

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° :/DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : **Production Végétale**

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Par: **HAMADI CHOUROUK**

Intitulé

**Etude de la Variabilité Morphologique et physiologique du
Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dans les Régions
Arides (Reserve naturelle EL MERGUEB, M'Sila)**

Soutenu devant le jury composé de:

Mme MERAH FATIHA	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Présidente
Mme SMAILI YASMINA	MAA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Promotrice
Melle MADANI DJAMILA	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinatrice

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

أولاً وقبل كل شيء، نشكر الله العليّ القدير والرحيم، الذي أعطانا القوة والصبر في هذا العمل المتواضع.

*J'exprime ma profonde gratitude à mon superviseur, Mme **SMAILI YASMINA**, pour m'avoir accordé le grand honneur de superviser et guider ce travail.*

*De même, j'exprime mon appréciation aux membres du jury, **MERAH FATIHA** et **MADANI DJAMILA**, pour m'avoir accordé l'honneur et la chance d'examiner et de réviser mon humble travail.*

Je remercie les ingénieurs de laboratoire.

*J'exprime aussi ma gratitude à tous les **membres administratifs** du départements
DES SCIENCES AGRONOMIQUES*

Je ne peux pas ignorer les contributions inestimables de ma famille, dont le soutien indéfectible a été la pierre angulaire de mon progrès. Leur amour et leur encouragement inébranlables m'ont propulsé en avant, et je leur dois une dette de gratitude pour leur présence dans ma vie.

Je suis extrêmement reconnaissant pour le soutien collectif et l'encouragement que j'ai reçus de tous ceux qui ont fait partie de mon parcours. Votre croyance en mes capacités a été une source constante de motivation, et j'exprime ma gratitude la plus profonde pour avoir rendu cette reconnaissance vraiment magnifique.

Chourouk

Dédicace

À mes parents, **KADA & LYAKOUT**, qui ont été une source constante de soutien, d'amour et d'encouragement tout au long de ce parcours. Votre foi en moi et votre soutien indéfectible ont été la fondation de mon succès. Cette thèse vous est dédiée à tous les deux pour tous les sacrifices que vous avez faits et pour votre amour inconditionnel.

À mon grand père **EMHAMMED**

À mes sœurs, **AMINA & IMEN**, et à mes frères, **NACER EL DINNE & MOHAMMED**, qui m'ont aidé tout au long de ces années d'éducation.

À ma nièce **ASSIL**

À ma seule tante **FATIMA**

À ma sœur qui n'est pas née de ma mère **AICHA**

À mon oncle **MAMMAR** et ma deuxième mère **MERIEM**

Enfin, cette réussite est le fruit d'un effort collectif, et je suis honoré de partager cette thèse avec vous tous. Merci à chacun d'entre vous pour avoir contribué à mon succès académique.

Chourouk

Sommaire

Résumé	i
Liste des abréviations	ii
Liste des figures	iii
Liste des photos	Error! Bookmark not defined.
Liste des tableaux	v
Introduction	Error! Bookmark not defined.
Chapitre I. Présentation de l'espèce « Pistachier de l'atlas »	3
1. Origine :	3
2. Botanique :	3
3. Systématique :	3
4. Caractéristiques morphologiques :	3
4.1. Caractères généraux :	3
4.2. Les Feuilles :	5
4.4. Les Fruits:	8
4.5. Les Racines:	10
5. Exigences édapho-climatiques :	11
5.1. Pluviométrie:	11
5.2. Température:	11
5.3. Altitude:	11
5.4. Sol :	11
6. Répartition :	12
6.1. En Algérie :	12
6.2. Dans le monde :	12
7. Intérêt :	14
7.1. Intérêts écologiques :	14

7.2. Intérêts socio-économiques :	14
Chapitre II. Présentation de la zone d'étude	16
1. La Localisation de la station étudiée :	16
2. Le cadre juridique :	18
3. Relief :	18
4. Géologie :	19
5. Pédologie :	19
6. Hydrologie :	20
7. Les données climatiques de la zone d'étude :	21
7.1 Température :	22
7.2. Précipitations :	23
7.3. Le Vent :	25
7.4. Evapotranspiration :	26
7.5. Synthèse climatique :	28
Chapitre III. Matériel et méthodes:	31
1. Matériel végétal:	31
2. Les caractères mesurés:	31
2.1. Caractères morphologiques:	31
2.2. Caractères physiologiques :	34
3. Analyses statistiques des résultats:	37
Chapitre IV. Résultats et Discussion	39
1. Résultats:	39
1.1. Les caractères morphologiques:	39
1.2. Les caractères physiologiques :	39
2. Discussion :	43
2.1. Les caractères morphologiques :	43
2.2. Les caractères physiologiques :	44

Conclusion et perspectives	Error! Bookmark not defined.
Références bibliographiques	48

Résumé

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), arbre rustique, endémique de l'Afrique du Nord. Il contribue à la conservation des sols et aux programmes de reforestation et de reboisement dans les zones arides et semi-arides. Cette étude a concerné une population du pistachier de l'Atlas localisée dans la réserve naturelle d'El Mergueb dans la Wilaya de M'sila. Elle a été menée pour déterminer la variabilité morphologique et physiologique de l'espèce dans les régions à bioclimat Aride. Au total, 17 caractères ont été déterminés pour les mesures biométriques et physiologiques des arbres, des feuilles et des fruits.

Les résultats ont montré des différences significatives entre nos valeurs obtenus et les résultats mentionnés dans la littérature obtenus qui peuvent être dues aux facteurs climatiques.

Mots-clé : M'sila, biométrie, morphologie, arbres, feuilles, fruits, germination, chlorophylle, *Pistacia atlantica*.

Abstract

The Atlas pistachio tree (*Pistacia atlantica*) is a hardy, endemic tree of North Africa. It plays a role in soil conservation and in reforestation and afforestation programs in arid and semi-arid regions. This study focused on a population of the Atlas pistachio tree located in the El Mergueb nature reserve in the Wilaya of M'sila. The study aimed to determine the morphological and physiological variability of the species in arid bioclimatic regions. In total, 17 characteristics were determined for the biometric and physiological measurements of the trees, leaves, and fruits. The results showed significant differences between our obtained values and those reported in the literature, which may be due to climatic factors.

Keywords: M'sila, biometrics, morphology, trees, leaves, fruits, germination, chlorophyll, *Pistacia atlantica*.

ملخص

شجرة الفستق الأطلسي (*Pistacia atlantica*)، شجرة متحملة، متوطنة في شمال إفريقيا. تساهم في الحفاظ على التربة وفي برامج إعادة التشجير والتشجير في المناطق الجافة وشبه الجافة. تناولت هذه الدراسة مجموعة من أشجار الفستق الأطلسي الموجودة في المحمية الطبيعية بالمرقب في ولاية المسيلة. أجريت الدراسة لتحديد التباين المورفولوجي والفسولوجي لأنواع في المناطق ذات المناخ الحيوي الجاف. في المجموع، تم تحديد 17 خاصية للقياسات البيومترية والفسولوجية للأشجار والأوراق والثمار. أظهرت النتائج فروقاً معنوية بين القيم التي حصلنا عليها وتلك المذكورة في الأدبيات، والتي قد تكون بسبب العوامل المناخية

الكلمات المفتاحية: المسيلة، القياسات البيومترية، المورفولوجيا، الأشجار، الأوراق، الثمار، النباتات، الكلوروفيل، *Pistacia atlantica*

Liste des abréviations

> : Supérieur.

°C : Degré celsius.

Ca++: Calcium.

g : Grame.

Km : Kilo mètre.

m : Mètres.

m/s : Mètre par seconde.

mg/g : Milligram par grame .

mg : Milligramme .

mm :Millimètres.

mm² : Millimètre carré .

ONM : Office national de météorologie.

UF : Unité forragère.

Liste des figures

Figure 1 : Arbre de Pistachier de l'Atlas dans la station étudiée.	5
Figure 2. Le nombre des paires de foliole.....	6
Figure3.Les formes des feuilles.....	6
Figure4.Feuille sans foliole terminale.....	7
Figure 5. Bourgeons et fleurs mâles (assif Gadgi, février).....	8
Figure 6. Étamines des fleurs mâles, avant et après ouverture des anthères.....	8
Figure 7. Les fleurs femelles ; disposées en grappe et n'ont pas de pétales.	8
Figure 8. Les fruits de pistachier de l'Atlas.....	9
Figure 9. Les graines de pistachier de l'Atlas.....	9
Figure 10 : Les différents couleurs de graines de Pistachier de l'Atlas.....	9
Figure 11: Système racinaire impressionnant du pistachier de l'Atlas.....	11
Figure 12. Répartition Algéro-Tunisien de <i>Pistacia atlantica</i> (d'après Monjauze, 1968).	13
Figure 13. Aire de répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. dans la région méditerranéenne	13
Figure 14: Partie de la zone d'El mergueb.....	17
Figure 15. localisation de el mergueb ain lhdjel(d'après Ahmad et al., 1992).....	17
Figure 16. Carte pédologique de la réserve naturelle de Mergueb –M'sila (d'après Ahmad et al., 1992).....	20
Figure 17. Hydrologie de la wilaya de m'sila (d'après Ahmad et al., 1992).	21
Figure 18. Les températures moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila (période 1988-2018).	23
Figure 19. Les Précipitations moyennes mensuelles (P) en mm de la région de la région d'étude	24
Figure 20. Vitesses mensuelles moyennes du vent (en m/s) de la région d'étude (2006-2016). ...	26
Figure 21. Evapotranspiration mensuelle moyenne en mm de la région d'étude (méthode de Thornthwaite (2006-2016).	27
Figure 22. Diagramme Ombrothermique pour la région d'étude (1988-2018).....	29

Figure 23. Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger durant la période (1988-2018).....	30
Figure 24. Les mesures des Arbre de Pistacia atlantica de la station étudiée.....	32
Figure 25. La mesures des feuilles de Pistacia atlantica de la station étudiée.....	32
Figure 26. Les mesures des graines de Pistacia atlantica de la station étudiée.....	33
Figure 27 : Protocole de la germination.....	35
Figure 28. Les mesures de plantules issues de la germination des graines de Pistacia atlantica de la station étudiée.....	36
Figure 29 : Protocole dedosage la chlorophylle.....	38
Figure 30. Valeurs des mesures de l'arbre (m).	42
Figure 31. Valeurs des mesures de la feuille (mm ²).....	42
Figure 32. Valeurs des mesures du fruit (mm ²).....	42
Figure 33. Valeurs des mesures de la chlorophylle (mg/g).....	43
Figure 34. Valeurs des mesures de la germination.....	43
Figure 35. Les différentes formes de feuille de Pistacia atlantica dans la station étudiée.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1. La répartition des terres par nature juridique dans les trois communes qui couvrent la réserve naturelle El-Mergueb.	18
Tableau 2. Caractéristiques de la station météorologique de M'sila (ONM).	21
Tableau 3. Synthèse des caractéristiques générales des stations étudiées.....	22
Tableau 4. Températures moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila (période 1988-2018).	22
Tableau 5. Précipitations moyennes mensuelles (P) en mm de la région de la région d'étude	24
Tableau 6. Le régime saisonnier de la station de la région d'étude (1988-2018).	25
Tableau 7. Vitesses mensuelles moyennes du vent (en m/s) de la région d'étude (2006-2016)...	26
Tableau 8. Evapotranspiration mensuelle moyenne en mm de la région d'étude (méthode de Thornthwaite (2006-2016).	27
Tableau 9. Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de M'sila durant la période (1988-2018).....	30
Tableau 10. Variables morphologique mesurées pour les feuilles et les fruits de <i>P. atlantica</i>	Error! Bookmark not defined.
Tableau 11. Variables physiologique mesurées pour les feuilles et les fruits de <i>P. atlantica</i>	38
Tableau 12. Résultats des caractères morphologiques et physiologiques mesurés pour les arbres, les feuilles et les fruits de <i>P. atlantica</i>	40

Introduction

Au début des années 1980, le programme des nations unies pour l'environnement (P.N.U.E), estimait à 32 millions de Km² la surface totale exposée à la désertification dans le monde, dont 60% était déjà désertifiés (Ramade, 2005). Selon l'U.N.E.S.C.O (2003), un tiers de la superficie des terres est menacé par la désertification, et plus de 250 millions de personnes sont directement affectées par ce problème. Ainsi, nous assistons à une régression des parcours et à une augmentation des surfaces désertifiées. Les risques de disparition de certains écosystèmes entiers sont de plus en plus importants.

Au sud de la méditerranée, la plus part des forêts sont menacées à des degrés divers sous l'effet des changements climatiques et des actions anthropiques. Au rythme de 2 à 4% de disparition par an des surfaces forestières méditerranéennes, selon les pays, il ne devrait théoriquement rester, dans quelques décennies, que moins de la moitié des superficies actuelles couvertes par les forêts (Quezel et al., 1999). La régression annuelle du couvert végétal forestier à la faveur des formations arides et semi-arides est alarmante.

L'Algérie est l'un des premiers pays concernés directement par la conservation de la biodiversité. Sous l'impact des changements climatiques et de la sécheresse ressentis d'année en année, très nombreuses sont les espèces dont l'aire de répartition a été réduite. Parmi ces espèces, nous nous sommes intéressé au « pistachier de l'Atlas », qui présente une formidable potentialité. Cette espèce ligneuse « née pour résister », présente un profil morpho-physiologique garant d'une lutte efficace contre la désertification. Déjà en 1967, Monjauze le qualifia d' « arbre à la fois protecteur et productif ». Outre son intérêt productif (porte greffe, combustible, fruits et résine), le bétoum est caractérisé essentiellement par ses qualités protectrices et adaptatives. En effet, il est souvent utilisé en brise vent et intervient dans la conservation des sols dans les régions de la steppe pastorale.

Le pistachier de l'Atlas, de la famille des Anacardiacees, est un arbre puissant pouvant atteindre 25m de hauteur, à tronc bien individualisé et à feuilles caduques. On le retrouve jusqu'à 2000 m d'altitude dans l'Atlas saharien. Il demeure le témoin d'une végétation pseudo forestière dans une ambiance bioclimatique saharienne (Abdelkrim, 1997). En effet, la présence de cette espèce dans des régions où les conditions deviennent de plus en plus extrêmes, demeure une énigme qui mérite d'être élucidé. Malheureusement, aujourd'hui, il se trouve à l'état de relique dans bon nombre de ses régions.

Dans ce travail, nous nous sommes proposé l'étude de la description morphologique et physiologique de cette espèce, en utilisant l'approche éco-botanique. Une population naturelle de *Pistacia atlantica* est fait l'objet de cette étude (El Megueb) de la willaya de M'sila, pour mettre en évidence l'influence des conditions édapho-climatique sur la variabilité morphologique de l'espèce et physiologique.

Ce présent mémoire est agencé en 4 chapitres, précédés d'une introduction et clôturés par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Présentation du pistachier de l'Atlas

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude.

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes.

Chapitre 4 : Résultats et Discussion.

Chapitre 1 :
Présentation de l'espèce
« Pistachier de l'Atlas »

Chapitre I. Présentation de l'espèce « Pistachier de l'atlas »

1. Origine :

Le pistachier est une plante appartenant à la famille des Anacardiaceae. Une étude détaillée du genre révèle qu'il comprend 4 sections et 11 espèces (Joley, 1979). Au cours du 18^{ème} siècle, le célèbre bétoum des Dayas est apparu. En 1798, le botaniste français René Louiche Desfontaines a fait la première description et présentation scientifique du pistachier de l'Atlas dans son ouvrage 339 "Flora Atlantica". Cette espèce a souvent été confondue avec *P. térébinthus* ; en 1909, LAPIE l'a désignée sous le nom de "Térébinthe" (Monjauze, 1980).

2. Botanique :

Le nom botanique de l'espèce est *Pistacia atlantica* Desf., ou pistachier de l'Atlas, Le mot "bétoum" est un substantif arabe collectif dont le singulier est "botma", "betouma" ou "btouma", et parfois "boutmaia" en Afrique du Nord et "boutmela" au Proche-Orient (Monjauze, 1980).

3. Systématique :

Pistacia atlantica Desf est classé taxonomiquement de la façon suivante (Emberger 1960) :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Ordre : Térébinthales

Famille : Anacardiaceae

Sous-famille : Rhoiadeae

Genre : *Pistacia*

Espèce : *Pistacia atlantica* Desf.

4. Caractéristiques morphologiques :

4.1. Caractères généraux :

C'est un arbre magnifique, capable d'atteindre jusqu'à 20 mètres de hauteur et 1 mètre de diamètre, avec une cime ample et arrondie (Boudy, 1952), ressemblant à celle d'un frêne (Ozenda, 1991). Son écorce produit une résine-mastic qui s'écoule naturellement en abondance par temps chaud (Belhadj, 2001). La canopée de cet arbre couvre une superficie de plus de 150 mètres carrés (Benhassaini et al., 2007), et sa longévité dépasse les 1000 ans (Dahmani, 2011).

Le botaniste français Desfontaines décrit le pistachier de l'Atlas pour la première fois en Algérie, dans sa publication « *Flora atlantica* » publié en 1798.

Selon Monjauze (1980) et Ozenda (1983), *Pistacia atlantica* est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. Ce bel arbre ressemblant à un frêne, non épineux à canopée dense et hémisphérique. Khaldi et Khodja (1995) ont répertorié des hauteurs variants entre 5 et 20 mètres selon les conditions éco- géographiques, et selon Belhadj (1999) l'arbre peut atteindre des proportions imposantes, entre 15m de hauteur et 5m de circonférence dans les régions arides. Il est caractérisé par une longue longévité (Zohary, 1987). Selon Monjauze (1968), les individus de 2,5m de circonférence ont un âge voisin de 200 ans et les plus vieux pieds connus atteignent environ 300 ans. Son bois est remarquablement dur (Ozenda, 2004). Il peut supporter des vents violents et des sols très pauvres et de longues périodes de sécheresse (Monjauze, 1980).

D'après Monjauze (1980), les trois plus gros bétoums, se trouvent à S'fisef (tell oranais), âgés de quelques trois cents ans, leur houppier surbaissé atteignait 25 mètres de diamètre. L'un d'eux avait 6 mètres de circonférence de tronc. Certains Betoum adultes, selon Benhassaini et al. (2007), centenaires, montrent une superficie des couronnes (sous canopée) d'environ 150 m² chacun.

Pistacia atlantica présente une formule chromosomique de $2n=32$ (Alyafi, 1979), ou $2n=28$ (Ghaffari et al, 2003). Cet arbre a une écologie difficile à cerner ; il est d'une grande plasticité (Benabid et Fennane, 1994). D'après Danin (1983) et Belhadj (2007), et selon le degré d'aridité des sites, *Pistacia atlantica* présente une grande variabilité phénotypique et morphologique.



Figure 1 : Arbre de Pistachier de l'Atlas dans la station étudiée(originale).

4.2. Les Feuilles :

Les feuilles sont légèrement coriaces, avec 7 à 11 folioles mesurant entre 2,5 et 6 centimètres de long sur 0,5 à 1,5 centimètres de large. Elles sont disposées de manière alternée et rarement mesurent plus de 12 centimètres de longueur totale. Le rachis et le pétiole sont étroitement ailés, ainsi que la marge de chaque foliole présente une ligne de poils presque microscopiques courbés vers l'apex et parallèles entre eux (Monjauze, 1980). L'examen des épidermes de *Pistacia atlantica*

Desf. sous microscope photonique a montré qu'il n'y a pas du tout de stomates sur la face supérieure, tandis que la densité stomatique est élevée sur la face inférieure (Smail-Saadoun , 2005).

Le pistachier de l'Atlas est une espèce caduque, les feuilles sont composées, astipulés (Quezel et Santa, 1963). D'après Monjauze (1980), les feuilles sont imparipennées, composées, alternes, ovales, sessiles, avec une foliole terminale, à rachis non ou à peine ailé, un peu coriaces, à 7-11 folioles de (2,5-6) x (0,5-1,5) cm, mesurent rarement plus de 12 cm de longueur totale. Zohary (1996), les décrit comme peu coriaces, composées de 3 à 5 paires de folioles, quand à Ozenda, (2004), il décrit des feuilles de 7-9 folioles, à pétiole un peu ailé.



Figure 2. Le nombre des paires de foliole(originale). Figure3.Les formes des feuilles(originale).



Figure4.Feuille sans foliole terminale(original).

4.3. Les Fleurs :

En ce qui concerne le mode de reproduction, le pistachier de l'Atlas est principalement une espèce dioïque (Ozenda., 1991). Il est difficile de déterminer le sexe avant que la plante ne fleurisse pour la première fois. L'inflorescence mâle se présente sous forme d'une grappe composée, mesurant en moyenne 6 cm de long et contenant entre 450 et 500 fleurs, tandis que l'inflorescence femelle est composée de 190 à 260 fleurs regroupées en grappes composées (Pesson et louveaux, 1984).

La fleur mâle sans pétales se compose d'un calice de 3 à 5 bractées membraneuses et d'un ensemble d'étamines généralement au nombre de cinq, disposées en opposition. Au centre de la fleur se trouve une ébauche de pistil. Chaque étamine possède un filet mince et court, avec une anthère introrse à deux loges séparées par un connectif (Pesson et louveaux , 1984).

La partie reproductrice féminine de la fleur est composée d'un calice formé de 3 à 5 bractées minces et de tailles différentes, qui entourent un ensemble de structures appelées le gynécée. Ce gynécée est constitué d'un ovaire comprenant 3 carpelles fusionnés, sans cloison intermédiaire, qui contiennent un seul ovule en position anatrope, attaché par un long funicule. Au sommet de l'ovaire se trouve un style court, surmonté d'un stigmate volumineux divisé en trois lobes inégaux (Pesson et louveaux, 1984).



Figure 5. Bourgeons et fleurs mâles
(assif Gadgi, février).



Figure 6. Étamines des fleurs mâles, avant et après
ouverture des anthères.



Figure 7. Les fleurs femelles ; disposées en grappe et n'ont pas de pétales.

4.4. Les Fruits:

Les fruits du pistachier de l'Atlas sont connus sous des noms vernaculaires tels que "El khodiri" par les habitants locaux en raison de leur couleur vert foncé prédominante à maturité, ou

"Tikouaouèche" par la population du Maroc, et "Godhine" par les habitants de la région de Béchar (Belkhouja, 2014; Belhadj, 2001). Ces fruits sont des drupes de la taille d'un pois, légèrement ovales, parfois allongées (Monjaoue, 1980, Figure 6). Selon Ozenda (1977) cité par Aoudjit (1997), les dimensions des fruits varient de 06 à 08 mm de long sur 05 à 06 mm de large.



Figure 8. Les fruits de pistachier de l'Atlas.



Figure 9. Les graines de pistachier de l'Atlas(original)



Figure 10 : Les différents couleurs de graines de Pistachier de l'Atlas.

4.5. Les Racines:

Le système racinaire de *Pistacia atlantica* est plus pivotant et plus vigoureux que celui de *Pistacia vera*, il présente une bonne reprise à la plantation, les racines peuvent atteindre 5 à 6m de profondeur. Il arrive à végéter, sous une tranche pluviométrique très faible, cette résistance aux conditions climatiques très difficiles peut être attribué à la vigueur de son système racinaire (Ait-Radi, 1979). Selon Monjauze (1968), la croissance racinaire du pistachier de l'Atlas est rapide, le contraire a été démontré par les travaux d'Ait Radi (1979).

Au stade juvénile, il développe rapidement un pivot pour que la plante puisse se fixer au sol et s'alimenter. Mais au stade adulte, le pivot peut se développer et se lignifier, comme il peut disparaître et laisser place aux racines secondaires pour se développer et donner par la suite un système racinaire à extension latérale ou superficielle. Les deux types de racines peuvent aussi se développer pour donner le type généralisé (racines à extension verticale et latérale) (Kichane, 1988).

Selon les travaux de Chaba et al., (1991), les rythmes de croissance et la morphogénèse des racines, ont montré que pendant le mois de janvier l'activité racinaire est faible (2 cm/semaine), dès le mois de février la croissance racinaire s'active. Au mois de mai, la vitesse de son allongement atteint en moyenne 12 cm/semaine; 20 semaines après le semis, le pivot atteint en moyenne 50 cm de long. D'après les mêmes auteurs, le système racinaire d'un semis non traumatisé est caractérisé par un pivot vertical à croissance indéfinie et des racines latérales fines obliques à croissance limitée. Seul le pivot est orthogéotrope. Les travaux de Limane (2009), sur l'architecture racinaire de *Pistacia atlantica* dans la réserve nationale d'El-Mergueb (willaya de M'sila), ont démontré que selon l'âge du pistachier de l'Atlas, le système racinaire varie comme suit:

- Le jeune pistachier de l'Atlas a plus tendance à ramifier ses racines lui permettant une efficace exploitation des ressources hydrominérales du milieu;
- A l'âge adulte, un investissement équilibré dans les différentes dimensions racinaires étudiées ce qui lui permet en plus de la prospection du sol environnant, un meilleur ancrage pour garantir la stabilité de sa partie aérienne grandissante;
- Chez le vieil individu, sa stabilité est renforcée, en plus de l'enracinement profond, par l'augmentation surtout de la circonférence racinaire.



Figure 11: Système racinaire impressionnant du pistachier de l'Atlas.

5. Exigences édapho-climatiques :

5.1. Pluviométrie:

Le Pistachier de l'Atlas se développe dans des conditions de précipitations extrêmement basses, variant généralement de 250 à 200 millimètres (voire 150 mm) (Boudy, 1952).

5.2. Température:

Le Pistachier de l'Atlas est une plante xérophile capable de tolérer des variations thermiques importantes, allant de températures très basses, atteignant parfois -12°C (dans la région de Djelfa) à des températures très élevées, pouvant atteindre jusqu'à $+49^{\circ}\text{C}$, voire 52°C . Cependant, les jeunes plants sont sensibles aux gelées fréquentes (Kaddour-Hocine, 2008).

5.3. Altitude:

Selon White (1986), l'altitude à laquelle on trouve le bétoum varie de 2000 m à l'ouest à 3000 m à l'est.

5.4. Sol :

Le Pistachier de l'Atlas s'épanouit dans divers types de sols, à l'exception des sols sablonneux. Il préfère les sols argileux et alluviaux des plaines. On le trouve également sur les

roches calcaires, ce qui ne semble pas entraver son développement dans les régions montagneuses arides, mais il se concentre davantage dans les dépressions des vallées où le sol est de type gypso-calcaire. Selon Boudy (1955) cité par Amara (2014), l'association entre le *Pistacia atlantica* et le *Ziziphus lotus* est favorable. Cette association étroite offrirait une protection efficace aux jeunes pousses du Pistachier de l'Atlas contre les vents et le pâturage. De plus, le sol où les feuilles du *Ziziphus lotus* tombent devient acide, ce qui favorise la germination des graines du Pistachier (Belhadj, 2001).

6. Répartition :

6.1. En Algérie :

Le *Pistacia atlantica* est effectivement présent dans le désert algérien, notamment dans la région steppique. Décrit pour la première fois en Algérie par Desfontaines en 1798, cette espèce a souvent été confondue avec d'autres, notamment le térébinthe et le frêne. Ce n'est qu'en 1988, grâce aux travaux de Fiche, Battandier et Trabut, qu'il a été distingué du Pistachier d'Atlas.

Selon Monjauze en 1980, le pistachier de l'Atlas est présent dans différentes régions d'Algérie. On le trouve depuis l'Atlas tellien jusqu'aux régions sahariennes, où il pousse de manière isolée dans les Dayas (Monjauze, 1968).

6.2. Dans le monde :

Le *Pistacia atlantica* est largement répandu dans les régions méridionales de la Méditerranée ainsi que dans le Moyen-Orient. Sa distribution s'étend des Canaries (notamment Gomera et Ténériffe) jusqu'au Pamir, traversant plusieurs régions clés :

- En Afrique du Nord, il est présent dans le Sahara septentrional, en Tripolitaine, avec des reliques dans le Hoggar.
- Il se trouve également à Chypre, Chio, Rhodes, en Grèce, en Turquie, en Bulgarie, en Crimée, dans le Caucase, en Transcaucasie et en Arménie.
- Il est présent dans des régions telles que la Palestine, la Syrie, la Transjordanie, l'Iraq et l'Iran.
- Enfin, on le trouve également en Arabie, au Baloutchistan et en Afghanistan.

Le type de l'espèce selon Zohary (1952) est d'habitat occidental. On le rencontre depuis les Atlantide jusqu'à la Syrie en passant par les trois pays d'Afrique du Nord (MONJAUZE, 1968).

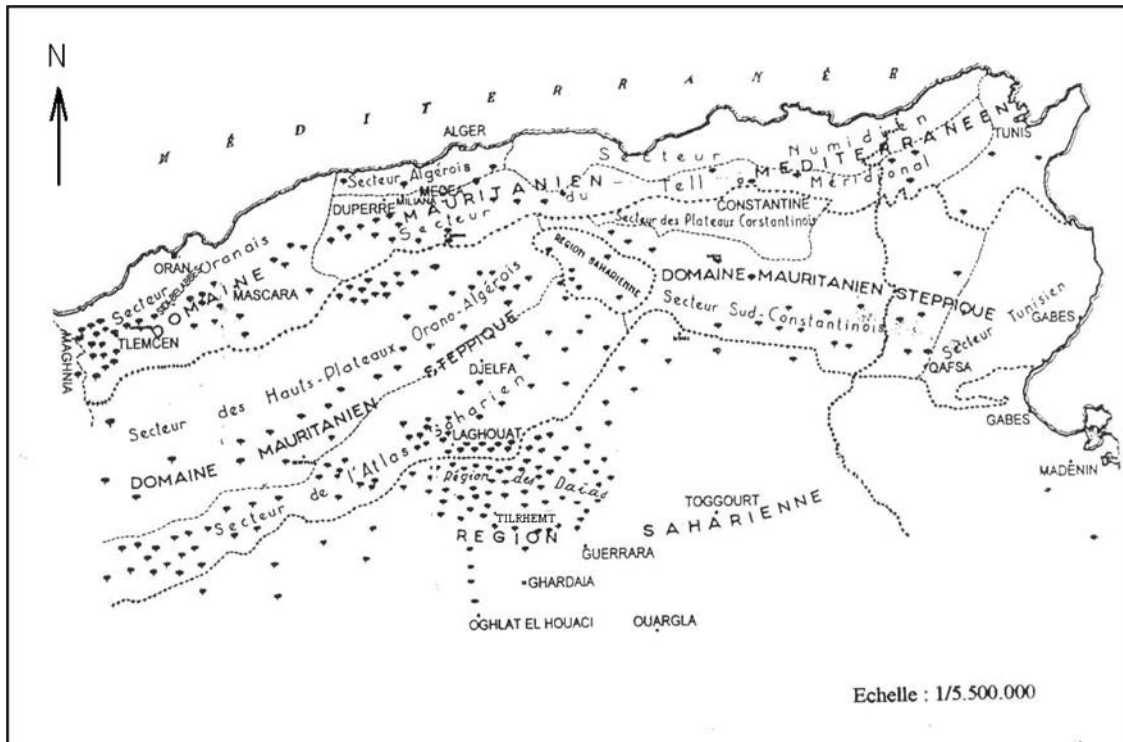


Figure 12. Répartition Algéro-Tunisienne de *Pistacia atlantica* (d'après Monjauze, 1968).

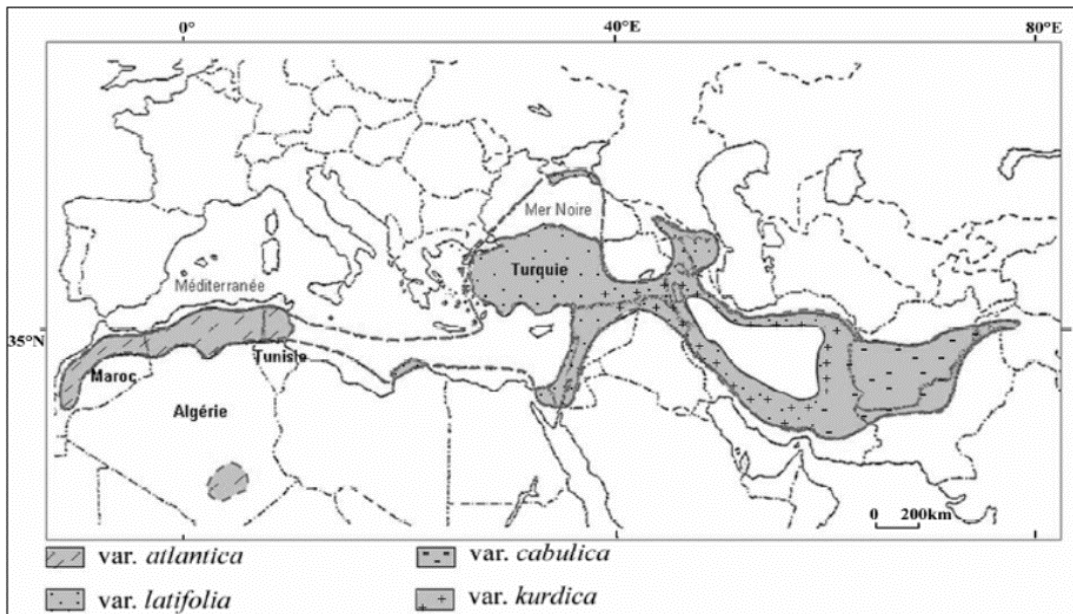


Figure 13. Aire de répartition de *Pistacia atlantica* Desf. dans la région méditerranéenne (D'après Alyafi (1979) et Zohary (1952 ; 1996), modifié par Belhadj, 2007).

7. Intérêt :

7.1. Intérêts écologiques :

Le pistachier de l'Atlas est largement répandu dans la steppe pastorale et les zones arides en raison de sa robustesse et de sa capacité à résister à la sécheresse. Son système racinaire puissant lui permet de s'établir sur des sols peu profonds, ce qui en fait un élément bénéfique dans la lutte contre l'érosion et la désertification, des menaces constantes dans les régions arides et semi-arides (Aoudjit et Mouissa, 1997). De plus, selon Belhadj (2001), le *Pistacia atlantica* Desf. est utilisé pour stabiliser les dunes et agir comme brise-vent. Cette espèce de pistachier tolère bien les conditions de salinité extrême, ce qui lui permet de valoriser des régions arides et semi-arides où le problème de salinité est croissant (Whitehouse, 1957).

7.2. Intérêts socio-économiques :

Cette espèce est couramment utilisée comme porte-greffe pour le *Pistacia vera* L., en raison de sa résistance supérieure à l'asphyxie racinaire par rapport aux autres espèces du genre *Pistacia* (Monastra et al., 1997).

Le bétoum peut également être exploité comme ressource pastorale, surtout en période de pénurie alimentaire, car ses feuilles fournissent une quantité importante d'unités fourragères, avec une valeur nutritive estimée à 0,35 UF et 41 g de matière azotée digestible par kg de matière sèche (Aoudjit et Mouissa, 1997).

Selon Ozenda (1977), le bois de bétoum est souvent utilisé comme source de combustible, mais sa dureté le rend relativement résistant à la coupe.

Les populations locales utilisent les graines de bétoum à des fins culinaires et médicinales (Belhadj, 2001). De plus, selon le même auteur, le fruit est riche en huile énergétique et comestible, avec un goût similaire à celui du beurre. L'écorce produit une résine de mastication qui s'écoule naturellement en abondance par temps chaud, et elle est très appréciée pour ses propriétés antiseptiques, antifongiques et son utilisation dans le traitement des maladies abdominales (Baba Aissa, 2000).

Belhadj (2001) mentionne également que le fruit séché, préparé en infusion, aurait des effets bénéfiques contre le diabète.

8. Les facteurs de dégradation de l'espèce :

Plusieurs éléments ont contribué à la détérioration des pistacheraies de l'Atlas en Algérie. Initialement, des contraintes économiques ont restreint les investissements dans la production, la

régénération et l'entretien des pistacheraies naturelles dans les zones désertiques. Si la préservation de l'espèce avait été priorisée depuis longtemps, elle aurait conduit à la formation de populations de pistachiers plus uniformes (Monjauze, 1980), plus abondantes et plus productives. Les facteurs responsables de cette dégradation incluent des budgets insuffisants, un manque de régénération appropriée et une absence d'entretien des pistacheraies naturelles situées dans les régions arides.

- L'exploitation anarchique des pistachiers comme fourrage et bois de chauffage par les bergerset la population locale.
- Le pâturage empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses.
- Le réseau routier qui traverse la plaine de Oussera (destruction de centaines d'individus).
- Mauvais état sanitaire des arbres (attaque par le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles).

Chapitre 2 :
Présentation de la zone
d'étude

Chapitre II. Présentation de la zone d'étude

Il sera question dans cette partie de traiter la présentation et la localisation de la zone d'étude et de ses caractéristiques climatiques.

1. La Localisation de la station étudiée :

Cette étude a concerné une population naturelle de Pistachier de l'Atlas, la station étudiée se trouve au sein de la réserve naturelle d'El-Mergueb de la Wilaya de M'sila (Fig.8, Photo 08). Le choix de la station nous a été dicté par un certain nombre de critères tel que; (1) la possibilité d'accès à la station, (2) la présence d'un nombre représentatif d'individus, (3) la situation juridique des zones, (4) disponibilité des données climatiques et naturelles.

La réserve naturelle de Mergueb est implantée au cœur de la région centrale des hauts plateaux, à environ 55 km au nord de Boussâada, sur le plateau du Hodna. Se situe approximativement entre 35°40' de latitude Nord et 03°55' de longitude Ouest. Ce site représente un écosystème steppique unique en Algérie et même en Afrique du Nord, caractérisé par une plaine située entre 550 et 600 mètres d'altitude (Mourea et al., 2005).

La réserve de Mergueb se trouve à environ 150 km au sud-est d'Alger, faisant partie des vastes Hautes plaines steppiques, un territoire s'étendant entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, marquant l'extrémité orientale des steppes algéro-oranaises, la réserve est administrativement rattachée à la wilaya de M'sila. Couvrant une superficie de 16481 hectares, son territoire dépend de trois communes principales : Sidi Hadjres, Sidi Ameer, et Ain El Hadjel. En raison de sa situation géographique, la réserve se trouve à la jonction de quatre ensembles structurels majeurs : les Hautes plaines steppiques, l'Atlas saharien, le Bassin du Hodna et la plate-forme saharienne. Cette position unique offre une diversité climatique, géomorphologique et édaphique, propice à de nombreux habitats et sites de grande valeur en termes de biodiversité, sur un territoire relativement restreint. En conséquence, la réserve constitue également un site privilégié pour l'étude et l'observation des processus de désertification(KAABACHE.M., 2003).



Figure 14: Partie de la zone d'El mergueb (originale).



Figure 15. localisation de el mergueb ain lhdjel(d'après Ahmad et al., 1992)

2. Le cadre juridique :

La répartition des terrains constitutifs de la réserve est présentée en fonction de leur nature juridique et de leur superficie totale, avec une ventilation par commune (Tableau 1).

La nature légale des terres revêt une grande importance car elle constitue le fondement de la gestion et de l'entretien de la réserve. De plus, ces terres sont exploitées conformément aux traditions tribales jusqu'à présent. Les terres domaniales et communales sont exclusivement réservées aux pâturages pour les moutons, tandis que les terres collectives (Arch) appartiennent à la tribu et sont gérées et exploitées par la communauté tribale, réservées à la culture de céréales sèches. Ces terres sont divisées de manière significative entre les différentes fractions tribales des trois communes (Hadjeb, 1998).

Tableau 1. La répartition des terres par nature juridique dans les trois communes qui couvrent la réserve naturelle El-Mergueb.

Communes	Terres Domaniales	Terres communales	Terres collectives (Arch)	Total communes
Sidi Hadjres	9374 ha	1784 ha	750 ha	11908 ha
Ain El Hadjel	351 ha	510 ha	521 ha	1382 ha
Sidi Ameer	993 ha	00	193	1186

3. Relief :

Le site est une région de moyenne altitude, s'étendant entre 550 et 800 mètres, avec son point culminant à 805 mètres et son point le plus bas à 553 mètres. Il se trouve dans une zone désertique enclavée au sein des hauts plateaux, caractérisée par un relief vallonné. On peut identifier deux principales formations géomorphologiques :

a. Les collines, telles qu'Oum el M'arzem et Oum el Aadame à l'est, El Tima à l'ouest avec une altitude de 694 mètres, et Draa el Agab à 605 mètres au nord. Au sud, on trouve Chouf el Karsa à 688 mètres et Drabine à 707 mètres.

b. Les dayas, parmi lesquels on trouve les dayates Sidi Hadjeres et Ben Chaa au nord, ainsi que El Oussra chevauchant la partie ouest de la réserve (Ladgham-Chicouche, 2004).

4. Géologie :

La géologie de la région est complexe en raison de sa position entre deux systèmes distincts, tant du point de vue structurel que de celui des types de roches. Au nord, l'Atlas tellien présente des structures anticlinales allongées d'est en ouest, composées principalement de calcaire et de marno-calcaire, avec des zones de fractures. Au sud, l'Atlas Saharien est principalement constitué de roches calcaires datant du Jurassique supérieur, du Crétacé inférieur et du Tertiaire continental, formant une couche de remplissage des dépressions post-crétacées.

Les formations quaternaires affleurant dans la réserve d'El Mergueb couvrent l'ensemble de la zone et se présentent sous forme de glacis, constitués de sédiments érodés des montagnes environnantes. Ces sédiments comprennent des alluvions de diverses natures, plus ou moins consolidées et comportant des éléments hétérogènes et bien arrondis. Certains endroits présentent des glacis avec des dépôts calcaires incrustés et des croûtes calcaires recouvertes de sable dunaire, ce qui représente un défi pour la régénération de la végétation (Makhloufi et al, 2010).

5. Type de sol :

Les sols de la région sont peu développés, de type iso-humique, faisant partie de la série calcique. Ils présentent une faible teneur en sels solubles, notamment en chlorures. Les complexes des sols sont saturés par l'ion calcium (Ca^{++}) provenant de la roche calcaire sous-jacente, qui se désagrège et se fissure facilement.

Tout cela forme un substratum imperméable sur lequel repose un dépôt calcaire meuble, généralement de faible épaisseur (Ladgham-Chicouche, 2004).

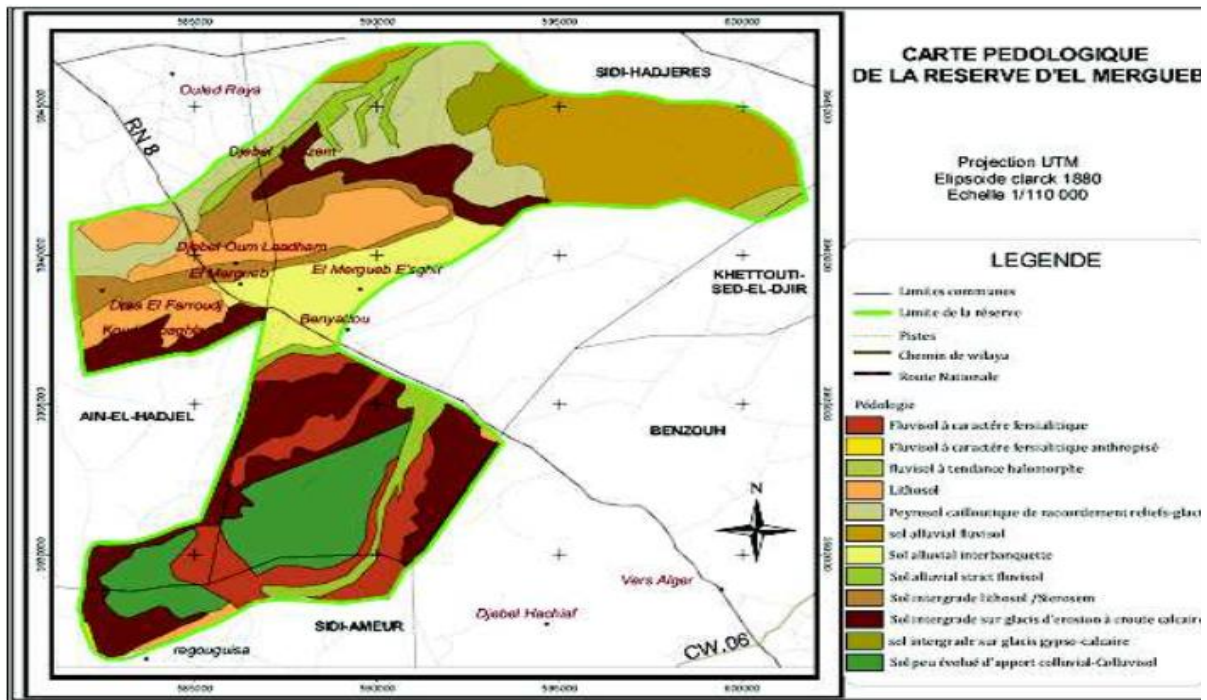


Figure 16. Carte pédologique de la réserve naturelle de Mergueb –M'sila (d'après Ahmad et al., 1992).

6. Hydrologie :

L'hydrographie de la région est sensiblement affectée par les fluctuations saisonnières et annuelles des précipitations ainsi que par le relief. Les ressources en eau sont limitées, non renouvelables et réparties de manière inégale. Le réseau hydrographique est principalement composé de petits cours d'eau qui se tarissent pendant les mois estivaux. Les eaux de surface font partie d'un système hydrologique comprenant des oueds et des sources (Ladgham-Chicouche, 2004).

La région est traversée par plusieurs oueds dont le débit est saisonnier, variant et souvent à sec pendant l'été, bien que les oueds El Guersa et El Rekab puissent connaître des crues pendant l'hiver. Les sources d'eau se trouvent principalement dans la partie ouest. Ainsi, la source d'Aïn El Guersa, dont le débit atteint 101 litres par seconde, constitue la seule source permanente, bien qu'elle soit salée. De plus, à Mergueb, on trouve deux barrages (un en argile et un en béton) ainsi que deux réservoirs creusés dans les rochers, tous situés sur le versant nord d'Oum El M'arzem, et qui permettent de retenir l'eau pendant des périodes relativement longues (Ladgham-Chicouche, 2004).

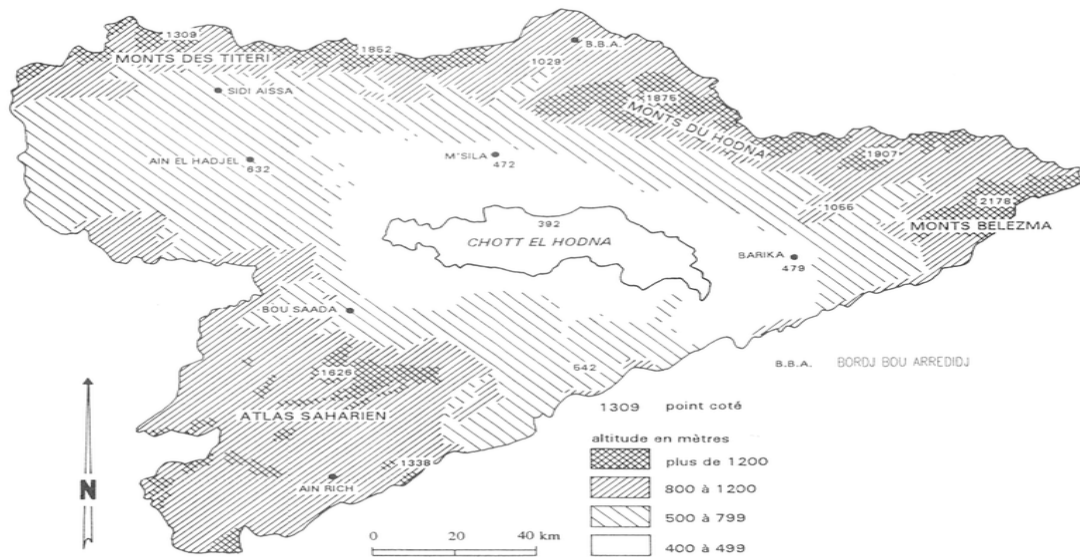


Figure 17. Hydrologie de la wilaya de m'sila (d'après Ahmad et al., 1992).

7. Les données climatiques de la zone d'étude :

Les données climatiques dans la présent étude proviennent de la station météorologique ONM de M'sila (Tableau 2) et couvrent une période de 30 ans allant de 1988 à 2022. Ces données sont essentielles pour comprendre et décrire le climat de notre zone d'étude en particulier en ce qui concerne les températures maximales M ($^{\circ}\text{C}$), les minimales m ($^{\circ}\text{C}$) et les précipitations P (mm) qui sont les principaux facteurs climatiques dans les régions méditerranéennes arides, afin de mieux caractériser le climat de notre zone d'étude.

Les caractéristiques générales de la station étudiée sont représentée dans le Tableau 3

Tableau 2. Caractéristiques de la station météorologique de M'sila (ONM).

Station météorologique	Coordonnées		Altitude	Période
	Latitude	Longitude		
M'sila	35°40' N	04°30' E	441 m	1988-2022

Tableau 3. Synthèse des caractéristiques générales des stations étudiées.

Station	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Etage bioclimatique
Elguerssa « EG »	35°33'43.9"N	3°55'53.6" E	591	Aride à hiver tempéré

7.1 Température :

La température exerce une influence primordiale, en régulant tous les processus métaboliques et en influençant ainsi la répartition des espèces végétales et des communautés vivantes de la biosphère (RAMADE, 2009). Elle constitue un élément crucial du climat et joue un rôle décisif dans l'étude de l'évaporation et de l'évapotranspiration.

Tableau 4. Températures moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila (période 1988-2018).

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
M (°C)	12.8	13.9	16.5	19.6	23	27.1	30.7	30.7	27.1	22.3	17.3	14.1
m (°C)	4.1	4.6	6.3	8.1	11	14.7	17.2	17.4	15.7	11.9	8.2	5.3
(M+m)/2	8.4	9.2	11.4	13.8	17	20.9	23.9	24	21.4	17.1	12.7	9.7

Source : Station météorologique de M'Sila.

M : Moyenne mensuelle des températures maxima en °C.

m : Moyenne mensuelle des températures minima en °C.

(M+m)/2 : Moyenne mensuelle des températures en °C.

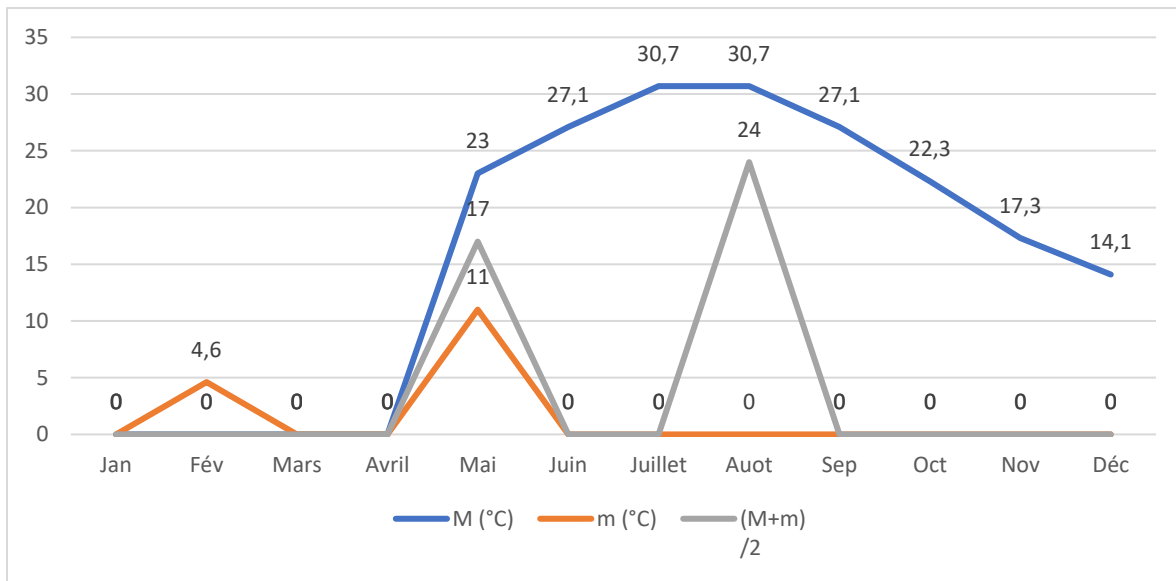


Figure 18. Les températures moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans station météorologique de M'Sila (période 1988-2018).

a - Températures extrêmes :

D'après les données des températures (Tableau 4), il paraît que parmi les mois les plus chauds dans la région d'étude, Juillet et Aout occupe le premier rang avec une température moyenne maximale de **30,7 °C** alors que le mois de Janvier enregistre la valeur la plus basse avec une température de **12,8 °C**.

b - Températures moyennes mensuelles :

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station météorologique de M'Sila durant la période allant de 1988 à 2018 varient d'un maximum de **24 °C** pour le mois d'Aout alors que le mois de Janvier enregistre une valeur minimale de **8,4 °C**.

7.2. Précipitations :

Elles jouent un rôle écologique crucial pour toutes les activités photosynthétiques des plantes, qui constituent l'élément biotique prédominant (Ozenda, 1983). Selon Dubief (1953), les précipitations se manifestent généralement sous forme de pluie. Les données mensuelles des précipitations enregistrées dans la zone d'étude entre 1988 et 2018 sont présentées dans le tableau 5.

La répartition des précipitations mensuelles enregistrées n'est pas uniforme et montre une diminution notable pendant les mois chauds tels que Juin, Juillet et Août. Cette tendance

caractérise le climat méditerranéen, qui est chaud et sec en été et froid et pluvieux en hiver, comme décrit par(Halimi, 1980).

La quantité annuelle de précipitations reste un élément crucial pour la végétation dans les régions arides. En ce qui concerne les sols, la valeur maximale de précipitation revêt une grande importance car elle intensifie les processus d'érosion hydrique et favorise la migration des éléments les plus solubles tels que les sels, le gypse et le calcaire, comme le souligne (Halitim, 1988).

En se référant au **Tableau 5**, le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec **34 mm** alors que les mois les plus secs est le mois de juillet et Aout avec **5 mm**.

Le total annuel des précipitations enregistrées est égal à **229 mm**.

Tableau 5. Précipitations moyennes mensuelles (P) en mm de la région de la région d'étude.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Précipitation (mm)	25	15	25	17	26	12	5	5	21	22	34	22	229

Source : Station météorologique de M'Sila

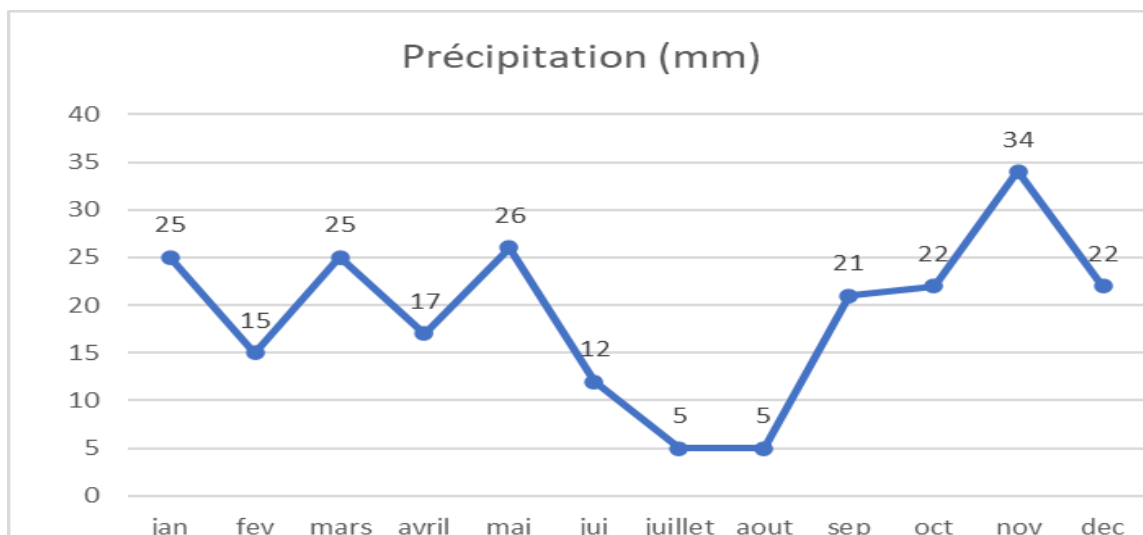


Figure19. Les Précipitations moyennes mensuelles (P) en mm de la région de la région d'étude

A. Le régime saisonnier :

La distribution des précipitations par saison (**Tab.4**) nous laisse la possibilité de dresser son régime saisonnier.

Le tableau 6 offre une description du schéma des précipitations en fonction des saisons. À la station de M'Sila, le schéma saisonnier des précipitations est classé comme (APHE). Plus précisément, l'automne se distingue comme la saison la plus pluvieuse, avec un cumul de précipitations atteignant 77 mm, tandis que l'été semble être la saison la plus sèche, avec un total de précipitations de seulement 22 mm.

Tableau 6. Le régime saisonnier de la station de la région d'étude (1988-2018).

Saison	Hiver (Déc.,Jan,Fév.)	Printemps (Mar,Avr,Mai)	Eté (Jun,Juil.,Aout)	Automne (Sep,Oct.,Nov.)	Total
P (mm)	62 mm	68 mm	22 mm	77 mm	229 mm

Source: Station météorologique de M'Sila

7.3. Le Vent :

Les chercheurs en climatologie accordent une grande importance à l'analyse du vent, car elle permet de mieux appréhender les interactions entre divers phénomènes climatiques tels que le vent et les précipitations, le vent et la température, ou encore le vent et l'humidité. Parallèlement, les géomorphologues se penchent également sur le rôle du vent et sur les caractéristiques de l'érosion éolienne, comme mentionné par (Sbai et al en 1992).

Le tableau 7 illustre la variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours de la période (2006-2016) dans la région d'étude. Les valeurs de la vitesse du vent notées au cours des années 2006- 2016, varient entre **4 m/s** et **5 m/s**.

Tableau 7. Vitesses mensuelles moyennes du vent (en m/s) de la région d'étude (2006-2016).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse moyenne du vent	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4

Source : Station météorologique de M'Sila

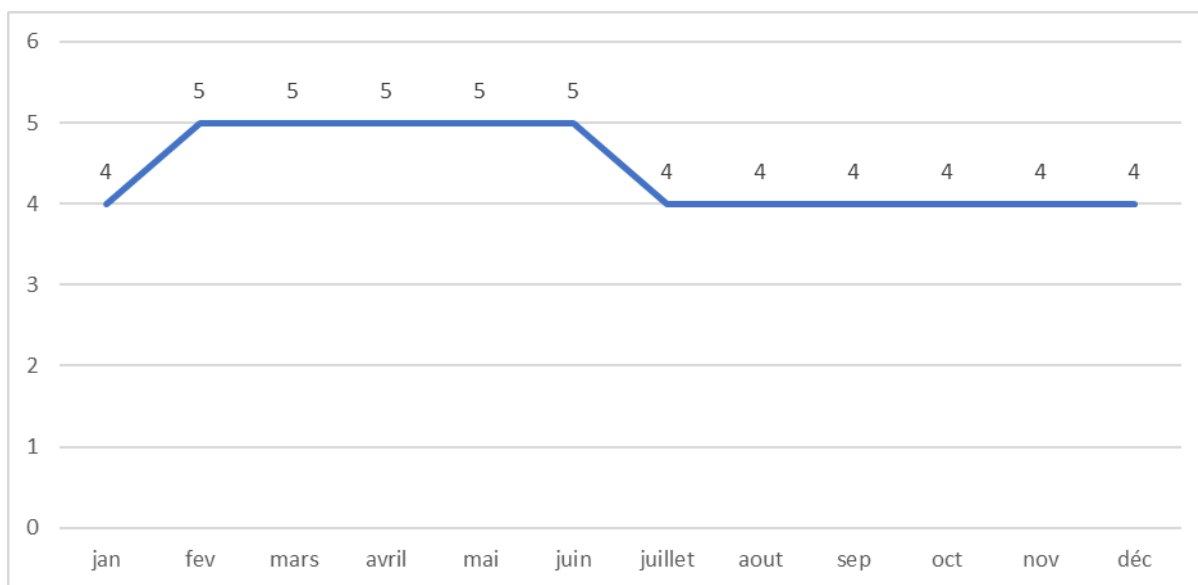


Figure 30. Vitesses mensuelles moyennes du vent (en m/s) de la région d'étude (2006-2016).

7.4. Evapotranspiration :

L'évapotranspiration est une mesure complexe que certains chercheurs ont cherché à estimer en développant des formules empiriques. Ils évaluent ainsi l'évapotranspiration potentielle (ETP) d'une région, représentant la quantité d'eau qui pourrait s'évaporer et être transpirée si le sol bénéficiait en permanence d'un approvisionnement adéquat en eau, comme indiqué par (Delannoy et al.2016).

Tableau 8. Evapotranspiration mensuelle moyenne en mm de la région d'étude (méthode de Thornthwaite (2006-2016)).

ETP	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
MOY	0.63	0.92	2.71	7.93	18.53	36.85	56.90	51.78	24.90	11.28	3.33	0.76

Source : Station météorologique de M'Sila

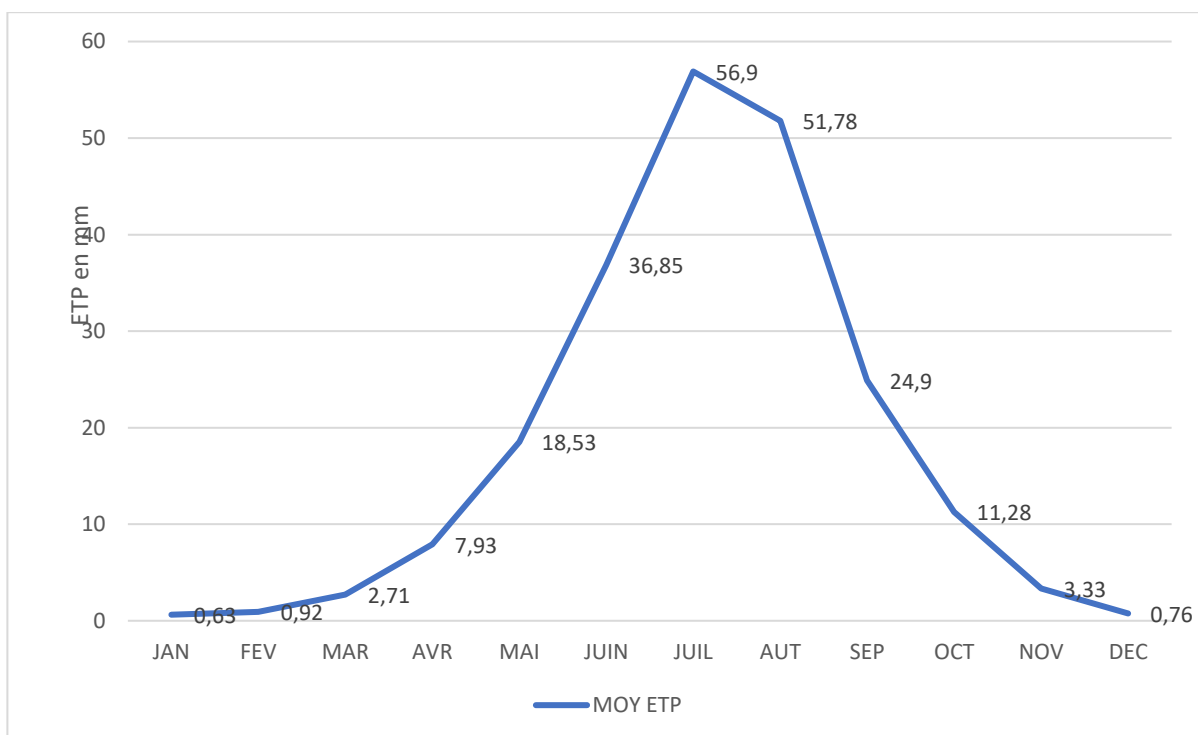


Figure 21. Evapotranspiration mensuelle moyenne en mm de la région d'étude (méthode de Thornthwaite (2006-2016)).

Les données de la figure 14 et le tableau 8 ci-dessus révèlent que dans la zone étudiée, l'évapotranspiration varie entre 0,63 mm et 2,71 mm.

7.5. Synthèse climatique :

La synthèse climatique implique l'analyse des cycles de sécheresse et d'humidité d'une région spécifique en utilisant le diagramme ombrothermique de Gaussen, ainsi que la classification de cette région dans un étage bioclimatique spécifique à partir du climagramme d'Emberger.

7.5.1. Diagramme pluviothermique de Gaussen et Bagnouls :

Le Diagramme pluviothermique de Gaussen et Bagnouls est utilisé pour identifier les périodes sèches et humides dans une région donnée. Selon Gaussen et Bagnouls, un climat sec se caractérise par un total de précipitations en millimètres inférieur ou égal au double des températures moyennes ($P \leq 2TC^\circ$). Cette corrélation permet de créer un graphique Ombrothermique où les températures sont représentées à une échelle double par rapport aux précipitations.

Lorsque la courbe des précipitations dépasse celle des températures, cela indique une période excédentaire (humide). En revanche, si la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures, cela signifie une période déficitaire (sèche).

Basé sur le diagramme établi (Fig. 14) pour la région d'étude sur une période de 30 ans (1988-2018), il y a deux périodes identifiées, humide et sèche. La saison des pluies est courte, s'étalant sur deux mois et demi (de janvier à février et de mi-octobre à fin décembre). En contraste, la période sèche est longue, couvrant environ 10 mois de début février à mi-octobre.

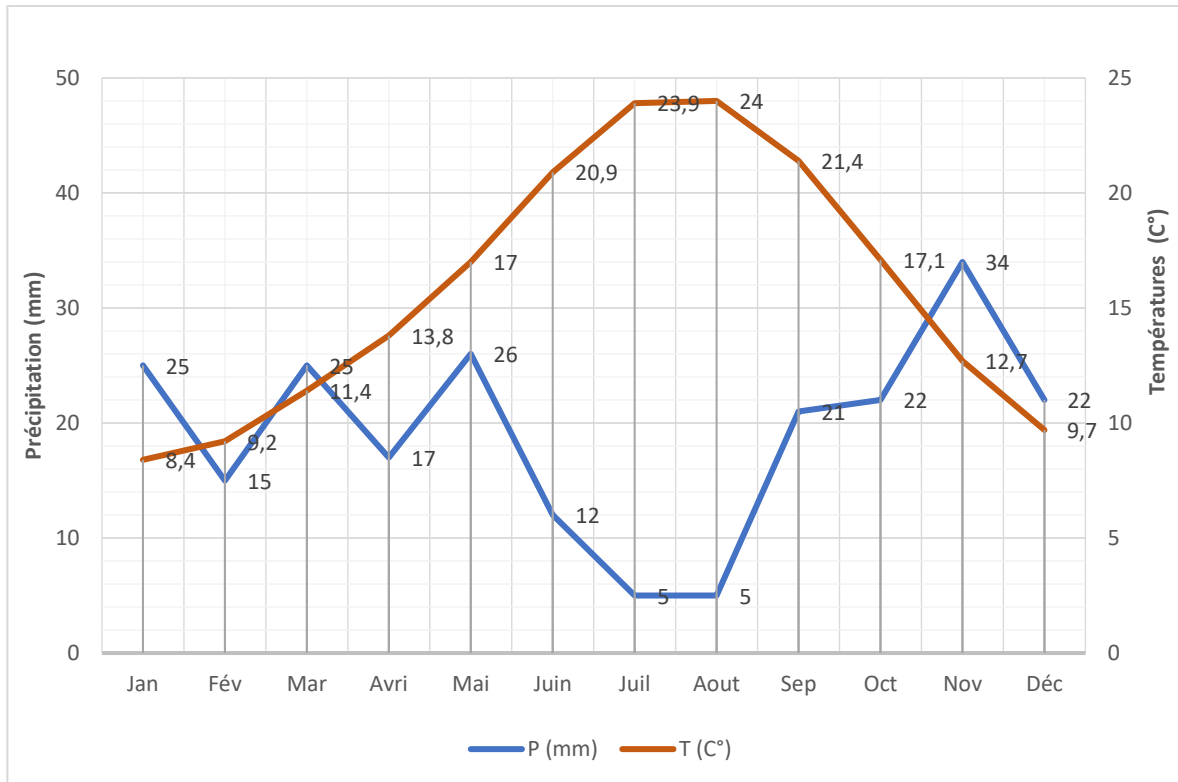


Figure22. Diagramme Ombrothermique pour la région d'étude (1988-2018).

7.5.2. Climagramme d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique Q2 d'Emberger correspond à la performance globale du climat méditerranéen. Il prend en compte les précipitations annuelles moyennes (P) en millimètres, la température moyenne la plus basse (m) du mois le plus froid et la température la plus élevée (M) du mois le plus chaud. Ce quotient Q2 est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = (1000 \cdot P) / (M - m) (M + m) \quad 2 = (2000 \cdot P) / (M2 - m2)$$

D'après la formule de Stewart (1969) applicable au climat algérien, elle s'exprime comme suit:

$$Q2 = 3,43 P / M - m$$

- Q2 : quotient pluviométrique de Stewart
- P : pluviométrie annuelle en (mm)
- M : moyenne maximale du mois le plus chaud
- m : moyenne minimale du mois le plus froid.

Tableau 9. Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de M'sila durant la période (1988-2018).

Paramètres	P (mm)	M(C°)	m(C°)	M-m	Q2
Valeurs	229	30.7	4.1	26.6	29.52

Source : Station météorologique de M'Sila

Selon les données présentées dans le Tableau 9 et la Figure 15, le quotient d'Emberger Q2 calculé sur une période de 30 ans pour la zone d'étude est de 29,52. En interprétant cela, il est indiqué que la région correspond au stade bioclimatique caractérisé par un climat aride supérieur avec une influence hivernale tempérée.

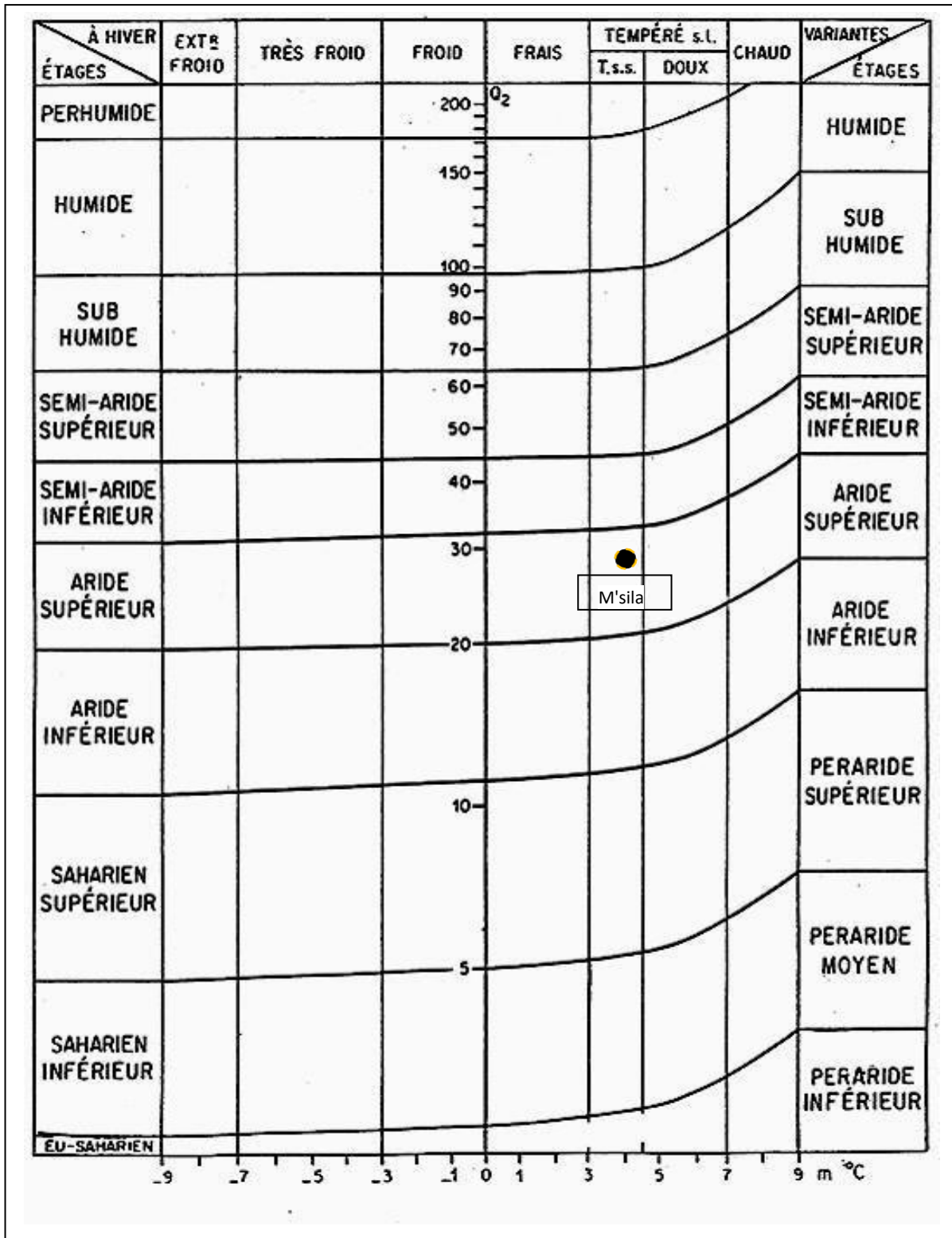


Figure23. Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger durant la période (1988-2018).

Chapitre 3 :

Matériel et Méthodes

Chapitre III. Matériel et méthodes:

1. Matériel végétal:

Les feuilles et les fruits utilisés pour cette étude proviennent de la station Elguerssa située dans la réserve naturelle El-Mergueb à Ain Lhdjel ; M'sila (Située à 150 Km au Sud-est d'Alger). Les feuilles et les fruits ont été prélevés au hasard sur 10 arbres (10 feuilles et 10 fruits par arbre). Les feuilles ont été prélevées durant le mois d'Avril 2024. Pour les fruits, un suivi a été réalisé dès le début de la fructification (Mars 2023) jusqu'au stade de maturation (Septembre 2023). Au total 10 arbres, 100 feuilles et 100 fruits ont été échantillonnés. Les feuilles et les fruits sont ensuite séchés et conservés au laboratoire.

2. Les caractères mesurés:

Au total 17 caractères ont été mesurés, 11 morphologiques et 6 physiologiques (Tableau 10).

2.1. Caractères morphologiques:

La mesure de la hauteur totale de l'arbre a été réalisée par l'application « Smart Distance », les mesures de la hauteur du fut, la circonférence, et l'houpier ont été réalisées à l'aide d'un mètre ruban. Les mesures de la longueur et de la largeur de la feuille, ont été réalisées à l'aide d'une règle graduée. L'étude de la taille des fruits (longueur, largeur, épaisseur) a été mesurée à l'aide d'un papier millimétré, placé sous une loupe binoculaire.

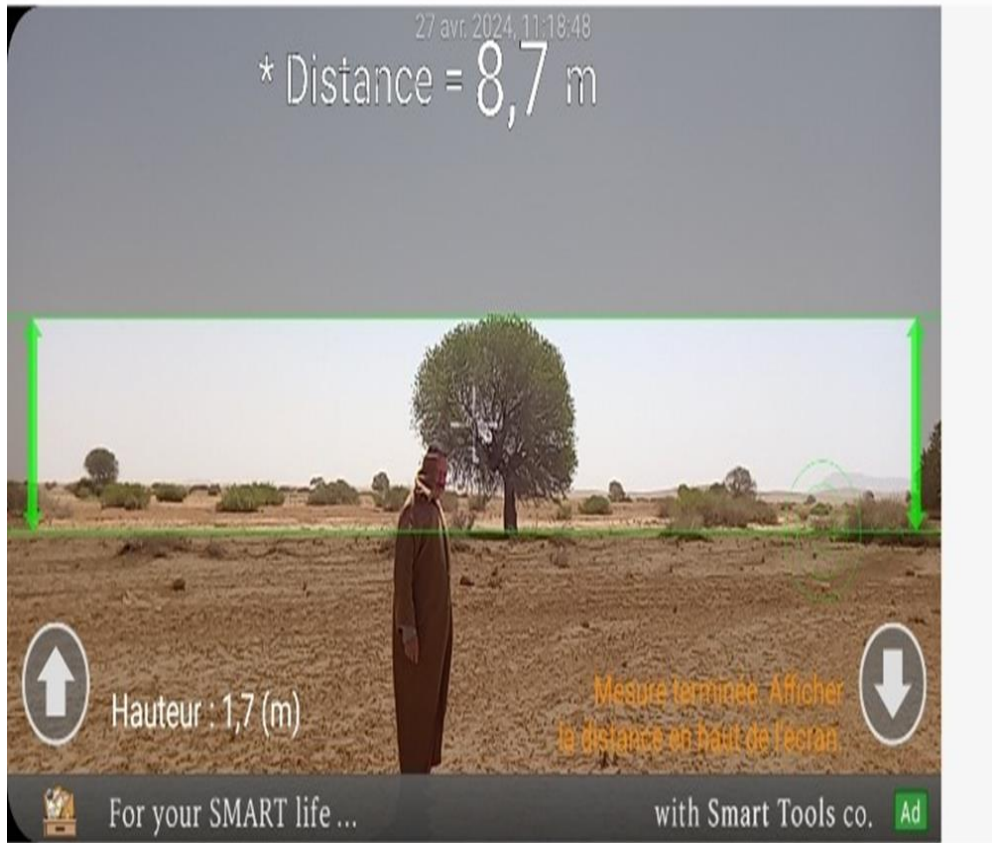


Figure 24. Les mesures des Arbre de Pistacia atlantica de la station étudiée (originale).

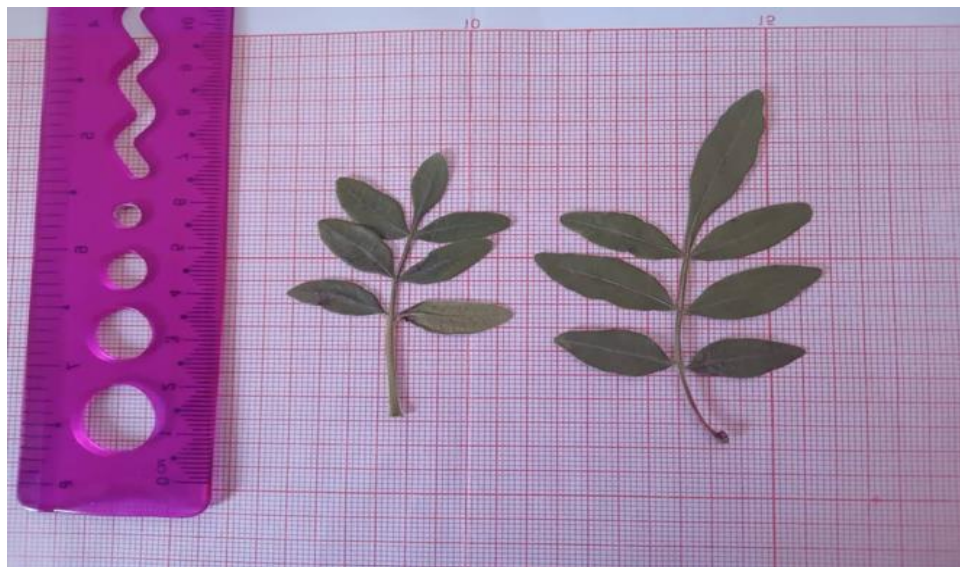


Figure 25. La mesures des feuilles de Pistacia atlantica de la station étudiée(originale).



Figure 26. Les mesures des graines de *Pistacia atlantica* de la station étudiée (originale).

Tableau.10 Variables morphologique mesurées pour les feuilles et les fruits de *P. atlantica*.

Variabes	Codification
Variables morphologiques	
Hauteur totale (m)	HT
Hauteur du fut (m)	HF
Circonférence (m)	CI
Houppier (m)	HP
Rapport longueur/largeur de la feuille	LGF/LRF
largeur de la feuille (mm)	LRF
Longueur de la feuille (mm)	LGF
Nombre de folioles	NF
Largeur du fruit (mm)	LRFr
Longueur du fruit (mm)	LGFr
Epaisseur du fruit (mm)	EFr

2.2. Caractères physiologiques :

2.2.1. La germination:

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille" et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes. C'est l'ensemble des processus qui vont du début de la réhydratation de la graine à la sortie de la radicule, l'évolution des étapes suivantes constitue un phénomène de croissance.

Les semences ont été collectées durant le mois de septembre 2023. Les graines sont extraites des fruits après un séjour de 72 h dans l'eau, puis replacées dans de l'eau pendant 24 h. Ensuite seules les graines ayant décantées, supposées viables, ont été récupérées (Downie et Bergsten, 1991 ; Audinet, 1993) et utilisées pour les essais de germination. Afin d'étudier le taux et la vitesse de germination,

- 30 graines ont été subdivisées en 2 lots. Chaque lot de 3 boites de pétri, 5 graines par boite.

- Le comptage consiste à dénombrer le nombre de graines germées pour chaque lot. Nous avons ainsi déterminé :

- a- Le taux de germination (%)**: c'est le nombre de graines germées par rapport au nombre de graines mises en germination. Une graine est considérée germée lorsque la radicule perce les téguments (Come et Thevenot, 1982 et Corbineau et al., 1987) ou lorsqu'elle émet une radicule et une gemmule (Yaaqobi et al., 2009).

- b- La vitesse de germination (graine/jours)** : c'est le nombre de graines germées par rapport au nombre de jours (Yaaqobi et al., 2009).

- c- Taux de croissance (mm/jours)**: c'est la croissance de la longueur de la tige par rapport au nombre de jours. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 11.



Figure 27 : Protocole de la germination(originale).



Figure 28. Les mesures de plantules issues de la germination des graines de *Pistacia atlantica* de la station étudiée (originale).

2.2.2. Dosage de la chlorophylle:

Concernant le dosage de la chlorophylles, il a été déterminé par la méthode suivante:

- Découper 1.5 g de feuilles vertes de Pistachier de l'Atlas;
- Couper le matériel végétal en petits fragments ;
- Verser 4 ml d'acétone à 80 %, 1g de sable et 1g de carbonate de calcium, dans un mortier puis broyer les disques foliaires jusqu'à obtention d'une pâte homogène;
- Ajouter 6mL d'acétone à 80% et broyer de nouveau soigneusement ;
- Filtrer l'extrait sur papier-filtre, recueillir l'extrait dans une fiole de 10 ml et compléter avec de l'acétone.

Les densités optiques de l'extrait obtenu sont mesurées au spectrophotomètre (U.V- 1800) et les teneurs en chlorophylle a et b, sont déterminées selon la formule de BEER-LAMBERT:

$$Ca = 12.7 A_{663} - 2.63 A_{645} \text{ (mg/l) ;}$$

$$Cb = 22.9 A_{645} - 4.68 A_{663} \text{ (mg/l) ;}$$

$$C_{car} = 5 A_{460} - (3.19Ca + 130.3 Cb)/200 \text{ (mg/l).}$$

Pour obtenir la teneur en chlorophylle en mg/g, il faut multiplier l'équation par le volume (V) et la diviser par le poids frais (P).

Tableau 11. Variables physiologique mesurées pour les feuilles et les fruits de *P. atlantica*.

Variables	Codification
Variables physiologiques	
Taux de germination (%)	T
Vitesse de germination (N graines/j)	V
Taux de croissance	Cr
Teneur en chlorophylle a (mg/g)	Chl a
Teneur en chlorophylle b (mg/g)	Chl b
Teneur en carotène (mg/g)	Car

3. Analyses statistiques des résultats :

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'analyses statistiques à l'aide du logiciel "Statistica" (version 13). Pour chaque caractère étudié, nous avons procédé aux analyses descriptives.



Figure 29 : Protocole dedosage la chlorophylle(originale).

Chapitre 4 :

Résultats et Discussion

Chapitre IV. Résultats et Discussion

1. Résultats:

L'objectif principal de cette étude est la description morphologique de *P. atlantica* dans les régions arides et semi arides par l'utilisation des caractéristiques morphologiques des arbres, des feuilles et des fruits, et l'étude de l'effet des conditions climatiques sur cette variabilité.

1.1. Les caractères morphologiques:

1.1.1. L'arbre:

La hauteur totale des arbres (HT) dans la station étudiée présente une moyenne de 7,27m, La hauteur du fut (HF) est en moyenne de 2,02m. En ce qui concerne la circonférence du tronc (CI), la moyenne est 2,7m. Pour la hauteur du houppier (HP), les valeurs moyenne est 11,4m (tableau 12, figs. 30).

1.1.2. La feuille:

Le rapport LGF/LRF des feuilles est une moyenne de 1,52mm. La longueur moyenne des feuilles est de 6,71mm. Pour la largeur des feuilles, une moyenne de 4,98 mm. Les feuilles possèdent entre 3 et 11 folioles, avec une moyenne de 8,1 folioles pour la station El mergueb (tableau 12, figs. 31).

1.1.3. Le fruit:

Les dimensions des fruits varient entre 5.8–9mm de long (une moyenne de 7,37mm), de 3,5– 7,7mm de large (une moyenne de 6,363 mm) et de 3,9–6mm d'épaisseur (une moyenne de 5,073mm) (tableau 12, figs. 32).

1.2. Les caractères physiologiques :

1.2.1. Dosage de la chlorophylle :

La chlorophylle est un pigment présent dans toutes les plantes vertes. Certaines expérience est de quantifier par une méthode spectrophotométrique les pigments photosynthétique des feuilles de pistachier de l'atlas.

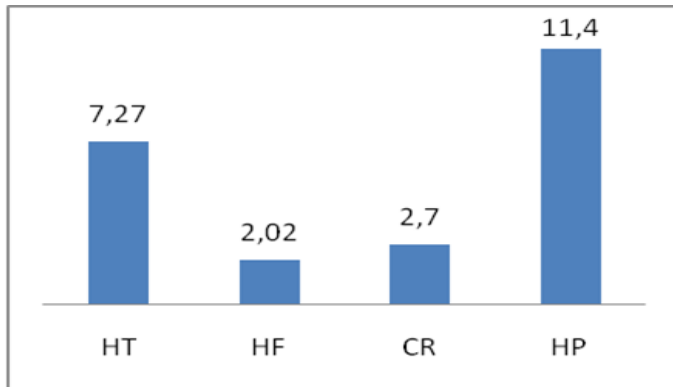
Les résultats obtenus pour la teneur en chlorophylle des feuilles de pistachier de l'atlas sont comme suit : la chlorophylle a (Ca) est d'une moyenne de 27,4 (mg /g), la chlorophylle b est d'une moyenne de 13,7(mg /g). et La moyenne des caroténoïdes (Ccar) est de l'ordre de 5,883 (mg /g) (tableau 12, figs .33).

1.2.2. La germination :

Le taux de germination des graines de pistachier de l'atlas présente une moyenne de 23,33 %, En ce qui concerne la vitesse de germination, la moyenne est 0,5mm /j. Pour le taux de croissance, la valeur moyenne est de 8,3% (tableau 12, figs.34).

Tableau 12. Résultats des caractères morphologiques et physiologiques mesurés pour les arbres, les feuilles et les fruits de *P. atlantica*

Variables	Moy \pm ET ; étendue Max-Min
Hauteur totale (m)	7,27 \pm 1,08 : 5,1-8,7
Hauteur du fut (m)	2,02 \pm 0,72 : 1,3-3
Circonférence (m)	2,69 \pm 0,75 : 1,26-3,73
Houppier (m)	11,37 \pm 1,22 : 8,6-12,8
Rapport LGF/LRF	1,51 \pm 0,23 : 0,91-2,30
Longueur de la feuille (mm)	6,71 \pm 1,26 : 3-9,9
Largeur de la feuille (mm)	4,98 \pm 5,13 : 2,2-55
Nombre de foliole	8,1 \pm 1,8 : 3-11
Longueur du fruit (mm)	7.37 \pm 0.71 : 8-9
Largeur du fruit (mm)	6,36 \pm 0,59 : 3,5-7,7
Epaisseur du fruit (mm)	5,07 \pm 0,51 : 3,9-6
Chlorophylle a	27,36 \pm 3,85 : 24,38-31,71
Chlorophylle b	13,70 \pm 4,38 : 11,12-18,77
Carotène	5,88 \pm 2,41 : 3,11-7,55
Taux de Germination	23,33
Vitesse de Germination	0,5
Taux de Croissance	8,3



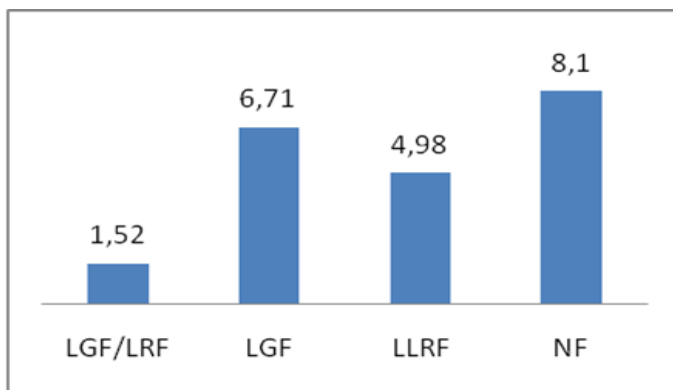
HT : Hauteur totale (m)

HF : Hauteur de fut (m)

CR : Circonférence (m)

HP : Houppier (m)

Figure30. Valeurs des mesures de l'arbre (m).



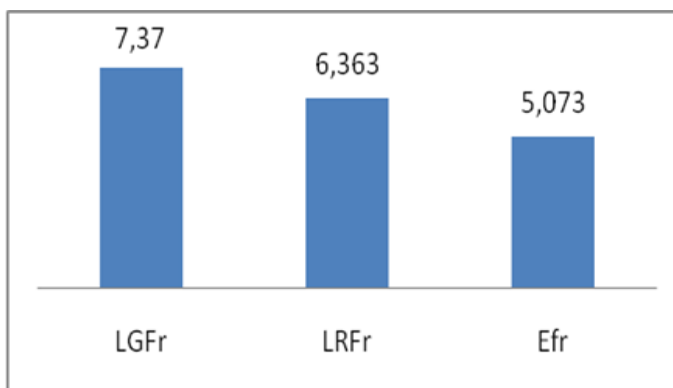
LGF/LRF : Rapport

LGF : Longueur de la feuille (mm)

LLRF : Largeur de la feuille (mm)

NF : Nombre de foliole

Figure31. Valeurs des mesures de la feuille (mm²).

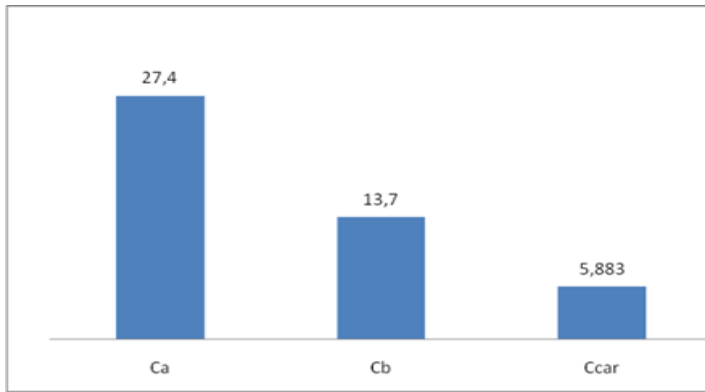


LGFr : Longueur du fruit (mm)

LRFr : Largeur du fruit (mm)

Efr : Epaisseur du fruit (mm)

Figure32. Valeurs des mesures du fruit (mm²).

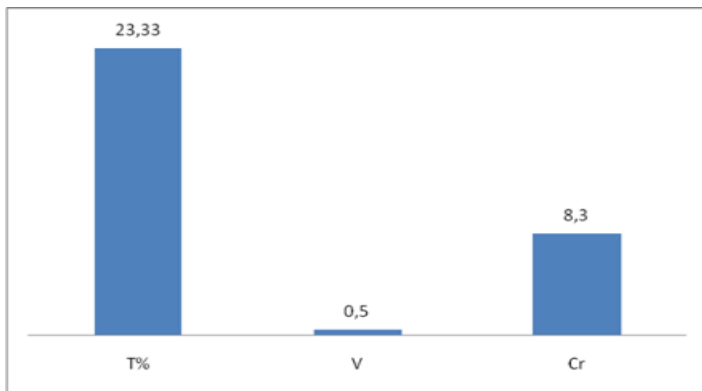


ca : Chlorophylle a

cb :Chlorophylle b

Ccar : Carotène

Figure33. Valeurs des mesures de la chlorophylle (mg/g).



T% : Taux de Germination

V : Vitesse de Germination

Cr : Taux de Croissance

Figure34. Valeurs des mesures de la germination.



Figure 35. Les différentes formes de feuille de *Pistacia atlantica* dans la station étudiée(originale).

2. Discussion :

2.1. Les caractères morphologiques :

Le pistachier de l'Atlas présente une variabilité morphologique vis à vis de toutes les variables mesurées. Des observations similaires pour cette espèce ont été signalées pour des populations de différentes origines étudiées par de nombreux auteurs tels que Zohary (1952, 1996), Monjauze (1968), Kafkas et Perl-Treves (2001), Kafkas et al. (2002), Belhadj (2001, 2008 ; Smaili, 2011).

Les valeurs de la hauteur totale de l'arbre, la circonférence du tronc et la hauteur du houppier, concordent avec la littérature (Meikle, 1977; Zohary, 1987 ; Boulos, 2000; Belhadj, 2001 ; Benhassaini et al. 2007 ; Smaili, 2011) néanmoins divergent avec les résultats de Yaltirik (1967), Jafri et ElGadi (1978) et Tutin et al. (1981) pour lesquelles les valeurs enregistrées sont en deçà des nôtres.

Les dimensions de la feuille, en moyenne, concordent avec la littérature (Boulos, 2000; Yaltirik, 1967; Kafkas et al., 2002; Belhadj, 2008 ; Smaili, 2011). Les dimensions des fruits, par contre, concordent avec les valeurs citées par certains auteurs (Zohary, 1952; Yaltirik, 1967; Tutin et al., 1968; Anwar et Rabbani, 2001), et divergent avec d'autres (Kafkas et al., 2002; Belhadj, 2008).

Les végétaux peuvent user de différentes stratégies fonctionnelles de manière à minimiser l'impact de la sécheresse (Barboni et al. 2004, in Belhadj et al., 2008). Dans les milieux arides, les végétaux xéromorphiques souvent portent de plus petites feuilles. La réduction de la taille des feuilles est corrélée avec la réduction de la transpiration selon Fahn (1967) (in Belhadj et al., 2008), plus l'aridité augmente et plus la taille de la feuille diminue.

Selon(Barboni et al. 2004 in Belhadj et al., 2008), les petites feuilles ont tendance à être plus abondantes sur les hauts plateaux et autres endroits froids. Dans les travaux de Smaili (2011), les stations sont regroupées selon leurs bioclimats et leur gradient altitudinal. Les feuilles les plus petites ont été reporté au niveau des stations les plus en hauteur (863m), et les plus grandes ont été enregistré au niveau de la station à 614m d'altitude. Ces résultats concordent avec ceux de Belhadj et al. (2008) pour la même espèce de différentes provenances. Même topo enregistré pour la taille des arbres. Les individus les plus grands (HT) ont été reporté au niveau des stations les plus en hauteur (863m), et les plus petits ont été enregistré au niveau de la station à 591m d'altitude.

Les arbres qui présentent une circonférence et un houppier large ont été reportés au niveau des stations les plus en hauteur (863m), et la station à 591m) présente des arbres à petite circonférence et au houppier court.

2.2. Les caractères physiologiques :

Les essais de germination des graines de cette espèce présentent des réponses remarquables par rapport les conditions de l'expérience. Les taux et les vitesses de germination des graines reportées par Crane et Forde (1974) et Isfendiyaroglu et Ozeker (2009) se rapprochent des moyennes enregistrées dans notre étude. Par contre nos résultats sont en deçà des valeurs obtenues par Elhani et Benmelouka (2003) et Yaaqobi et al. (2009). Un tel résultat montre qu'il serait possible de relier le comportement germinatif du pistachier de l'Atlas à sa variabilité génétique et son écologie au stade adulte. En effet, Wang (1987) a mis en évidence l'influence du génotype des graines sur le taux et la vitesse de germination.

Dans cette étude, il est intéressant de constater que les graines saines, homogènes, possédant un poids élevé (plus de réserves), et qui ont acquis leur maturité physiologique présente un taux et une vitesse de germination élevés.

La germination stricto sensu est une sorte d'activation de l'embryon qui rend la radicule et la gemmule capable de croître harmonieusement. Sa durée varie beaucoup d'une espèce à l'autre ou d'une semence à l'autre au sein d'une même espèce (Mazliak, 1998). Selon Toth (1980), la germination est une suite de phénomènes qui, d'une part, mettent la graine en condition de vie active et d'autre part, permettent le développement de l'embryon. D'après Heller et al. (1995), deux catégories de conditions sont nécessaires pour que la germination se déroule naturellement: **1) la maturation morphologique**, caractérisée par la différenciation morphologique de toutes les parties constitutives de la graine (enveloppes séminales + embryon). Cette maturation se produit généralement sur la plante mère et se termine le plus souvent par une déshydratation très poussée de la semence ; **2) la maturation physiologique**, qui correspond à des modifications physiologiques subtiles, encore très mal connues qui se manifestent par aucune transformation morphologique et qui rendent la semence capable de germer quand on lui fournit des conditions convenables.

Selon les mêmes auteurs, la maturité morphologique doit être atteinte pour que la maturité physiologique soit possible. En plus, la germination ne peut se produire que s'il existe un compromis satisfaisant entre l'imbibition, l'oxygénation de l'embryon et la température. Selon Come (1968), une hétérogénéité des semences d'un lot se manifeste par une hétérogénéité de la germination. D'après Baskin et Baskin (1998), le polymorphisme chez les graines, qui serait d'ordre génétique chez certaines espèces, implique plusieurs tailles, formes et couleurs des graines.

Les graines produites par la même plante peuvent varier et ses variations peuvent être associées aux différents comportements lors de la germination et des conditions de développement de la plante mère. La germination peut également varier selon les espèces en fonction de la latitude, l'élévation, l'humidité du sol, les éléments nutritifs du sol, la température, le genre et la densité du couvert végétal et le degré de perturbation de l'habitat ou du site où les graines sont arrivées à maturité. La variabilité de la germination des graines des espèces occupant un large espace géographique, comme *P. atlantica*, est tout d'abord d'ordre génétique. La sélection naturelle occure dans différents sites où les espèces évoluent ce qui résulte en une différenciation génotypique locale, nommée 'écotype'. Le résultat de cette différenciation écotypique à l'intérieur d'une espèce est variable selon la variabilité de l'habitat.

Certaines populations d'une même espèce peuvent avoir une variabilité génétique qui n'est pas exprimée dans leur habitat naturel. D'autres études ont démontré que ces différences de comportement vis à vis de la germination peuvent être dues à une interaction entre l'environnement et la génétique. La graine du bétoum est abondante lorsqu'elle existe puisque l'espèce est dioïque, elle est incluse dans une drupe à endocarpe osseux et mésocarpe sec plus ou moins plissé, de nature huileuse ce qui implique une mauvaise conservation en cas de dessiccation trop prononcée et d'échauffement, même très faible. Si elle est fraîche, cette graine germe dans les 8 à 15 jours dans un milieu convenable (Monjauze, 1968). Toutes ces exigences sont celles de beaucoup d'essences forestières, l'essentiel est de mettre la graine en stratification et de ne pas semer avant que la température moyenne n'ait atteint au moins 12°C. De nombreuses études (Ait Radi, 1979 ; Isfendiyaroglu et Ozeker, 2009) ont montré que la stratification ou l'application de GA₃ pourrait faciliter la germination des graines des pistachiers et permettrait d'avoir une germination homogène.

Selon Belhadj (2007), la couleur de la feuille chez *Pistacia atlantica*, pourrait varier sous l'influence de certains phénomènes éco-physiologiques en relation avec les pigments chlorophylliens. Les teneurs en chlorophylles tendent à varier en fonction de la disponibilité de l'eau, le stress hydrique peut causer une oxydation des pigments chlorophylliens provoquant ainsi une couleur vert clair des feuilles. La salinité du sol peut également conduire à la destruction de la structure des chloroplastes et à l'instabilité du complexe pigment-protéines et à la diminution de la teneur en chlorophylles (Ranjbar et al., 2002 ; Shahraji et al. 2010). Ce qui peut expliquer la variabilité des teneurs en chlorophylle a et b d'une station à une autre, puisqu'elles sont caractérisées par différents bioclimats et conditions édapho-climatiques

Conclusion et Perspectives

En conclusion, le but principal de cette étude était l'évaluation de la variation morphologique d'une population naturelle de *Pistacia atlantica*, dans les régions arides (la réserve naturelle El-Mergueb). Ainsi qu'une étude sur les caractères physiologiques de l'espèce, pouvoir germinatif et teneur en chlorophylle.

Du point de l'arbre, Les dimensions de l'arbre (hauteur totale, hauteur du fut, circonférence du tronc et du houppier) représentent des valeurs proches à celles d'autres auteurs, ils sont corrélées et influencées par les conditions édapho-climatiques.

Du point de vue foliaire, les mensurations des feuilles sur la station étudiée ont montré des différences remarquables pour ce qui est de la largeur et de la longueur des feuilles de la réserves naturelle d'El Mergueb par rapport à autre travaux réalisés sur le même espèce. Elles sont proches en ce qui concerne le nombre de folioles.

En ce qui concerne les caractères physiologiques, les essais de germination des graines issues des graines de *Pistacia atlantica* montrent que, quelque soit les conditions de cultures, les graines présentent des taux et des vitesses de germination un peu élevée. Alors que présente un taux faible de croissance, qui confirme l'information que le Pistachier de l'Atlas a une croissance lente. La teneur en chlorophylle des feuilles de cette espèce expose des valeurs importantes. Les feuilles de *P. atlantica* présentent les teneurs en chlorophylle influencé par l'altitude.

Le pistachier de l'Atlas constitue un patrimoine forestier important dans la région de M'sila. Suite à nos observations sur le terrain, il en résulte que le pistachier de l'Atlas de la région de M'sila (El Mergueb) montre une diversité morphologique liée à son biotope d'une part, et à son sol d'autre part. Les essais de germination des graines de cet arbre présentent des réponses remarquables. Un tel résultat montre qu'il serait possible de relier le comportement germinatif du pistachier de l'Atlas à sa variabilité génétique et son écologie au stade adulte.

Cette espèce fait partie des ressources forestières naturelles dans la région, pour cela il est nécessaire de la sauvegarder et de la valoriser. Elle constitue une excellente barrière contre l'avancée du désert. Sa réhabilitation et sa conservation sont donc nécessaires pour contribuer au développement durable des zones arides et semi-arides.

Il n'en demeure pas moins que cette étude doit être reconduite sur plusieurs années afin de vérifier les caractères phénotypiques des différentes populations du pistachier de l'atlas d'une part et d'autre part, confirmé les propriétés physiologiques de l'espèce.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. Abdelkrim H., 1997. Les dayates de l'Atlas saharien (Algérie). Colloque phytosociologie végétale et géomorphologie. Bailleul: 361-371. Ed. Cramer Stuttgart.
2. Ait Radi A., 1979. Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* Desf. Et de *Ailantus altissima*. Thèse Ingénieur, INA El Harrach, 40p.
3. Alyafi J., 1979. Approches systématique et écologique du genre *Pistacia* L. dans la région méditerranéenne. Thèse de Doctorat 3eme cycle. Université d'Aix – Marseille. France.
4. Anacardiaceae). *Microscopy Research and technique*; 70(10):837846.
5. Anwar R. et Rabbani M.A., 2001. Natural occurrence, distribution and uses of *Pistacia* species in Pakistan. in *Pistacia: Towards a comprehensive documentation and use of Pistacia genetic diversity in Central and West Asia, North Africa and Europe*. Report of the IPGRI Workshop 14-17 December 1998. Edited by S. Padulosi et A. Hadj-Hassan Irbid, Jordan. pp. 45-48.
6. Aoudjit H. et Mouissa H., 1997. Contribution à l'étude de la propagation végétative du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf). Thèse. Ing. INA. El Harrach-Alger. 61p.
7. Aoudjit, H.(2006). Etude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (*Pistacia* de l'atlas)et essai de multiplication de *Pistacia vera* L. (*Pistacia* vrai)en pépinière selon deux types de greffes Ecusson et « Chip budding ».Mémoire de magistère :Science agronomique. El harrach (Algerie): Institu National Agronomique El harrach, 93p.
8. Baba Aissa, F., "Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb", Ed. EDAS, (2000), 217p.
9. Belhadj S., 2001. Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. In Ak B.E. (ed.). 11 GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, September 01-04, 1999. Sanliurfa, Turkey. *Cahiers optionsMéditerranéennes*56:107-10911.
10. Belhadj S., Derridj A., Aigouy T., Gers C., Gauquelin T. et Mevy J.P., 2007. Comparative morphology of leaf epidermis of eight populations of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.,
11. Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C. et Gauquelin T., 2008. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Botany (formerly Canadian Journal of Botany)*. 86 (5) : 520-532.
12. Belhadj, S. (2001).Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation, *Cahier Option Méditerranéennes*, 56, pp107 -109.

13. Belhadj, S. 2007. Etude eco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à sa valorisation. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 210 p.
14. Belkhodja, Y.K. (2014). Contribution à la description anatomique du phytomère chez le genre *Pistacia* de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de master :écologie, gestion, et conservation de la biodiversité .Tlemcen(Algérie): Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen, 44p.
15. Benabid A. et Fennane M., 1994. Connaissances sur la végétation du Maroc : phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. Lazaroa 14p.
16. Benhassaini H., Mehdadi Z., Hamel L. et Belkhodja M., 2007. Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le nord-ouest Algérien. Sécheresse, 18 (3), 199-205p.
17. Boudy, P.(1952) Guide du forestier. Paris : La maison rustique, 505p.
18. Boulos L., 2000. Flora of Egypt. Geraniaceae-Boraginaceae. Al hadara Publishing. 2: 75-77.
19. Chaba, B., Chraa, O., & Khichane, M. (1991). Germination, morphogénèse racinaire et rythme de croissance du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'Etude de l'Arbre-Paris, France, 465-472.
20. Dahmani, W. (2011). Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. Thèse de magister: Biodiversité végétale méditerranéenne de l'Algérie occidentale. Oran(Algérie) : Université d'Orane, 165p .
21. Danin A., 1983. Acardiaceae In: Desert Vegetation of Israel and Sinai. Cana, Jerusalem. Pp. 102-104.
22. El Hani A. et Ben Melouka M., 2003. L'approche écologique de l'implantation des ressources forestières du Genre pistachier de l'Atlas en milieu steppique. Thèse Ingénieur. p 49-54.
23. Emberger, L., "Les végétaux vasculaires", T. II, Fasc. I in Chadeffaud et Emberger L. Traite de botanique et systématique. Ed. Masson et Cie, (1960) 262p.
24. forêt. Revue Forestière Française, 4 :357-363. 9313.
25. Ghaffari S.M., Shabazaz M. et Behboodi B.S., 2003. Chromosome variation in *Pistacia* genus. XIIIème réunion de GREMPA sur l'Amandier et le Pistachier. Portugal. Options méditerranéennes, Série A, Séminaires méditerranéens 63.
26. Isfendiyaroglu M. et Ozeker E., 2009. The relations between phenolic compounds and seed dormancy in *Pistacia* spp. 229.

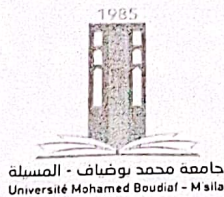
27. Jafri S.M.H. et El-Gadi, A., 1978. Flora of Lybia. Anacardiaceae. 52: 1-12.
28. Joley, L.E., "Pistachios". Dans : Nut Tree Culture in North America, Jaynes R. A. (éd), The North American Nut Growers Association, Hamden, CT, (1979), 163-174.
29. KAABACHE.M., 2003- rapport sur la conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles : étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve El- Mergueb (wilaya de M'sila, Algérie). PNUD. Projet : ALG /00/G35/A/1G/99
30. Kaddour-Hocine,A.(2008). Contribution à l'étude du comportement morphophysologique et biochimique de Pistacia atlantica Desf.ssp atlantica stressée à la salinité.Thèse de magister : Physiologie végétale. Oran(Algérie): Université'OranEssenia, 94p
31. Kafkas S. et Perl-Treves R., 2001. Morphological and molecular phylogeny of Pistacia species in Turkey. Theor. Appl. Genet. 102: 908-915.
32. Kafkas S., Kafkas E. et Perl-Treves R., 2002. Morphological diversity and a germplasm survey of three wild Pistacia species in Turkey. Gen. Res. Crop Evol. 49: 261-270.
33. Kafkas, S.Perl-Treves, R. et Kaska,N.(2000). UnusualPistaciaatlantica Desf. (Anacardiaceae) monoecioussex type in the yuntmountains of the manisa province of turkey, Israel Journal of Plant Sciences,48, pp. 277–280.
34. Khaldi A. et Khouja M.K., 1995. 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.
35. LADGHAM-CHICOUCHE A, sep 2004. , réserve naturelle de mergueb,-M'sila, p6.
36. Limane A., 2009. Architecture racinaire du pistachier de l'Atlas en relation avec les propriétés physico-chimiques du sol sous jacent: cas de la population de la réserve nationale d'El-Mergueb (wilaya de m'sila), Algérie. Mémoire de Magister, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Pp.78-127.
37. MAKHLOUFI, HADJAB, ABDELKADER BENKHEIRA, ABDELLATIF CHICOUCHE2010 la préservation de la reserve d'el mergueb (m'sila- algerie).
38. Mazliak P., 1998. Physiologie végétale .II. Croissance et développement. Hermann, Editeurs des sciences et des arts. P.575.
39. Meikle R.D., 1977. Flora of Cyprus. 1: 364-371. Bentham-Moxon Trust.
40. Monastra, F., Rovira, M., Vargas, F.J., Romero, M.A., Batlle, I., Roukas, D. et Mendes Gaspar, A., "Caractérisation isoenzymatique de diverses espèces du genre Pistacia et leurs

- hybrides: Etude de leur comportement comme porte-greffe du pistachier *Pistacia vera* L.
”, Ed.
41. MONJAUZE A. 1980. Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. Revue Forestière Française, 4 :357-363. 9313.
 42. Monjauze A., 1968. Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* DESF. en Algérie. Bull. Soc. Nat. Afrique du Nord.
 43. Monjauze A., 1980. Connaissance du « betoum » *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. Rev. For. fran. 4: 357-363.
 44. MOREAU S.D. , BENZIANE A. S. D., BOUDJADJA A. D., GAOUAR A., 2005 – Plan de gestion de site de Mergueb Wilaya de M’Sila . Ed. D.G.F. , Alger , 224P.
 45. Ozenda P., 1983. Flore du Sahara. Deuxième édition. C.N.R.S. 159p.
 46. Ozenda P., 2004. Flore et végétation du Sahara 2eme éd. Du CNRS, Paris, 624p.
 47. Ozenda, P. 1983. Flore du Sahara, Paris, CNRS, 159p.
 48. Ozenda, P.(1977). Flore du Sahara. Paris : C.N.R.S, 622p.
 49. Pesson, P. et Louveaux, J. (1984). Pollinisation et productions végétales. Paris : INRA, 179p.
 50. Quezel P. et Santa S., 1999. Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. C.N.R.S. Paris. 573p.
 51. RAMADE F., 2005.- Etude d’écologie – écologie appliquée 6ème édition, Du Nord Paris, 533-536p.
 52. Ramade, F. (2009).Élément d’écologie fondamentale.4ème édition. Paris : Dunod, 689p.
 53. Ranjbar A., Lemeur R. et Van Damme P., 2002. Ecophysiological characteristics of two pistachio species (*P. khinjuk* and *P. mutica*) in response to salinity. ressources.ciheam.org/om/pdf/c56/01600173.
 54. Shahraji T.R., Hajimerzai S et Shabaian N., 2010. Physiological responses of *P. khinjuk* (Stocks) seedlings to water stress. Int. J. Biol. Techn. Vol. 1(2) : 44-49.
 55. Smail-Saadoun, N. (2005).Stomata types of *Pistacia* genus: *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *Atlantica* and *Pistacia lentiscus* L, Options Méditerranéennes, 63, pp369-371.
 56. Toth J., 1980. Contributions à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* MAWGHI) dans le sud de la France, Thèse DOC. ing. Facul. Des sciences et techniques de marseille. p136.
 57. Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H, Walters S.M. et Webb D.A., 1968 et 1981. Flora Europaea. Rosaceae to Umbelliferae. 2: 236-237. Cambridge University Press.

58. UNESCO., 2003. Désertification and drought. United Nations Educational, Scientific and Cultural organization, "Facts and Figures", <http://www.wateryear2003.org/en/ev.php>
59. Wang B.S.P., 1987. The beneficial effects of stratification on trees seeds germination. Nursermens meeting Dryden, Ont. Jun 15- 19 1987, Ont. Min. Nat. Res., Toronto p. 19.
60. Whitehouse, W.E., "The pistachio nut, a new crop for the Western United States", *Econ. Bot.*, (1957), 281-321.
61. Yaaqobi A., El hafid L. et Haloui B., 2009. Étude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc. 41-48p.
62. Yaltirik F., 1967. *Pistacia* L. in: Davis, P.H. editors, *Flora of Turkey and the east Aegean Islands*. 2: 542-548. Edinburgh University Press. Zohary, M. 1952. A monographical study of the genus *Pistacia*. *palestine Journ. Bot. J. series*, vol. V. 4: 187-228.
63. Zohary M., 1987. *Flora of Palaestina. Platanaceae to Umbelliferae*. Second printing. 2: 296-300.
64. Zohary M., 1996. The genus *Pistacia* L. in *Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources*. Proceedings of the IPGRI Workshop 29-30 June 1995. Edited by S. padulosi, T. Caruso & E. Barone. Palermo, Italy. Pp. 1-1.
65. ZOHARY, M. 1987. *Flora Palaestina. Platanaceae to Umbelliferae*. Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, Israel. Second printing.2: 296–300.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° :/DSA/VCDPGR/2024



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

par: **HAMADI CHOUROUK**

Intitulé

**Etude de la Variabilité Morphologique du Pistachier
de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dans les Régions Arides
(M'Sila)**


Soutenu devant le jury composé de:

Mme MERAH FATIHA	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Présidente
Mme SMAILI YASMINA	MAA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapportrice
Melle MADANI DJAMILA	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinatrice

Avis favorable
Smaili Yasmina

Année universitaire : 2023/2024

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Boudiaf - M'sila Faculté des Sciences Département des Sciences Agronomiques	 <p>جامعة محمد بوضياف - المسيلة Université Mohamed Boudiaf - M'sila</p>	جامعة محمد بوضياف - المسيلة كلية العلوم قسم العلوم الفلاحية
---	--	---

AUTORISATION DE DEPOT
DE MEMOIRE DE FIN D'ETUDE MASTER SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : PRODUCTION VEGETALE

Par la présente, j'autorise les étudiants (es) :

Hamadi Chourouk

a déposer le document du mémoire de fin d'étude après soutenance et qu'il puisse être archivé.

Intitulé de mémoire :

Etude de la variabilité morphologique du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dans les régions arides (M'sila)

Fait à M'Sila, le : 30/06/2024

Nom et signature de l'encadreur

Smaili Yasmira
