on Pistacia atlantica Desf trees. Arthropod-Plant Interactions 2, 147-151p. <https://doi.org/10.1007/s11829-008-9042-7>
- Massenet., JY (2005)** - Lycée forestier - Château de Mesnières - 76270 MESNIERES- EN-BRAY 25-65pp.
- Medejerab, A., 2009.** Les inondations catastrophiques du mois d'octobre 2008 à Ghardaïa, Geographia Technica, Numéro spécial.,311-316p.
- Mehrnejad, M.R., 2010.** Potential Biological Control Agents of the Common Pistachio Psylla, *Agonoscaena pistaciae*, a review. Entomofauna 31: 317-340p

- Merabet A., Chebouti Y. and Behidj N., 2013.** Cycle of *Chaetoptelius vestitus* on pistachio fruit (*Pistacia will vera* L.) and counting galleries at four cardinal exposure in Algeria. International conference on sustainable environmental agriculture IPCBEE, Vol 57 (23) : 119-123p.
- Miri D., Abidi W., Akrimi R., 2022.** Physiological and Biochemical Responses of the Pistachio (*Pistacia vera* L.) Cultivar “Mateur” as Affected by Partial Root Drying Irrigation, Journal of Engineering Research and Scie. Vol. 1, Iss: 3, pp 188-192
- Mohammadi H., Sarcheshmeh M., Mafi E. ; Bahonar SH.. 2015.** Fungal trunk pathogens associated with wood decay of pistachio trees in Iran. University of Kerman - Spanish Journal of Agricultural Research (Spanish National Institute for Agricultural and Food Research and Technology (INIA)) - Vol. 13, Iss: 2, pp 1007
- Monjauze A., 1968.** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf en Algérie Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord, 56, 128 p.
- Monjauze A., 1980.** Connaissance du bétoum (*Pistacia atlantica* Desf) Biologie et Forêt, 4, 356-363 p
- Nègre R., 1962.** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. Ed. C.N.R.S. 55 p.
- Naas O., 2002.** Contribution à l'étude de la diversité morphologique et des conditions de germinations chez quatre provenances de *Pistacia atlantica* Desf. Thèse d'ingénieur d'état en agropastoralisme centre universitaire de Djelfa.
- Ozenda P., 1977.** Flore du Sahara. Ed. C.N.R.S.,622p
- Ozenda, P., 1983.** Flore et végétation du Sahara 2e éd CNRS Paris 624 p.
- Pesson P., et Louveaux J., 1984.** Pollinisation et production végétale. INRA. Paris. p179
- Perrier R. 1979.** La faune de la France. Illustrée IV Hémiptères, Anoploures, Mallophages, Lépidoptères. Ed. Delagrave, 243 p.
- Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM Paris, 569 p.
- Pourahmadi E., Mohamadkhani A., Roshandel P., Rohi V.,Khademi O., 2019.** Amelioration of physiological disorders in pistachio nuts by organic manure and gypsum. Scientia Horticulturae, Vol. 248, pp 225-230.
- Quézel P. et Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales Ed CNRS 2Tomes, 572 p
- Quézel P. and Médail F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen. Collection Environnement. Elsevier, Paris, France.

- Rouvinen, S, Kuuluvainen (1997)** Structure and asymmetry of tree crowns in relation to local competition in a natural mature Scots pine forest ---- Canadian Journal of Forest Research, vol 27 890-902pp.
- Riseh & Fathi, 2018.** Roohallah Saberi Riseh, Fariba Fathi The Management of Pistachio Gummosis by Biocontrol Strategies- United States Department of Agriculture 01 Jul 2018 (Rafsanjan University of Medical Sciences)- Vol. 3, Iss: 1, pp 44-51
- Saberi-Riseh R., Fathia F. 2018.** The Management of Pistachio Gummosis by Biocontrol Strategies. Pistachio and Health Journal. 2018; 1 (3): 44- 51
- Saffarzdeh A., Vinezel, Csapo J., 2000 -** Determination of some anti- nutritional factors and matabolisable energy in acorn, *Pistacia atlantica*, *Pistacia khinjuk* seed as new poultry diets. Acta Agaria Kasposvariensis. Vol 4. N 1 : p 41-47.
- Smail M., 1991 .** Aspect de l'aménagement de la steppe algérienne Cas e la wilaya de Djelfa. Mémoire de doctorat. Université PAUL VALERY Montpellier III. Montpellier France. pp.1
- Seigue A., 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed Maisonneuve et Larousse, 495 p.
- Silaâ A., 2012.** Durabilité des systèmes de production : cas de l'élevage ovin de la wilaya de Laghouat. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie ; département d'agronomie, université Ammar Telidji Laghouat. 112 p.
- Simon, J-C. (2007).** Quand les pucerons socialisent Biofutur: 13-39pp.
- Spina et Pennisi, 1957 F., 1957.** La culture du pistachier en 1957 F., 19 : 533-556.
- Stamler A.J., Kilcrease, Craig E. Kallsen, Elizabeth J. Fichtner, Peter H. Cooke, Richard J. Heerema, Jennifer J. Randall 2015.** First Report of Rhodococcus Isolates Causing Pistachio Bushy Top Syndrome on 'UCB-1' Rootstock in California and Arizona. Rio New Mexico State University, University of California, Berkeley - Plant Disease - Vol. 99, Iss: 11, pp 1468-1476
- The pistachio -**Whitehouse W.E., 1957** nut. Anew crop for me western United States Econ. Botany 321-281: (4)11.
- Woodroof J.G ., 1979.** Tree nuts; production. Processing. Products. Vol.3. 2nd. Ed. Avi Pub Co. Westport CT., 712p.
- S-Z, Yi, T.-Y., Wen, J., Li, D.-Xie, L., Yang, Z. 2014..**Biogeographic history of Pistacia -Tethyan and the eastem Asian-evolution of the Madrean emphasizing the (Anacardiaceae) .Tethyan disjunctions Molecular Phylogenetics and Évolution, 77, 136_146

Références bibliographiques

Pistacia atlantica Etude biologique de -**Yaaqobi A., EL Hafid L. et Haloui B.; 2009** Desf.de .Mohamed I, Oujda (Maroc). Biomatec Echo, Vol.3, No.6 .la région orientale du maroc. Univ p.49-39

Zareb A., Smail-Saadoun N., Rezki-Sekhi L., 2016. Endophytic fungi of leaf of Atlas pistachio of Dayate Aiat (Laghouat, Algeria).(Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes) - Iss: 119, pp 155-158

ne Journ. A monographical study of the genus Pistacia. J. series. V. Palesti -**Zohary M.; 1952** .Bot4: 228-187p.

Annexe

Annexe

Tableau 1 : Analyses biométriques sur le pistachier de l'Atlas selon différents auteurs

Auteur	site	Hauteur des arbres (m)	Diamètre du tronc (m)	Nombre des premières ramifications	Hauteur de tronc (m)	Diamètre du houppier (m)	Hauteur du houppier (m)	Volume du Houppier (m3)	Longueur de la feuille (cm)	Largeur de la feuille (cm)	Longueur de la foliole terminale (cm)	Largeur de la foliole terminale (cm)	Nombre de folioles par feuille
Nedjma Mohamed Amine (Juin 2017)	Mrigha (Laghout)	2,79 m ± 1,64	0,11 m ± 0,01	2,34 branches ± 0,141	0,97 m ± 0,04		1,82 m ± 0,10	12,75 ± 0,37	6 cm ± 0,02	4 cm ± 0,08	2,02 cm ± 0,08	0,65 cm ± 0,02	
	Kheneg (Laghout)	10,75 m ± 0,27	1,4 m ± 0,027	3,50 branches ± 0,2	3,94 m ± 0,14		6,81 m ± 0,14	2270,2 ± 22	10 cm ± 0,02	7 cm ± 0,02	3,26 cm ± 0,09	0,9 cm ± 0,01	
	Snober (Laghout)	10,1 m ± 0,31	1,12 m ± 0,047	3,07 branches ± 0,141	4 m ± 0,12		6 m ± 0,28	5252,5 ± 0,02	13 cm ± 0,04	8 cm ± 0,01	4,54 cm ± 0,08	0,9 cm ± 0,03	
Badaoui (Mars 2017)	Tbouda (Aflou)	8,31 m ± 0,42	1,89 m ± 0,08	3,48 branches ± 0,24	2,31 ± 0,08 m	6,56 m ± 0,25			7,10 cm ± 0,37	4,74 cm ± 0,21	2,69 cm ± 1,12	1,21 cm ± 0,07	
Benabdaim 2019	Tbouda (Aflou)	10,77 m ± 3,66	1,91 m ± 0,78	3,04 branches ± 0,84					9,66 cm ± 1,64	5,84 cm ± 1,41	3,42 cm ± 0,62	1,02 cm ± 0,15	9,14 ± 1,76 folioles/feuille
Dahmani 2018	Tbouda sebgag (Aflou)	6,62 m ± 0,15	1,56 m ± 0,064	2,89 branches ± 0,10	1,93 m ± 0,08	9,21 m ± 0,19			7,48 cm ± 0,14	2,57 cm ± 0,05	2,25 cm ± 0,04	0,53 cm ± 0,017	7,82 ± 0,085 folioles/feuille
Messaoudi Ayoub (Juin 2019)	Sud de Laghouat	5,58 m ± 1,94	0,40 m ± 0,24			7,10 m ± 3,52			10,93 cm ± 1,36	7,34 cm ± 1,34	3,61 cm ± 0,56	1,05 cm ± 0,23	

ZAHZAH Amina(Juin- 2016)	Jardin botanique	1,53 m ± 0,0 497	0,055 m ± 0,0198	2,26± 0, 73 branches,					5,61 cm ± 1,36	3,82 cm ± 1,08	1,56 cm ± 0,82	0,48 cm ± 0,21	
	Mrigha	1,7770 m ± 0,0969	0,1403 m ± 0,0786	1,76± 0,62 branche,					5,38 cm ± 1,32	3, 33 cm ± 1,05	1,47 cm ±0,53	0,44 cm ± 0,34	
Présente étude 2024	Kheneg (dayet Ennos)	7,07±1,47 m	0,355 m ± 0,05	4±2,83 branches	1,8±0,1 m	4,65±0 ,65m	5,27±0,9 4m	220,58 m3 ±87,95	10,34 cm ±0,29	7,23 cm ±0,29	3,57 cm ±1,61	0,75 cm ±0,26	9,09±0, 22 folioles/ feuille
	Oued M'zi(Lagho uat)	6,55±1,73 m	0,3167 m ±0,1074	3,83±0,94 branches	2,27±0,1 7m	3,49±0 ,34m	4,27±0,5 1m	118,55 m3 ±36,22	7,10 cm ±0,1	5,44 cm ±0,07	2,84 cm ±0,62	0,62 cm±0,16	8,38±0, 12 folioles/ feuille
	Oued M'zi (Dayat al qatoutia)	5,65±2,57 m	0,1274 m ± 0,0325	3,65±1,23 branches	1,92±0,1 4 m	3,23±0 ,29 m	3,69±0,4 4 m	116,24 m3 ±27,15	8,23 cm ±0,07	5,38 cm ±0,05	2,95 cm ±0,71	0,71 cm ±0,22	8,69±0, 07 folioles/ feuille