الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed zabana de RELIZANE

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Ecologie et environnement

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en :

Ecologie

Intitulé

Analyse bioclimatique et étude dendrométriquede population de *Pistacia atlantica* Desf. dans deux zones contrastées de la wilaya de Relizane

Présenté par :

Mr :OUNNAS Khayreddine

Devant les membres de jury :

Président : MrBENAISSA KEDDAR Youcef	Maître assistant (B)	(U. Relizane)
Encadreur : MrBENCHIHA Walid	Maître de conférence (A)	(U. Relizane)
Examinateur : MrALLAM Ayoub	Maître assistant (B)	(U. Relizane)

Année universitaire : 2024/2025

Remercîment :

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à ALLAH, Le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires tout au long de ce parcours universitaire.

Avec beaucoup de reconnaissance, je remercie Monsieur Benchiha Walid, mon enseignant et encadreur, pour son accompagnement rigoureux, ses conseils éclairés et sa disponibilité précieuse.

Sans le soutien de ma famille, qui a toujours cru en moi, je n'aurais pu franchir toutes ces étapes.

Soutien indéfectible aussi de mes parents, dont l'amour, les sacrifices et les prières m'ont porté dans les moments les plus difficiles.

Il me tient à cœur de remercier mes frères, sœurs et amis, pour leur écoute, leur patience et leurs encouragements constants.

A toutes celles et ceux qui, dans l'ombre, ont marqué mon chemin d'une manière douce et discrète, je vous exprime une gratitude sincère.

Je remercie également l'ensemble du corps enseignant pour les connaissances transmises et leur engagement constant tout au long de ma formation.

Chacun de vous a été un pilier durant cette aventure humaine et scientifique.

Il y a des présences silencieuses mais essentielles, que le cœur n'oublie jamais.

Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ma réussite.

Ce mémoire est autant le fruit de mes efforts que celui de votre soutien.

Recevez tous l'expression de ma reconnaissance la plus profonde.

Résume:

Ce travail porte en premier lieu une analyse bioclimatique de la zone d'étude (wilaya de Relizane) entre (1993-2018). Cette analyse est appuyée sur des données climatique (P, T°C) et des indices bioclimatique (indice d'aridité de De Martonne, l'indice xérothermique, diagramme ombrothermique, le quotient pluviométrique d'Emberger).

En deuxième partie, une étude comparative des caractéristiques dendrométriques (hauteur, circonférence à 1,30 m) de *Pistacia atlantica* Desf. dans deux stations contrastées (Ramka et El Ouldja) dans la wilaya de Relizane. Les résultats révèlent une influence significative du paramètre abiotique « altitude » sur les valeurs de la structure diamétrique et la structure verticale des deux populations.

En fin, nous espérons que ces résultats soulignent la nécessité d'adapter des plans de conservation de cette espèce et des programmes de reboisement adaptés aux contexte écologique.

Summary :

This work first provides a bioclimatic analysis of the study area (Relizane province) between 1993 and 2018. This analysis is based on climate data (P, T°C) and bioclimatic indices (De Martonne aridity index, xerothermal index, ombrothermal diagram, and Emberger rainfall quotient).

The second part involves a comparative study of the dendrometric characteristics (height, circumference at 1.30 m) of *Pistacia atlantica Desf.* at two contrasting sites (Ramka and El Ouldja) in the Relizane province. The results reveal a significant influence of the abiotic parameter "altitude" on the values of the diameter structure and the vertical structure of the two populations.

Finally, we hope that these results highlight the need to adapt conservation plans for this species and reforestation programs adapted to the ecological context.

ملخص:

يتناول هذا العمل في المقام الأول تحليلًا بيوكليماتيًّا لمنطقة الدراسة (ولاية غليزان) خلال الفترة من 1993 إلى 2018، مستندًا في ذلك إلى بيانات مناخية (هطول الأمطار ودرجات الحرارة) ومؤشرات بيوكليماتيّة، مثل مؤشر الجفاف لدي مارتون، والمؤشر الزيروثيرمي، والمخطط الأومبروثرمي، وحاصل المطر إمبرجي.

في الجزء الثاني، أُجريت دراسة مقارنة للخصائص الدندرمترية (الارتفاع، ومحيط القطر عند 1.30 م) للفستق الأطلسي (*Pistacia atlantica Desf.*) في محطتين متباينتين (رمكة والولجة) بولاية غليزان. وأظهرت النتائج تأثيرًا معنويًّا لارتفاع المكان على توزيع الهياكل القطرية والرأسية لهاتين المجموعتين النباتيتين.

ختامًا، نأمل أن تُبرز هذه النتائج ضرورة وضع خططٍ فعّالةٍ للحفاظ على هذا النوع، إلى جانب برامجٍ لإعادة التشجير تتوافق مع السياق الإيكولوجي المحلي

Tableaux de matières:

Introduction: 1
I- Histoire : 2
II- Etymologie : 2
III- Origine : 2
IV- Répartition géographique : 3
IV-1 Dans le monde : 3
IV-2 En Algérie : 4
V- Généralités sur l'espèce étudiée (PistaciaatlanticaDesf.) : 5
V-1 Sur le genre Pistacia : 5
V-2 Caractéristiques botaniques : 6
VI- La classification taxonomique : 8
VII- Caractéristiques écologiques : 9
VII-1 Altitude : 10
VII-2 Climatique : 10
VII-3 Edaphiques : 10
Caractéristiques dendrométriques : 11
VIII- Cortège floristique du pistachier d'Atlas : 11
IX- Statut de conservation : 11
X- INTERETS ET USAGES : 13
***X-1 Valeur agroécologique* :** 13
***X-2 Valeur médicinale* :** 13
***X-3 Valeur nutritionnelle* :** 13
X-4 Valeur fourragère : 14
XI- ADVERSITES : 14
XI-1 Biotique : 14
XI-2 Abiotique : 14
I- Présentation de la wilaya d'étude : 16
II- Cadre climatique : 17
II-1 Paramètres climatiques : 17
II-1-1 Les précipitations : 17
II-I-2 Les températures : 17
II-1-3 L'humidité relative de l'air : 18
II-I-4 Le vent : 18

II-2 Synthèse écologique : 18
III- Choix des stations : 19
IV- Mesures effectuées : 21
IV-1 Mesure des circonférences : 21
IV-2 Mesure de la hauteur totale : 21
IV-3 Étude des structures : 22
IV-3-1 La structure diamétrique : 22
IV-3-2 La structure verticale : 22
V- Etude édaphique : 22
VI- Traitements statistiques : 23
I- Etude climatique : 25
I-1 Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen : 25
I-2 L'indice d'aridité de Demartonne : 26
I-3 Le Quotient pluviométrique (Q_2)et le climagramme d'Emberger : 28
I-4 L'indice xérothermique : 29
Conclusion : 40
Référence bibliographique : 42

Liste des figure :

Figure 1: Aire naturelle de Pistaciaatlantica (Al-saghir, 2006)..... 3
Figure 2: Aire de répartition du Pistacia atlantica en Algérie selon (Monjauze, 1980)..... 4
Figure 3;Pistacia de l'atlas dans la zone d'étude (Ounnas, 2025)..... 6
Figure 4: Feuilles de pistachier d'Atlas (Malki, 2020). 7
Figure 5: Fruits du Pistachiaatlantica (Malki, 2020)..... 8
Figure 6: Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane. 16
Figure 7: Situation des stations d'étude. 19
Figure 8:les différents appareils utilisés dans l'étude édaphique. 23
Figure 9: Diagramme ombrothermique de la zone étudiée (1993-2018). 25
Figure 10:L'aridité mensuelle (De Martonne) de la zone étudiée (1993-2018). 27
Figure 11: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude. 28
Figure 12: L'indice xérothermique mensuelle de la zone étudiée (1993-2018). 30
Figure 13: Amplitude thermique mensuelle de la station étudiée (1993-2018)..... 31
Figure 14: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans la station de Ramka.. 32
Figure 15: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans la station d'EL Ouldja. 33
Figure 16: Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans la station Ramka. 34
Figure 17: Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans la station El Ouldja. 35

Liste des tableaux:

Tableau 1:Classification du genre Pistacia selon Evreinoff (1955) : 9
Tableau 2:Répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1993-2018) : 17
Tableau 3: Répartition des températures moyennes mensuelles en (mm) (1993-2018) : 17
Tableau 4:Répartition des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en % (1993-2018) : . 18
Tableau 5:Répartition des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (1993-2018) : 18
Tableau 6:Localisation géographique la station Ramka avec les pieds inventoriés : 19
Tableau 7:Localisation géographique de la station d'Ouldja avec les pieds inventoriés : 20
Tableau 8: L'analyse de la variance (ANOVA) testant l'effet du facteur « Altitude » et « Station » :... 35
Tableau 9:Test ANOVA portant sur la variable Circonférence en fonction de la variable Station :..... 36
Tableau 10: Testl'ANOVA portant sur la variable hauteur en fonction de la variable Station :..... 36
Tableau 11:Résultats des analyses physico-chimique des deux stations : 37

Intoduction :

Introduction:

Le pistachier de l'Atlas ou **"Betoum"** (*Pistacia atlantica* Desf., *Anacardiaceae, Sapindales, Magnoliopsida*) est nommé aussi **"Betm"(Fennane *et all*., 2007)**. C'est un arbre puissant pouvant atteindre **20 m** de hauteur, à tronc bien individualisé et à feuilles caduques **(Benhassaini et Belkhodja, 2004)**.C'est un arbre par excellence des zones arides et semi-arides, qui a été jadis très abondant. A l'état spontané et très dispersé, il est le plus caractéristique de l'Atlas algérien, comme son nom l'indique, et des rares espèces arborescentes encore présente dans les régions semi-arides et arides, voir même sahariennes.

Le pistachier de l'Atlas qui par son état de dégradation nécessite une prise en charge effective et immédiate **(Benhassaini *et all*., 2007)**. En effet, il subit une très forte pression anthropologique 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 all*., 1999)**.

Devant cette situation alarmante, il est urgent d'adopter un plan de gestion convenable en vue de préserver et de développer cette essence.

A cet effet, une approche a été établit de notre part pour caractériser la dynamique structuralede l'essence dans son milieu naturel dans deux stations différentes (Ramka et El Ouldja) dans la wilaya de Relizane.

Le présent travail est structuré en troisparties. Dans la première, nous présentons une revue bibliographique actualisée de l'espèce. Par la suite, dans la deuxième partie, nous décrivons de façon détaillée une synthèse bioclimatique de la région d'étude. Pour la troisième partie sera consacré à la description de la méthodologie d'étude structurale de l'espèce et une étude édaphique des deux stations.

Revue Bibliographique sur le Pistacia atlantica Desf.

I- Histoire :

Le pistachier de l'atlas connu sous le nom de **« Bétoum »**,**«Botma »** en arabe locale .il a été décrit pour la première fois par **Desfontaines** en **1798(Monjauze, 1980)**. C'est le seul arbre de Berbèrie qui s'accommode de l'étage climatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères. Le Bétoum est un élément méditerranéen commun en Berbère, que l'on trouve aussi en Moyen Orient : Chypre, désert et steppe de Syrie, Iran **(Boudy, 1950)**.

II- Etymologie :

Le Pistacia est un nom générique initié par les romains et dérive du Persan **« posta »**, par le grec **« pistake »**, très rapprocher du nom syrien **« Foustake »**. Pistacia est disloqué en deux mots **« ana »** qui signifie la réduplication ou le mouvement du bas en haut, et **« cardiacée »** signifie corde **(Mitchel, 1992)**. Le genre Pistacia est apparu au tertiaire. C'est à **Linné (1737)** que le concept Pistacia est attribué. **Tournefort (1707)** mentionna deux espèces, le lentisque et le térébinthe **(Benaissa, 2011)**.

III- Origine :

Le genre *Pistacia* est originaire d'Asie Centrale, présent en Turquie **7000** ans avant **J.C**., et dès le premier siècle après **J.C**, en Italie. Au cours des siècles, sa culture s'est étendue aux autres pays méditerranéens, il ne fut introduit aux USA qu'en **1854**.
Décrite pour la première fois en Algérie par **DESFONTAINES** en **1789(Monjauze, 1980)**. Cette espèce a fait l'objet d'une grande ressemblance avec d'autres espèces, notamment le frêne et le térébinthe **(Benaissa, 2011)**.

Le pistachier de l'atlas se réparti des régions nord de l'Algérie jusqu'aux régions sahariennes, où il occupe les Dayas dans un état isolé **(Monjauze 1968)**.
SOMON (1987) note que le *Pistacia atlantica* est un arbre originaire de l'Afrique du Nord. Certains auteurs sont unanimes sur le fait que le *P. atlantica* est un élément endémique du Nord-africain où on le rencontre dans le Sahara septentrional, dans les Dayas au pied de l'Atlas saharien algérien et marocain **(Quezel& Santa, 1963)**. Il a été signalé, en outre, par **REBOUD (1867)**, au M'Zab prés de Ghardaïa **(Monjauze, 1089)**.

IV- Répartition géographique :

IV-1 Dans le monde :

L'aire du *Pistaciaatlantica*est discontinue et compte quatre régions biogéographiques : méditerranéenne, Irano-Tanzanienne, Sino-japonaise et la région Mexicaine.

IL est largement réparti dans l'Est Méditerranéen (Grèce, Chypre, Turquie, Syrie, Palestine, Crimée, Iran, Afghanistan et jusqu'en Inde) **(Al-saghir, 2006)**. Mais il existe également dans le sud de l'Afrique du Nord à l'état disséminé dans l'étage aride et semi-aride **(Boudy, 1948)**.

Pour **Monjauze (1968)**, le *Pistacia atlantica* est une espèce ubiquiste que l'on rencontre depuis les Iles Canaries jusqu'au Pamir en passant par :

- Afrique du Nord, Sahara septentrional et la Tripolitaine, avec des reliques au Hoggar
- Chypre, Chio, Rhodes, Grèce, Turquie, Bulgarie, Crimée, Caucase, Transcaucasie et Arménie
- Palestine, Syrie, Jordanie, Iran et Iraq, Arabie, Baloutchistan et l'Afghanistan.

Pour **Zohary (1996)**, le grand Maghreb est concerné par une sous-espèce à part entière *:* *Pistacia atlantica* Desf. sub-sp. *Atlantic*

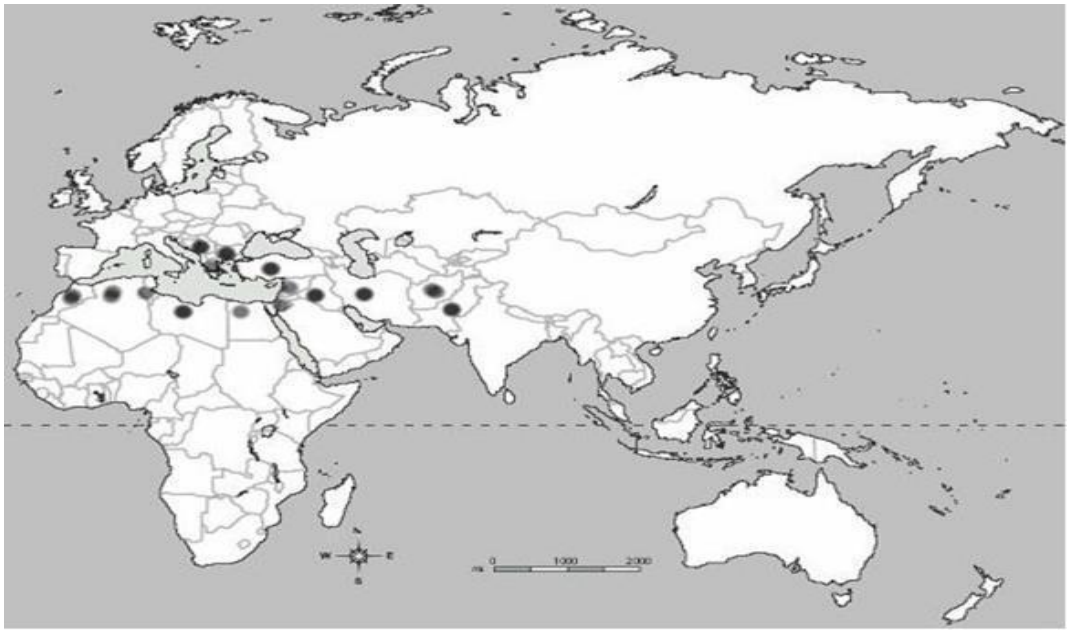

Figure 1: Aire naturelle de Pistaciaatlantica (Al-saghir, 2006).

IV-2 En Algérie :

Le pistachier de l'Atlas est assez commun en Algérie. Il caractérise le cortège floristique des zones arides et semi-arides **(Abdelkrim, 1992)**, en particulier dans les régions des Dayas au pied de l'Atlas saharien, le secteur du Sahara septentrional et le Sahara central.On le trouve aussi dans les zones à climat subhumide **(Monjauze, 1968)**.

*Pistacia atlantica*se trouve surtout dans la zone de transition entre la steppe et le tell. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique **(Manjauze, 1980)**. Le Bétoum est une essence endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie **(Alyafi, 1979)**.

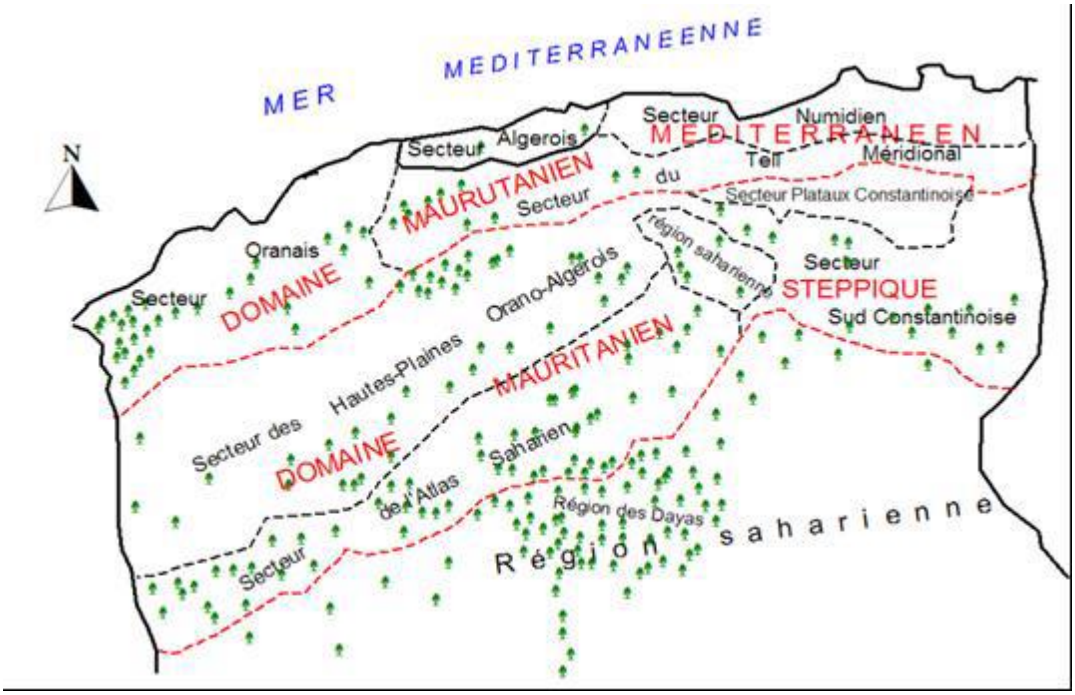

Figure 2:Aire de répartition du Pistacia atlantica en Algérie selon (Monjauze, 1980).

- A l'Est de l'Algérie, cette espèce est présente à l'état très épars dans les montagnes des

Aurès. Son aire de distribution s'étend jusqu'au Sud de Batna vers l'Est.

- Au centre : dans l'Atlas Blidéen (Mitidja), on le trouve sur les versants les plus

méridionaux, en mélange avec le chêne vert **(Halimi, 1980)**. Il est en régression notamment entre Bouira et Mchedallah, ainsi qu'à Kherrata vers l'est.

- A l'ouest : où il forme de beaux peuplements à la frontière Algéro-marocaine, à

Maghnia et Tlemcen, à Saïda et Tiaret, entre Sidi Bel Abbès et Mascara ainsi que dans la plaine du Chelif **(Khaldi& Khouja, 1996 ; Amara, 2014)**.

- Au sud : on le trouve bien dominant dans l'Atlas Saharien, au niveau des montagnes des

Ksour, Amour, Oulad Naïl et du Zab. Selon **Quezel (2000)**, il est moins répandu dans le Sahara, comme à Hassi R'mel, le Hoggar, et le Tassili.

V- Généralités sur l'espèce étudiée (PistaciaatlanticaDesf.) :

Le pistachier de l'Atlas est décrit pour la première fois en Algérie par **Desfontaines** en **1798(Monjauze, 1980)**. Cette essence a fait l'objet d'une grande ressemblance avec d'autres espèces, notamment le Térébinthe te le Frêne, par la suite **Battandier** et **Trabut** ont bien séparé le *Pistacia terebinthus* de *Pistacia atlantica* **(Dahmani, 2011)**.

V-1 Sur le genre Pistacia :

Appartenant à la famille botanique des Anacardiaceae (Therebinthaceae) qui est représentée en Algérie par **2** genres (*Pistacia* et *Rhus*) **(Kaabache *et all*., 2005)**. Le genre *Pistacia* fut décrit par **TOURNEFORT** et **LINNE** 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 all*., 2005)**, ont besoin beaucoup de soleil, mais s'accommodent à tous les sols **(Brosse, 2000)**.

V-2 Caractéristiques botaniques :

Le pistachier de l'Atlas est un arbre caduc, dioïque, mais quelques pieds, exceptionnellement monoïques, ont été rencontrés dans les montagnes de Yunt de la Province de Mania en Turquie **(Kafkas *et all*., 2001)**.

C'est un arbre puissant pouvant atteindre **300** ans de longévité et **20** m de hauteur, à tronc bien individualisé **(Monjauze, 1968 ; Zohary, 1987 ; Benhassaini et Belkhodja, 2004)**, en compagnie avec des Jujubier s qui protègent les jeunes spécimens **(Tassin, 2012)**. Le pistachier de l'Atlas est une essence à croissance juvénile très lente dans les conditions naturelles d'aridités de son aire de distribution **(Harfouche *et all*., 2005)**.

Des études menées sur la croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas dans les régions de Djelfa (Ain Ouassara, Messaâd) et de Bechar (Djedida, Oum Chegag) ont montré que la largeur du cerne des pistacheraies de Djelfa est sensiblement supérieure à celle de Bechar avec des valeurs d'épaisseur moyenne des cernes (EMC) respectivement de **1,35** à **1,49** mm à Djelfa et **1,06** à **1,24** mm à Bechar **(Ifticene-Habani & Messaoudene, 2016 ; Ifticene-Habani et Abdoun, 2018)**. Cette réaction différenciée peut être attribuée soit à un climat moins aride à Djelfa qu'à Bechar, soit à la nature particulière du biotope **(Safar, 1994)**.

Ses racines sont très pivotantes pouvant atteindre **5** m de profondeur **(Monjauze, 1980)**. A un âge avancé, la couronne est hémisphérique et peut atteindre **7** m de rayon et son écorce crevasse superficiellement **(Berrichi *et all*., 2017)**.

Figure 3;Pistacia de l'atlas dans la zone d'étude (Ounnas, 2025).

Les feuilles de *Pistaciaatlantica*sont composées, stipulées à rachis finement ailé et à folioles lancéolées obtuses au sommet **(Fennane *et all*., 2007)**. Elles sont imparipennées de couleur vert pâle, glabre et sessile de **3** à **4** paires de folioles **(Monjauze, 1980 ; Yaaqobi *et all*., 2009)**.

En outre, ces feuilles mesurent entre **8** et **20** cm de long **(Boulos, 2000 ; Belhadj *et all*., 2008)** et en moyenne **6,6** cm de largeur **(Belhadj *et all*., 2008)**. Leur pétiole, distinctement aplati à la partie supérieure non ailé mesure de **3** à **5** cm de long **(Belhadj, 2007)**. Les feuilles de pistachier de l'Atlas présentent des poils presque microscopiques, sur la marge des folioles, courbés vers l'apex, et parallèles entre eux. Cependant, en Algérie, certains spécimens en sont dépourvus **(Monjauze, 1980)**.

Figure 4:Feuilles de pistachier d'Atlas (Malki, 2020).

La floraison des fleurs mâles se fait deux à quatre semaines avant le débourrement végétatif, tandis que chez les individus femelles elle serait plus tardive. La floraison débute vers le mois d'avril **(Daget & Godron, 1974)**.Divers auteurs ont étudié les grains de pollen du genre *Pistacia*. Selon **Belhadj *et all*., (2007)**, le grain de pollen de *Pistacia atlantica* est uniformément sphéroïdal à sphéroïdal prolate pantoaperturé etl'ornementation de son exine est réticulée.

Les fruits dont la maturité coïncide avec la fin d'été sont appelés **ElKhodiri** ou **Godeim** par les populations riveraines en Algérie, à cause de la prédominance de la couleur vert foncé à

maturité **(Khaldi & khouja, 1996 ; Belhadj, 2001 ; Belkhodja, 2014)**. Ses fruits sont de petites graines vertes de **8** mm de taille **(Yousfi *et all*., 2003)**. Ce sont des drupes comestibles de la grosseur d'un pois, légèrement ovales et aplaties, riches en huile dense très énergétique **(Belhadj, 1999)**.

Figure 5: Fruits du Pistachia atlantica (Malki, 2020).

Le bois du **Bétoum** est lourd, peu résilient, de bonne conservation. C'est un bois d'artisanat et bien entendu, un bois excellent pour le chauffage et la carbonisation **(Monjauze, 1980)**. Quant à l'écorce, elle est d'abord rouge, puis grisâtre assez clair avant de devenir rhytidome dur et crevassé, tessellée en profondeur **(Monjauze, 1980)**. Elle est lisse à l'âge jeune, squameuse à un âge très avancé **(Boudouaya, 2015)**.

VI- La classification taxonomique :

Selon **Linne (1753)**, le genre Pistacia appartient à la famille des Anacardiacées. D'après **Evreinoff (1955)**, le genre *Pistacia* est composé de quatre sections regroupant douze espèces. La seule espèce qui produit des fruits comestibles est *Pistacia Vera* **(Zohary, 1952)**.

Tableau 1:Classification du genre Pistacia selon Evreinoff (1955) :

Section	Espèce
LENTISCELIA ZOH	*Pistacia mexicana* *Pistacia Texana*
EU. LENISCUS ZOH	*Pistacia lentiscus* *Pistacia Khinjuk* STOKS *Pistacia Terebinthus* *Pistacia Chinensis* *Pistacia narbonensis*
EU. TEREBINTHUS	*Pistacia vera*
BUTMELA	*Pistaciaatlantica* DESFONTAINE *Pistaciaatlantica* DESF varMutica *Pistaciaatlantica* DESF varKurdica *Pistaciaatlantica* DESF varbabulica ZOH

Selon **Quezel & Santa (1963),** le pistachier de l'Atlas est classé comme suit :

Embranchement : Spermaphytes
Sous embranchement : Angiospermes
Classe : Dicotylédones
Sous classe : Archichlamydées
Ordre : Sapindales Dumort.
Famille : Anacardiaceae
Sous-famille : Anacardioideae
Genre : Pistacia.
Espèce : *Pistacia atlantica* Desf.

VII- Caractéristiques écologiques :

C'est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions semi-arides et arides, voire même sahariennes. Cette plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse atmosphérique pourrait être son caractère principal, mais il n'est pas moins indifférent à la nature du sol et il peut occuper dans son aire botanique les situations les plus extrêmes

(Manjauze, 1980). C'est une essence principale actuellement à l'état disséminé qui s'accommode de l'étage climatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères **(Boudy, 1952)**.

VII-1 Altitude :

Le meilleur développement du pistachier de l'atlas est entre **699** et **1200** m, selon **Boudy (1952)** et **Monjauze (1068)**. Il peut atteindre **2999** m d'altitude dans les montagnes sèches et même jusqu'à **3999** m à l'orient de son aire **(Zohary, 1952)**.

VII-2 Climatique :

Pistacia atlantica est une espèce héliophile, ca

ractérisée par sa grande résistance à la sécheresse. Peu d'essences ont un port plus massif et son feuillage semble même d'autant plus serré qu'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. Elle se contente d'une tranche pluviométrique très faible (jusqu'à **159**mm). En réalité c'est l'isohyète de **299** à **259**mm qui lui convient le mieux **(Boudy, 1950)**. Il résiste aux températures basses et élevées et peut aller de **-12°c** jusqu'à **40°c(Kaska, 1004)**. Néanmoins les jeunes plants craignent les gelées fréquentes dans les zones semi-arides **(Chaba *et all*., 1991)**. Il est certainement la seule essence forestière des Hauts Plateaux, qui résiste à la violence des vents et à la variabilité de température de ces régions élevées **(Cosson, 1879)**. En Afrique du Nord, il trouve son optimum dans les bioclimats arides et semi-arides à hivers frais à chauds, mais il vient également dans les bioclimats humides et subhumides à hivers frais à doux **(Harfouche *et all*., 2005)**.

VII-3 Edaphiques :

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

Caractéristiques dendrométriques :

Pistacia atlantica est un bel arbre pouvant atteindre **20** m de hauteur et **1** m voire **1.5** m de diamètre avec une cime volumineuse et arrondie par son port et son écorce, il ressemble de loin au freine **(Boudy, 1952)**.

VIII- Cortège floristique du pistachier d'Atlas :

Le pistachier de l'Atlas se trouve souvent sous forme éparse et en densité très faible. Dans le nord de l'Algérie, il est souvent dominant et associé aux espèces thermophiles épineuses méditerranéennes. Au sud, son association se limite au jujubier, à l'alfa, au sparte et à l'armoise. **(Benhassaini ,2007)**.

Dans le tell la présence du **Bétoum** en association avec le thuya est signalée dans les maquis et forêts claires dans le faciès semi-aride. Par contre il est exclu dans son faciès subhumide **(Monjauze, 1968)**. Le Bétoum apparaît sur les marges en climat subhumide uniquement dans les groupements du chêne liège **(Benhassaini *et all*., 2007)**. Dans le tell la présence du Bétoum en association avec le thuya est signalée dans les maquis et forêts claires dans le faciès semi-aride. Par contre il est exclu dans son faciès subhumide **(Monjauze, 1968)**. Le Bétoum apparaît sur les marges en climat subhumide uniquement dans les groupements du chêne liège **(Benhassaini *et all*., 2007)**.

La composition floristique du groupement à *Pistacia atlantica* est représentée par les principales espèces caractéristiques suivantes : *Pistacia atlantica, Ziziphus lotus, Rhus tripartitum, Ephedra fragilis, Pulicaria laciniata* et *Teucrium campanulatum*. Cette composition met en évidence l'importance de l'élément phytogéographique méditerranéen au sein de ce type de groupements qui a été défini en **1926** par **Maire** comme une association (*Pistacietum atlanticae* **Maire 1926**) représentative de « Forêt-parc de *Pistacia atlantica* entremêlée de touffes basses de *Ziziphus lotus*, localisée au niveau des dayas des Hauts Plateaux et du Sahara septentrional » **(Kaabache, 2005)**.

IX- Statut de conservation :

Cette essence est protégée par la législation algérienne depuis **2012** (Décret exécutif n° 12-03 **10** Safar **1433** correspondant au **4** janvier **2012**), fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées et qui stipule :

Article 1er. - En application des dispositions de l'article **41** de la loi n° **03-10** du **19** Joumada El Oula **1424** correspondant au **19** juillet **2003**, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer la liste des espèces végétales non cultivées protégées.

Art. 2. - Sont considérées comme non cultivées protégées les espèces végétales qui n'ont pas subi de modification par sélection de la part de Lhomme et qui :

- sont menacées d'extinction ;
- revêtent un intérêt dans les domaines de la génétique, de la médecine, de l'agronomie, de l'Économie, de la culture et de la science d'une manière générale.

Art. 3. - Sont protégées sur l'ensemble du territoire national les espèces végétales non cultivées fixées à l'annexe du pressent décret.

Art. 4. - Au titre de la protection des espèces végétales non cultivées protégées, Évoquée au niveau de l'article **41** de la loi n° **03-10** du **19** Joumada El Oula **1424** correspondant au **19** juillet **2003**, susvisée, sont interdits : la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette de végétaux de ces espèces ou de leurs fructifications, ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, ainsi que la détention des spécimens prélevés dans leur milieu naturel.

Art. 5. - Des autorisations de prélèvements des espèces, faisant l'objet du pressent décret, peuvent être délivrées selon des modalités qui sont fixées par un arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement et du ministre chargé de l'agriculture.

Art. 6. - Les autorisations de prélèvements peuvent être assorties de conditions relatives au mode de prélèvements des espèces végétales concernées. Elles peuvent être suspendues ou annulées.

Art. 7. - Les dispositions du décrets exécutif n° **93-285** du **9** Joumada Ethania **1414** correspondant au **23** novembre **1993** fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées, complété, sont abrogées.

Art. 8. - Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le **10** Safar **1433** correspondant au **4** janvier **2012(J.O.R.A., 2012)**.

X- INTERETS ET USAGES :

D'après plusieurs auteurs, le rôle du pistachier est multiple (**Khaldi& Khouja, 1995 ; Belhadj, 1999 ; Benhassaini, 2007 ; Lahsissene *et all*., 2009 ; Maamri, 2008 ; Ghalem& Mohamed, 2009 ; Monjauze, 1968 ; Al oualidi *et all*., 2004)**.

X-1 Valeur agroécologique :

Il constitue une essence de reboisement dans les stations les plus sévères pour la lutte contre la désertification. 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 radiculaire 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. L'arbre est souvent le seul arbre dans la région.

X-2 Valeur médicinale :

Production d'huile à haute valeur nutritionnelle : l'huile extraite des graines présente des perspectives intéressantes. Les drupes du pistachier de l'Atlas présentent un rendement très appréciable en huile de l'ordre de **40**%, comparativement à ceux d'autres espèces telles que le Soja (**20** à **22** %), l'Olive (**20** à **25** %). L'analyse de cette huile a permis de mettre en évidence sa composition en différents constituants biochimiques tels que: les structures glicéridiques (acides gras statures et acides gras insaturés), les stérols et différentes vitamines (A et E**).** L'écorce produit une résine-mastic,les populations locales s'en servent pour usage médical.

Les feuilles et l'écorce sont utilisées en décoction, contre les maux de ventre et les douleurs gastriques. En inhalation, les feuilles sont employées comme fébrifuge. Les galles sont utilisées en poudre, seules ou associées au souchet rond comme anti diarrhéique et stomachique. L'huile essentielle résine a été prouvé d'avoir des activités antibactériennes. Les extraits phénoliques et lipidiques découvrent des activités antileishmaniennes.

X-3 Valeur nutritionnelle :

Les drupes comestibles sont très énergétiques. L'huile est souvent mélangée aux dattes écrasées et peut être consommée à toute heure de la journée avec du petit lait. L'huile a un goût très proche de celui du beurre, elle est très appréciée dans la région. Les graines sont

séchées, écrasées ou moulues et ramassées avec de l'eau sucrée et consommées en boulettes ou bien séchées et croquées telles quelles comme des cacahuètes.

X-4 Valeur fourragère :

Pistacia atlantica est une espèce précieuse en raison des divers intérêts par ces feuilles, l'arbre fournit un aliment appété par le bétail en période de disette, il procure jusqu'à **0 ,35** unités fourragères.

XI- ADVERSITES :

XI-1 Biotique :

Parmi les ravageurs qui attaquent cette espèce, ce sont surtout les hyménoptères qui sont omniprésents, avec une fréquence de **50%**, les coléoptères avec un taux de **30%**, et les homoptères avec une fréquence de **8%** de l'entomofaune. En dernière position, il y a les hétéroptères et les diptères avec un taux de **6%** chacun **(Chebouti *et all*., 2011)**. Sont surtout les cochenilles, les pucerons et les scolytes qui présentent un danger considérable chez le pistachier. La cochenille du pistachier (*Ceroplastes rusci* L.) est le principal ravageur du pistachier et du figuier**.** Le puceron doré provoque des cloques ou des galles au niveau des feuilles **(Evreinoff, 1955)**.

La rouille et la pourriture du cœur du tronc sont les plus graves maladies du pistachier. La rouille qui s'attaque aux feuilles, est provoquée par le champignon *Pileolaria terebenthi* Cast **(Evreinoff, 1955)**. Cette maladie entraine la chute presque totale des feuilles surtout des jeunes arbres et plants en pépinière.

XI-2 Abiotique :

Parmi les facteurs limitatifs au développement du pistachier, ce sont surtout les paramètres écologiques. Les plus redoutables ce sont surtout les gelées printanières qui causent des dégâts sur les feuilles et fleurs **(Le houerou, 1977)**. D'autre part, et au niveau du sol, les croutes calcaires épaisses empêchent souvent l'élongation et le développement radiculaire. Le calcaire actif émis par cette croute inhibe fortement, l'assimilation du magnésium et du fer, entrainant souvent une chlorose **(Khichane, 1988)**. Malgré, sa rusticité, le pistachier craint une salinité excessive des sols qui provoque une inhibition cellulaire d'où un stress de l'arbre (**Cherni *et all*., 2005)**. Une hydromorphie excessive, et prolongée entraine l'asphyxie radiculaire **(Le houerou, 1995)**.

Matériel et méthodes

I- Présentation de la wilaya d'étude :

La wilaya de Relizane se situe au Nord –Ouest du pays, comprise entre les latitudes: **35 44' 33 N** et les longitudes: **0° 33' 33 E** et sur une altitude de **98** mètres s'étend sur une superficie totale de **4870,97** Km², se distingue par la diversité de ses paysages, par la richesse de ses terres agricoles et aussi par les deux reliefs montagneux (les monts de Ouarsenis au Sud-Est et les monts de Béni Chougrane au Sud – Ouest) et également par sa position géographique stratégique qui fait d'elle un carrefour incontournable pour toute la région ouest. Elle est limitée **(CFR, 2015) :**

- Au Nord : par la wilaya de Mostaganem,
- A l'Est : par la wilaya de Chlef,
- Au Sud : par la wilaya de Tiaret.
- Au Sud –Est : par la wilaya de Tissemsilt.
- A l'Ouest : par la wilaya de Mascara.

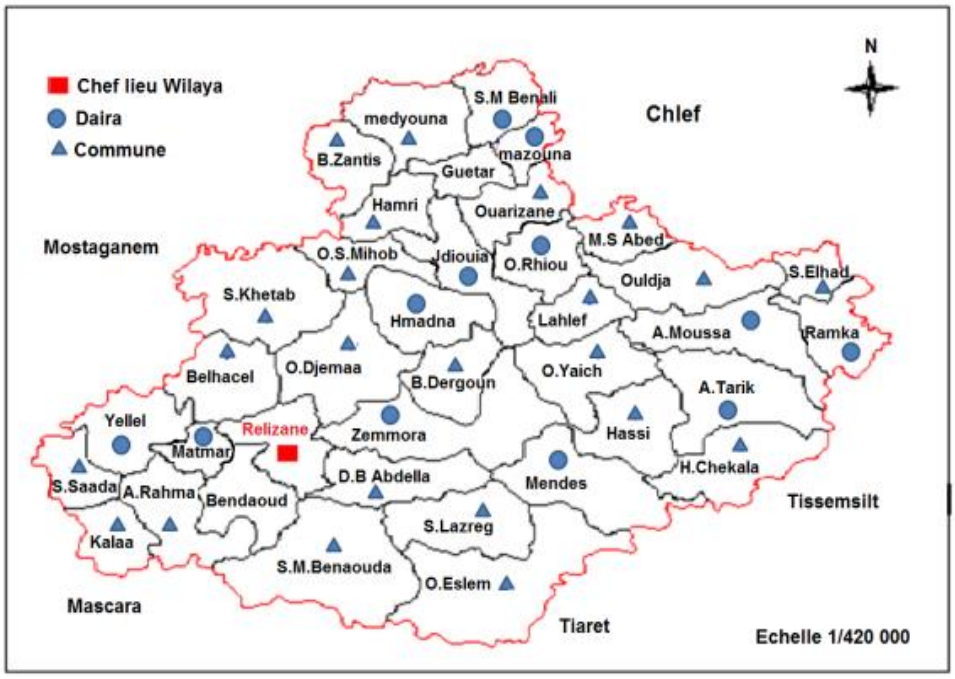

Figure 6:Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane.

II- Cadre climatique :

Le climat est facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement écologique dont les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces végétales **(Dreux, 1980).**

L'originalité du climat méditerranéen ne peut s'affirmer que par l'existence d'une période sèche axée sur la saison chaude, de durée variable, et imposante une phase annuelle de stress xérique à la végétation en place **(Quézel&Medail, 2003).**

II-1 Paramètres climatiques :

L'analyse climatique est basée surles données météorologiques de la région de Relizane (plaine de la Mina) recueilliespar station de Relizane sur une période de **25** ans **(1993-2018)**.

II-1-1 Les précipitations :

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisés par ces trois variables : le volume, l'intensité et la fréquence selon les jours, les mois et les années **(Guyot, 1997).**

Djebaili (1978), définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

Tableau 2:Répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1993-2018) :

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Total
P mm	14,86	29,33	35,6	49,22	42,3	35,62	24,12	15,76	5,58	2,04	0,98	1,1	**256,51**

II-I-2 Les températures :

La température est le second facteur constructif du climat, elle est considérée comme un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. C'est un facteur exerçant une action écologique importante sur les êtres vivants**(Peguy, 1970)**.

Tableau 3: Répartition des températures moyennes mensuelles en (mm) (1993-2018) :

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
m °C	16,6	14,8	9,2	7,8	6,2	6,8	9,1	10,9	15,5	17,6	21,8	20,1

M °C	32,2	28,1	22,5	19,3	17,5	18,8	23	23,9	31,8	34,1	38,8	37,7
Moy °C	24,4	21,45	15,9	13,55	11,85	12,8	16	17,4	23,7	25,9	30,3	28,9

II-1-3 L'humidité relative de l'air :

Elle exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air.

Tableau 4:Répartition des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en % (1993-2018) :

Mois	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Déc**	**Jan**	**Fév**	**Mar**	**Avr**	**Mai**	**Jui**	**Juil**	**Aout**
Moy %	51,8	60,1	70,9	75	97,5	65,8	60,6	55,3	50,7	42,9	41,4	39,6

II-I-4 Le vent :

Il joue un rôle très important dans le système climatique et affecte aussi le développement et la vie des plantes Les actions du vent se manifestent, soit :

- En abaissant ou en augmentant la température, suivant les cas.
- En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

Tableau 5:Répartition des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (1993-2018) :

Mois	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Déc**	**Jan**	**Fév**	**Mar**	**Avr**	**Mai**	**Jui**	**Juil**	**Aout**
Moy Vit (m/s)	2,6	2,3	2,5	2,7	2,9	2,8	3,1	2,9	3	3	2,8	2,8

II-2 Synthèse écologique :

La synthèse bioclimatique est une étape indispensable à tout projet relatif à l'environnement, elle conditionne par le biais de ces composantes, le type de climat et de la couverture végétale.

Dans la présente synthèse nous tenons en compte : **- l'indice de continentalité thermique, - le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, - l'indice d'aridité de Demartonne, - le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) et l'indice xérothermique.**

Cette étude a été réalisé en utilisant le code phyton sur l'interface Jupiter.

III- Choix des stations :

Des prospections de terrain ont été effectuées afin de limiter correctement l'espace échantillonné et mieux choisir les stations qui répondent à notre objectif d'étude. Finalement deux stations distinctes de Pistachier de l'Atlas **(Ramka et El Ouldja)**ont fait l'objet de la présente étude. **(Figure 7)**.

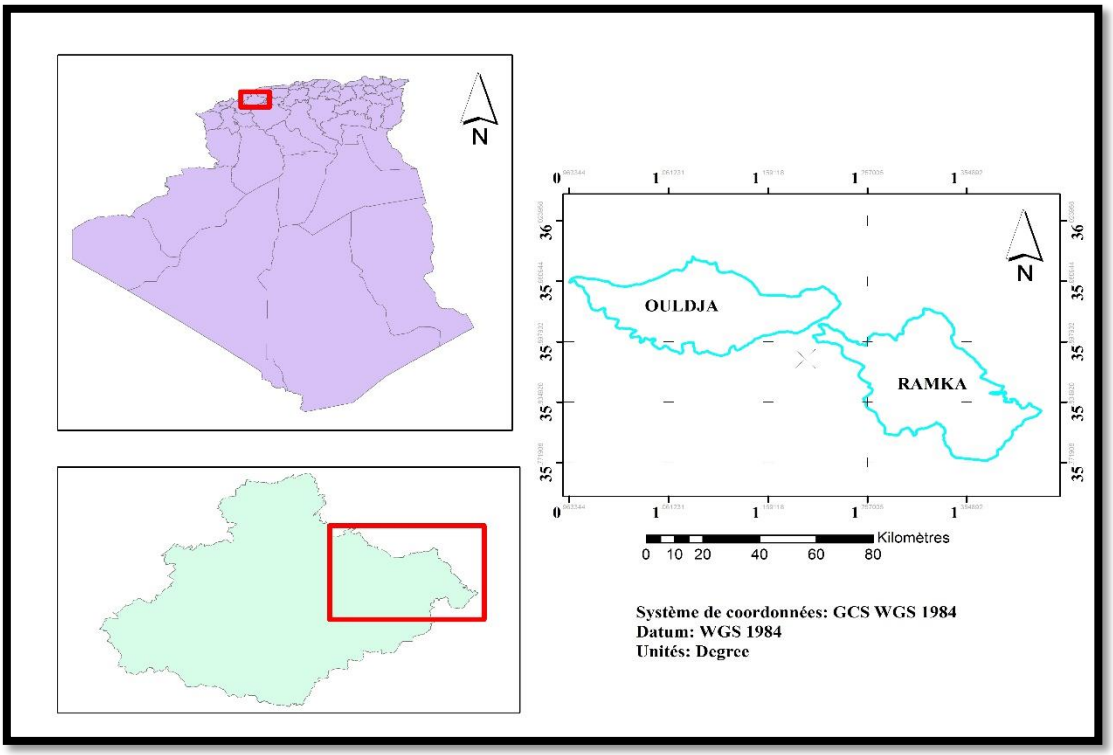

Figure 7:Situation des stations d'étude.

Tableau 6:Localisation géographique la station Ramka avec les pieds inventoriés :

Ramka	*Longitude*	*Latitude*	*Altitude (m)*
Pied 1	1° 6' 23 30" E	35° 53' 34 80" N	514,2
Pied 2	1° 6' 20 40" E	35° 53' 35 00" N	537,2
Pied 3	1° 6' 20 80" E	35° 53' 37 00" N	434,4
Pied 4	1° 6' 19 80" E	35° 53' 93 70" N	538,8
Pied 5	1° 6' 19 80" E	35° 53' 38 50" N	534,4
Pied 6	1° 6' 20 30" E	35° 53' 38 00" N	535
Pied 7	1° 6' 20 20" E	35° 53' 36 00" N	533,3
Pied 8	1° 6' 20 70" E	35° 53' 35 00" N	514,3
Pied 9	1° 6' 23 70" E	35° 53' 35 00" N	533,6
Pied 10	1° 6' 24 50" E	35° 54' 00 40" N	550,6
Pied 11	1° 6' 23 60" E	35° 54' 00 00" N	551,6
Pied 12	1° 6' 23 00" E	35° 54' 00 00" N	553,6

Pied 13	1° 6' 24 00" E	35° 54' 00 00" N	553,8
Pied 14	1° 6' 23 00" E	35° 54' 00 00" N	561,3
Pied 15	1° 6' 24 00" E	35° 54' 00 00" N	559,3
Pied 16	1° 6' 23 00" E	35° 54' 00 40" N	586
Pied 17	1° 6' 22 70" E	35° 53' 93 80" N	570,1
Pied 18	1° 6' 22 80" E	35° 53' 93 60" N	560,3
Pied 19	1° 6' 22 70" E	35° 53' 93 60" N	585,1
Pied 20	1° 6' 23 00" E	35° 53' 93 20"N	580,1
Pied 21	1° 6' 22 50" E	35° 53' 93 30" N	538,8
Pied 22	1° 6' 22 80" E	35° 53' 93 40" N	538,8
Pied 23	1° 6' 23 00" E	35° 53' 33 50" N	466,7
Pied 24	1° 6' 20 40" E	35° 53' 38 00" N	471,6
Pied 25	1° 6' 20 40" E	35° 53' 34 00" N	480,6
Pied 26	1° 6' 23 00" E	35° 54' 93 60" N	545,4
Pied 27	1° 6' 20 30" E	35° 53' 93 30" N	552,5
Pied 28	1° 6' 23 20" E	35° 53' 93 50" N	550,8
Pied 29	1° 6' 25 80" E	35° 53' 34 00" N	472,2
Pied 30	1° 6' 26 30" E	35° 53' 33 00" N	470,2
Pied 31	1° 6' 26 30" E	35° 53' 30 50" N	511,8
Pied 32	1° 6' 26 30" E	35° 53' 30 00" N	526,4
Pied 33	1° 6' 24 00" E	35° 54' 00 10" N	524,2
Pied 34	1° 6' 24 00" E	35° 54' 00 40" N	545,8
Pied 35	1° 6' 25 00" E	35° 53' 94 00" N	562,3
Pied 36	1° 6' 25 00" E	35° 53' 95 00" N	586,2
Pied 37	1° 6' 25 00" E	35° 53' 94 00" N	586,8
Pied 38	1° 6' 25 00" E	35° 53' 93 00" N	543,3
Pied 39	1° 6' 24 00" E	35° 53' 91 00" N	581,6
Pied 40	1° 6' 24 00" E	35° 53' 92 00" N	535,7
Pied 41	1° 6' 24 00" E	35° 54' 00 40" N	547,6
Pied 42	1° 6' 24 60" E	35° 54' 09 00" N	550,3
Pied 43	1° 6' 24 60" E	35° 54' 93 70" N	530,4

Tableau 7:Localisation géographique de la station d'Ouldja avec les pieds inventoriés :

El Ouldja	*Longitude*	*Latitude*	*Altitude (m)*
Pied 1	1° 7' 83 20" E	35° 55' 43 40" N	663.7
Pied 2	1° 7' 95 20" E	35° 55' 50 60" N	626.8
Pied 3	1° 7' 95 20" E	35° 55' 50 50" N	628.8

Pied 4	1° 7' 95 10" E	35° 55' 50 50" N	626.8
Pied 5	1° 7' 98 00" E	35° 55' 52 00" N	627.4
Pied 6	1° 8' 00 40" E	35° 55' 52 60" N	629.8
Pied 7	1° 8' 00 30" E	35° 55' 54 50" N	629.5
Pied 8	1° 8' 00 40" E	35° 55' 54 50" N	625.5
Pied 9	1° 8' 00 30" E	35° 55' 54 60" N	637.8
Pied 10	1° 8' 03 30" E	35° 55' 54 50" N	637.8
Pied 11	1° 8' 04 00" E	35° 55' 54 70" N	632.3
Pied 12	1° 8' 04 00" E	35° 55' 54 70" N	637.6
Pied 13	1° 8' 07 70" E	35° 55' 56 60" N	635.1
Pied 14	1° 8' 08 10" E	35° 55' 55 90" N	638.4
Pied 15	1° 8' 09 90" E	35° 55' 55 70" N	638.1
Pied 16	1° 8' 10 60" E	35° 55' 56 50" N	637.6
Pied 17	1° 8' 14 50" E	35° 55' 58 90" N	639.5
Pied 18	1° 8' 11 30" E	35° 55' 58 10" N	628.1
Pied 19	1° 8' 10 30" E	35° 55' 58 00" N	623.6
Pied 20	1° 8' 10 40" E	35° 55' 58 10" N	625.3
Pied 21	1° 8' 12 80" E	35° 55' 61 20" N	627.1
Pied 22	1° 8' 14 30" E	35° 55' 61 70" N	641.2
Pied 23	1° 8' 14 40" E	35° 55' 61 40" N	614.2
Pied 24	1° 8' 15 30" E	35° 55' 60 40" N	639.2
Pied 25	1° 8' 12 80" E	35° 55' 61 20" N	635.1
Pied 26	1° 8' 10 80" E	35° 55' 63 90" N	633.5
Pied 27	1° 8' 10 20" E	35° 55' 63 80" N	632.1
Pied 28	1° 8' 11 10" E	35° 55' 64 20" N	598.4
Pied 29	1° 8' 11 50" E	35° 55' 64 20" N	596.3
Pied 30	1° 8' 11 80" E	35° 55' 64 20" N	595.6

IV- Mesures effectuées :

Des mesures dendrométriques ont été effectuées sur l'ensemble des pieds de pistachier de l'Atlas existants dans chaque station. Ces mesures sont reportées sur une fiche d'inventaire préparé précédemment.

IV-1 Mesure des circonférences :

Les circonférences à **1,30 m** du sol de tous les sujets dans chaque station sont mesurées à l'aide d'un ruban mètre.

IV-2 Mesure de la hauteur totale :

Il s'agit de mesurer à l'aide d'une croix de Bucheron la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal.

IV-3 Étude des structures :

Un peuplement forestier est décrit par sa structure à un instant donné. La structure est caractérisée par la densité, la distribution diamétrique et les répartitions verticales et horizontales des tiges **(Favrichon *et all*., 1998).**

IV-3-1 La structure diamétrique :

La structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classes de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus **(Rollet, 1974)**. Pour cela on utilise souvent un résultat d'inventaire qui donne pour chaque classe de diamètre le nombre de tiges. On peut facilement en déduire un graphique qui pourra être utilisé dans le cadre de l'aménagement ou la sylviculture **(Gaudin, 1996)**.La structure diamétrique est porteuse d'informations sur la stabilité (équilibre) du peuplement.Son emploi peut s'avérer utile dans le cadre d'un exercice de modélisation de la dynamique forestière **(Favrichon, 1995 ; Gourlet - Fleury, 1997).**

Les classes de diamètre retenues sont :

Ø ≤ 10 cm : Perches (PER) ; **10 < Ø ≤ 22,5 cm :** Petit bois (PB) ; **22,5 < Ø ≤ 42,5 cm :** Moyen bois (MB) ; **42,5 < Ø ≤ 62,5 cm :** Gros bois (GB) ; >**62,5 cm :** Très gros bois (TGB)

IV-3-2 La structure verticale :

La structure verticale représente la distribution des individus par classes de hauteur ; elle offre l'intérêt de pouvoir fournir un indicateur de richesse du site **(LetreuchBelarouci, 2009)**.

Les classes de hauteur sont déterminées en fonction des mesurés collectées du terrain. On distingue :

Classe 1 : **h ≤ 5 m** (Régénération) ; Classe 2 : **5 < h ≤ 10 m** (étage moyen) ; Classe 3 : **h >15 m**(étage dominant).

V- Etude édaphique :

L'étude édaphique a été réalisée afin de caractériser les propriétés physiques et chimiques des sols desstations étudiées. Les analyses ont été effectuées au sein de l'Institut National des Sols, d'Irrigation et du Drainage **(INSID)** d'el Matmar wilaya de Relizane.Elles ont porté sur la texture, le pH, la teneur en matière organique, le calcaire total, le calcaire actif, le carbone total, le sable, l'argile et le limon.

Figure 8:les différents appareils utilisés dans analyse physico_chimique.

VI- Traitements statistiques :

Le test de student ainsi que l'analyse de la variance **(ANOVA)** au seuil de **5%** ont été effectuées à l'aide du logiciel R. Nous considérons que la différence est significative : **P ≤ 0,05** et non significative : **P > 0.05**.

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I- Etude climatique :

La répartition des précipitations, au cours de l'année, et les variations de la température, constituent deux éléments indissociables, dans la vie des plantes, et de nombreux spécialistes ont cherché à caractériser, par des indices et des diagrammes, les relations entre les divers facteurs climatiques. Ces indices ont été utilisés, afin d'établir des critères de comparaison et de classification entreles climats

I-1 Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le diagramme ombrothermique de **GAUSSEN et BAGNOULS** permet de déterminer la durée de la saison sèche la durée de la saison pluvieuse. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

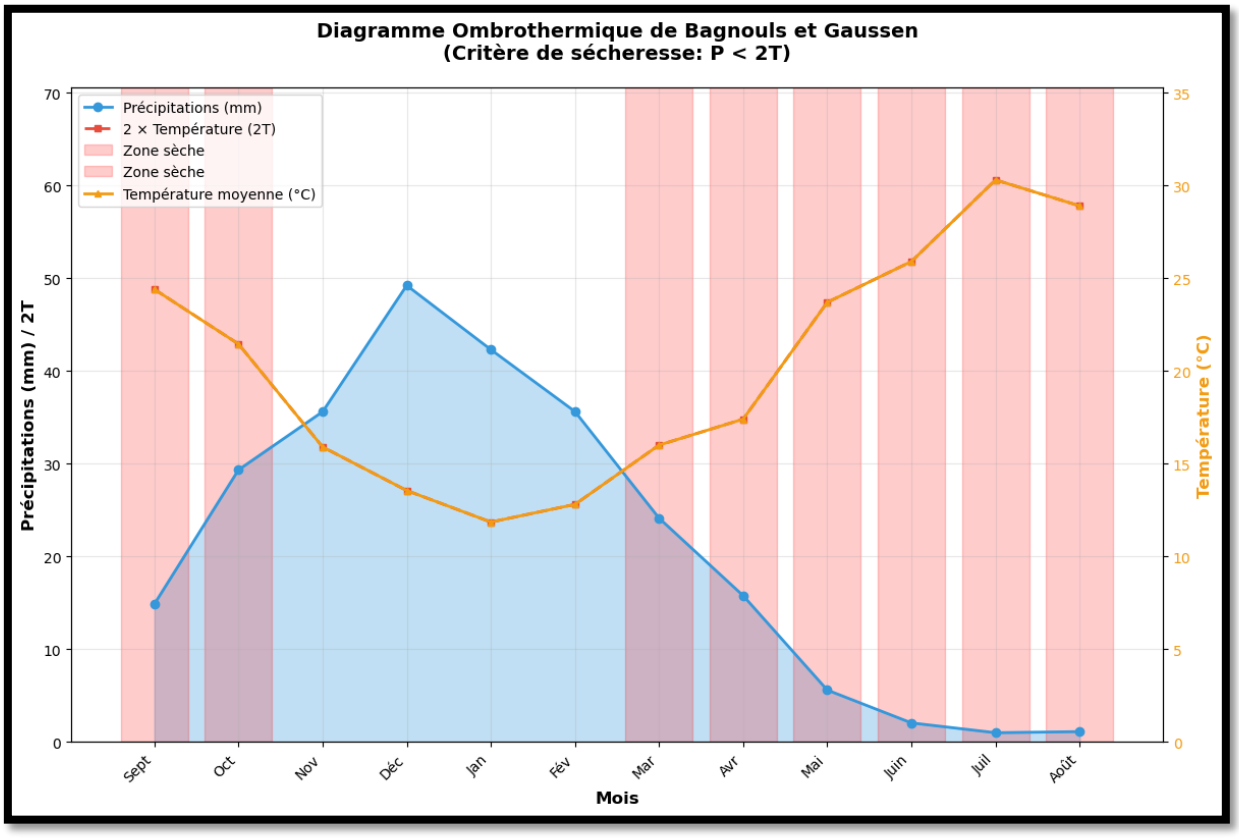

Figure 9: Diagramme ombrothermique de la zone étudiée (1993-2018).

Le figures 9, ci-dessus, représente le diagramme ombrothermique de la région d'étude, où on remarque que **la période sèche** y est **très longue**, et elle va de **la fin du mois de Février**, jusqu'aux environs de **la fin du mois octobre**.

Résultats et discussion

L’analyse du régime des précipitations montre que ces dernierssuivent un pattern méditerranéen classique avec deux maximas : un principal en automne-hiver (octobre-décembre, atteignant **50**mm) et un secondaire au printemps (mars-avril). La saison estivale (juin-septembre) présente une sécheresse marquée avec des précipitations quasi-nulles, particulièrement en juillet-août.

L’analyse de l’évolution thermique montre que la température moyenne suit une courbe annuelle typique des climats tempérés, avec des minimums hivernaux autour de **12-13°C** (janvier-février) et des maximums estivaux atteignant 30°C en juillet. Cette amplitude thermique modérée (**18°C** environ) caractérise l'influence modératrice du climat méditerranéen.

La période de sécheresse représentée par la zone rose s'étend de mai à septembre, correspondant à la période où la courbe de température (multipliée par 2) dépasse celle des précipitations selon le critère P < 2T. Cette sécheresse de 5 mois constitue la signature du climat méditerranéen, créant des conditions de stress hydrique pour la végétation.

I-2 L’indice d’aridité de Demartonne :

Cet indice a été très largement utilisé, du fait de sa simplicité, il permet de caractériser **le pouvoir évaporant** de l’air à partir de la température, avec la variation correspondant aux changements **de l’écoulement** de l’eau pour une zone donnée.

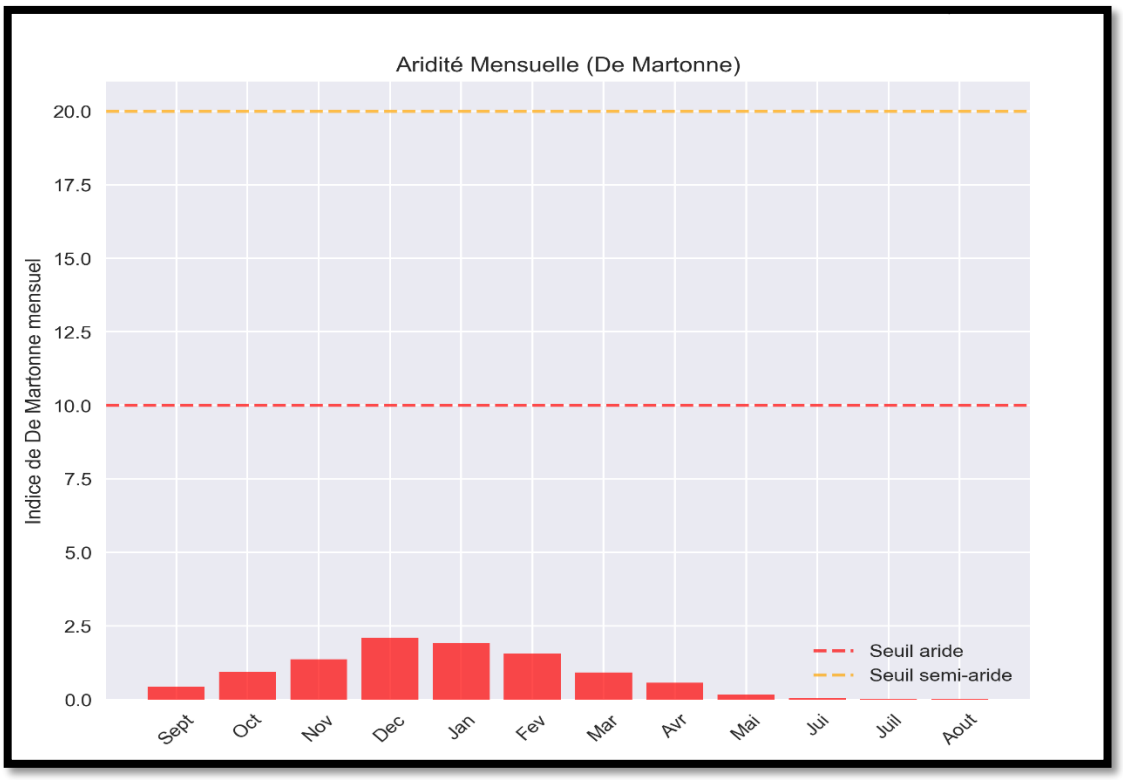

Figure 10:L'aridité mensuelle (De Martonne) de la zone étudiée (1993-2018).

A travers cette figure on constate que l'indice d'aridité mensuelle de De Martonne est largement inférieur à **10** qui représente le seuil d'aridité.

Ce diagramme présente l'évolution saisonnière de l'aridité selon l'indice de De Martonne, qui se calcule par la formule : **I = P/(T+10)** où P = précipitations mensuelles (mm) et T = température moyenne (°C).

La Classification selon les seuils de De Martonne est la suivante :

Ligne rouge pointillée (seuil = 10) : Limite entre climat semi-aride et aride

- Tous les mois sont **largement en dessous** de ce seuil, confirmant un climat **aride à semi-aride**

Ligne orange pointillée (seuil = 20) : Limite entre climat semi-aride et sub-humide

- Aucun mois n'atteint ce niveau, excluant toute caractéristique sub-humide

Interprétation climatique :

Aridité permanente **: L'indice reste constamment inférieur à 10 sur toute l'année, caractérisant un climat** méditerranéen aride **où même la saison "humide" (octobre-février) demeure relativement sèche.**

Gradient saisonnier : L'aridité varie d'un facteur 20 entre le maximum hivernal (décembre : 2,1) et le minimum estival (juillet-août : ~0,1), illustrant la forte saisonnalité méditerranéenne.

Période critique : De mai à septembre, l'indice tombe sous 0,5, indiquant des conditions d'**aridité extrême** incompatibles avec l'agriculture non irriguée et la plupart des activités végétales.

I-3 Le Quotient pluviométrique (Q_2)et le climagramme d'Emberger :

Pour définir l'étage bioclimatique, nous avons utilisé le climagramme pluviothermique, qui combine les deux paramètres climatiques (température et pluviométrie).

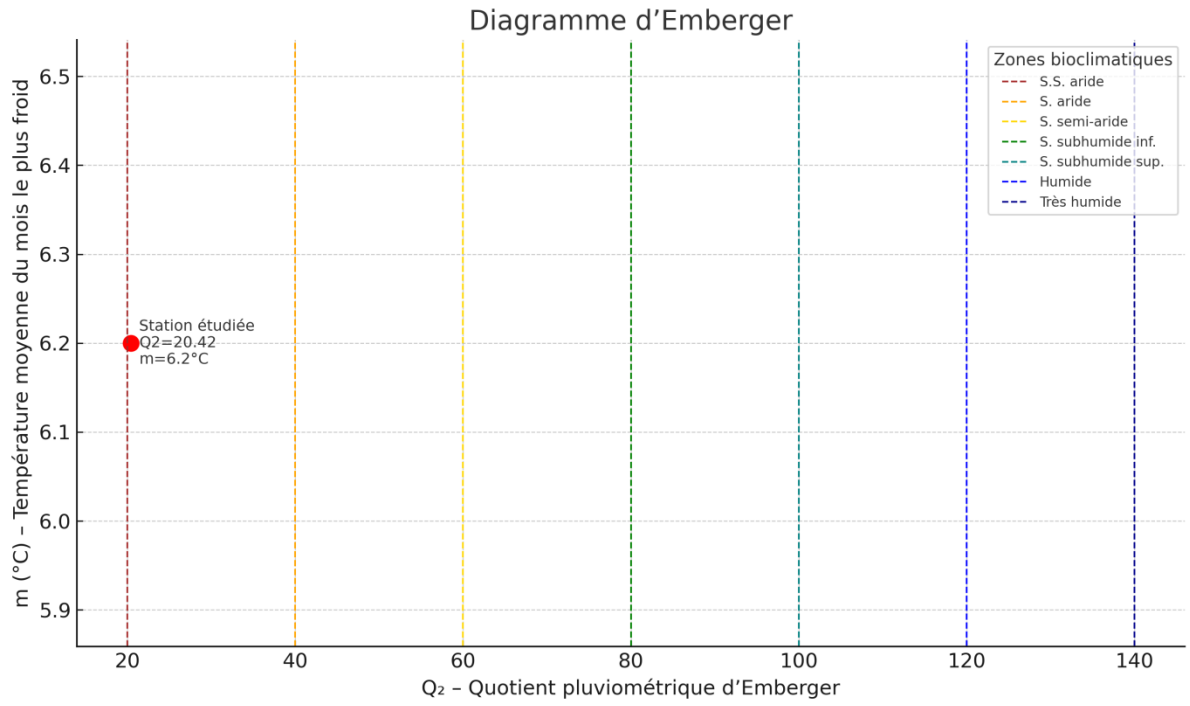

Figure 11: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude.

Ce diagramme présente le **quotient pluviothermique d'Emberger (Q2)**, un indice climatique spécifiquement développé pour caractériser les climats méditerranéens.

Le point rouge situé à environ **Q_2 = 26,6** et **température moyenne du mois le plus froid (m) = 6,2°C** indique un climat de type **méditerranéen semi-aride à hiver tempéré**.

La formule utilisée est : **$Q2 = 2000P/(M^2-m^2)$** Où :

- P = précipitations annuelles (**256**mm)
- M = température moyenne du mois le plus chaud (**30°C** en juillet)
- m = température moyenne du mois le plus froid (**6,2°C** selon ce diagramme)

Étage bioclimatique **:Semi-aride** ; Variante thermique **: hiver tempéré**

I-4 L'indice xérothermique :

Ce diagramme illustre l'**indice xérothermique mensuel**, qui quantifie l'intensité de la sécheresse combinée à la chaleur, caractéristique majeure des climats méditerranéens.

L'indice se calcule par : **X = (T - P) × nombre de jours** pour chaque mois où T > P Où T = température moyenne et P = précipitations mensuelles

Période froide et humide (octobre-avril) :

- **Octobre à mars** : Indice quasi-nul **(0-5)** : Absence de xérothermie
- **Avril** : **25** : Début de stress xérothermique

Période xérothermique intense (juin-septembre) :

- **Juin** : **630** : Xérothermie établie
- **Juillet** : **900** :**Maximum xérothermique annuel**
- **Août** : **800** : Maintien du stress maximal
- **Septembre** : **240** : Déclin progressif

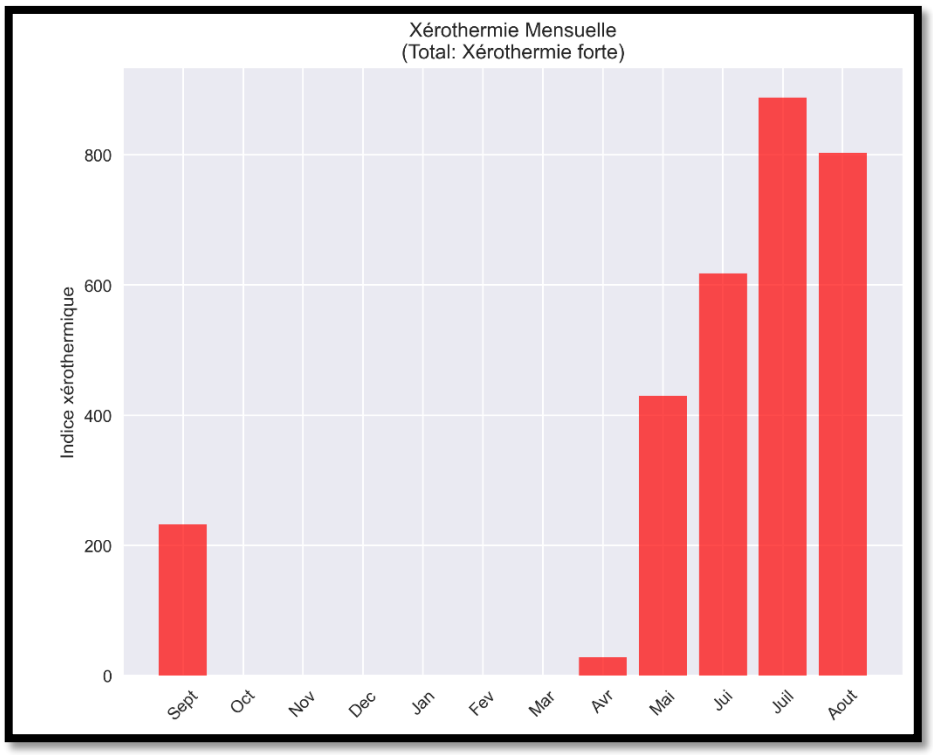

Figure 12: L'indice xérothermique mensuelle de la zone étudiée (1993-2018).

I-5 Amplitude thermique mensuelle :

Ce diagramme présente l'**amplitude thermique mensuelle** (différence entre température maximale et minimale journalières moyennes), révélant le degré de **continentalité** du climat.

Période hivernale (décembre-février) :

- **Décembre** : **11,5°C** : Amplitude hivernale modérée
- **Janvier** : **11,0°C** :**Minimum annuel** d'amplitude
- **Février** : **12,0°C** : Légère remontée

Période estivale (juin-septembre) :

- **Juin** : **16,5°C** : Amplitude élevée établie
- **Juillet** : **17,0°C** : Quasi-maximum estival
- **Août** : **17,5°C** :**Maximum annuel** d'amplitude
- **Septembre** : **15,5°C** : Déclin automnal

Amplitude annuelle moyenne : **14°CClassification** : **Climat semi-océanique** selon l'échelle de Conrad

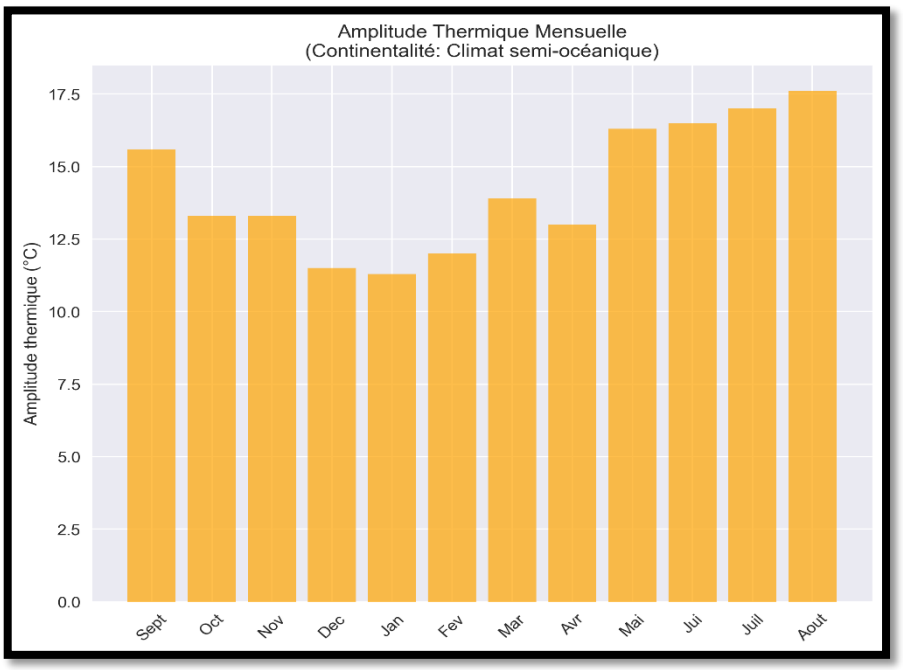

Figure 13: Amplitude thermique mensuelle de la station étudiée (1993-2018).

II- Structure diamétrique des populations de Pistachier dans les stations étudiées :

Dans tout aménagement durable la détermination de la structure et la manière par laquelle les arbres se répartissent en fonction de leurs diamètres à **1,30 m** est essentielle dans les stratégies de réhabilitation et de conservation.Nous présentons ci-dessous la structure diamétrique des deux stations étudiées.

II-1 La station de Ramka :

Au total, **43** pieds ont fait l'objet des mesures dans cette station. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante :

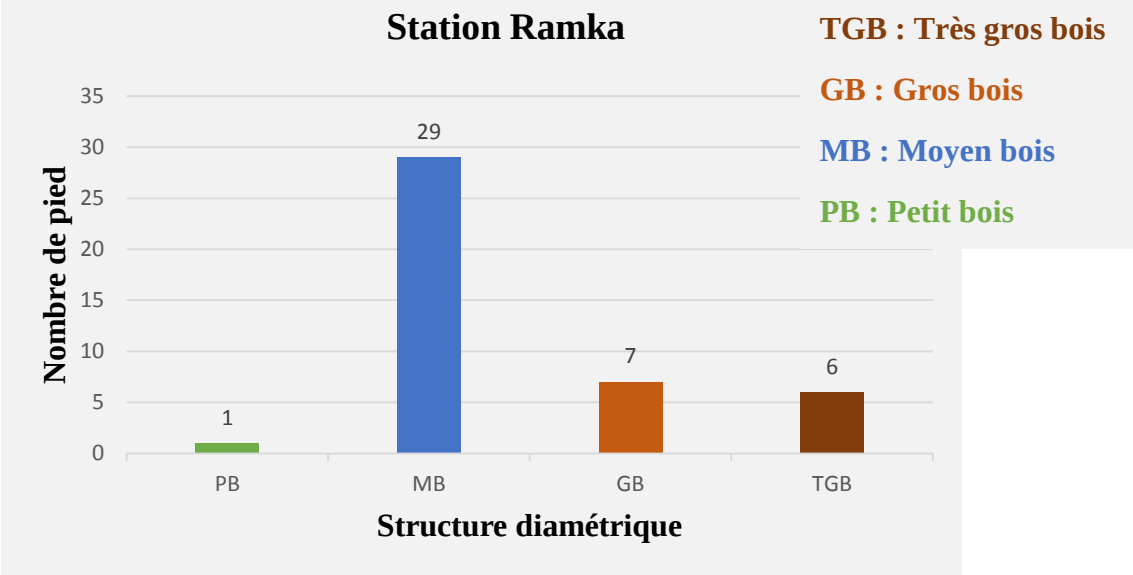

Figure 14: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans la station de Ramka.

L'analyse globale de la distribution des nombres de tige par catégories de diamètre **(Figure14)** mis en évidence une nette dominance de la catégorie moyen bois avec un pourcentage de **67,44 %** suivi de gros bois avec **16,27 %**, très gros bois avec **13,95 %** et en denier petit bois représente **2,32%**. La forte dominance de la **catégorie "moyen bois" (67,44 %)** indique que la majorité des arbres se trouvent dans un stade intermédiaire de développement. Cela suggère une population forestière relativement jeune ou en phase de régénération active.Les **catégories "gros bois" (16,27 %)** et **"très gros bois" (13,95 %)** témoignent de la présence d'individus matures dans le peuplement, mais en moindre proportion.

La proportion relativement faible de **"petit bois" (2,32 %)** pourrait révéler une régénération récente encore limitée, ou des conditions environnementales défavorables à l'installation

II-2 La station d'El Ouldja :

Au total, **30**pieds ont fait l'objet des mesures dans cette station. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante :

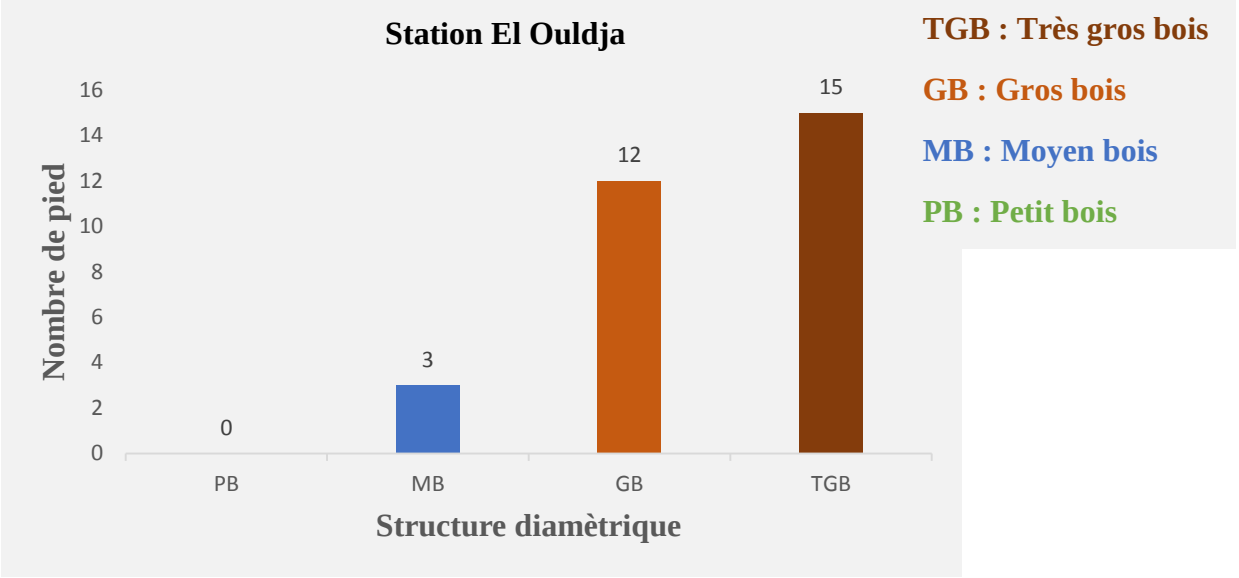

Figure 15: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans la station d'EL Ouldja.

L'analyse globale de la distribution des nombres de tige par catégories de diamètre **(Figure15)** mis en évidence une nette dominance de la catégorie très gros bois et gros bois avec respectivement **50 %** et **40 %**, ce qui représente **90 %** de l'ensemble.

Cette structure indique que le peuplement forestier est principalement composé d'arbres matures, voire sénescents, ce qui est typique d'une forêt vieillissante ou peu régénérée.La faible représentation des classes de diamètre inférieur (moyen et petit bois) suggère un manque de régénération naturelle, ce qui peut poser un problème de renouvellement à long terme du peuplement.

III- Structure verticale des stations étudiées :

La structure verticale traduit la distribution des individus par classes de hauteur. Elle renseigne sur les potentialités de la station et sur le dynamisme du peuplement **(M'Hirit, 1982)**.

III-1 La station de Ramka :

La hauteur du peuplement varie de **3,84** à **12,38 m**. La valeur moyenne pour l'ensemble est **8,11 m**. **La figure16** schématise la distribution des sujets en classes de hauteur. Elle révèle la

dominance de la classe **2(33pieds)**, suivie de la classe **3** (**6pieds**), et en troisième position la classe **1** (**4pieds**). Les fréquences respectives sont **77 %**, **14 %** et **9 %**.

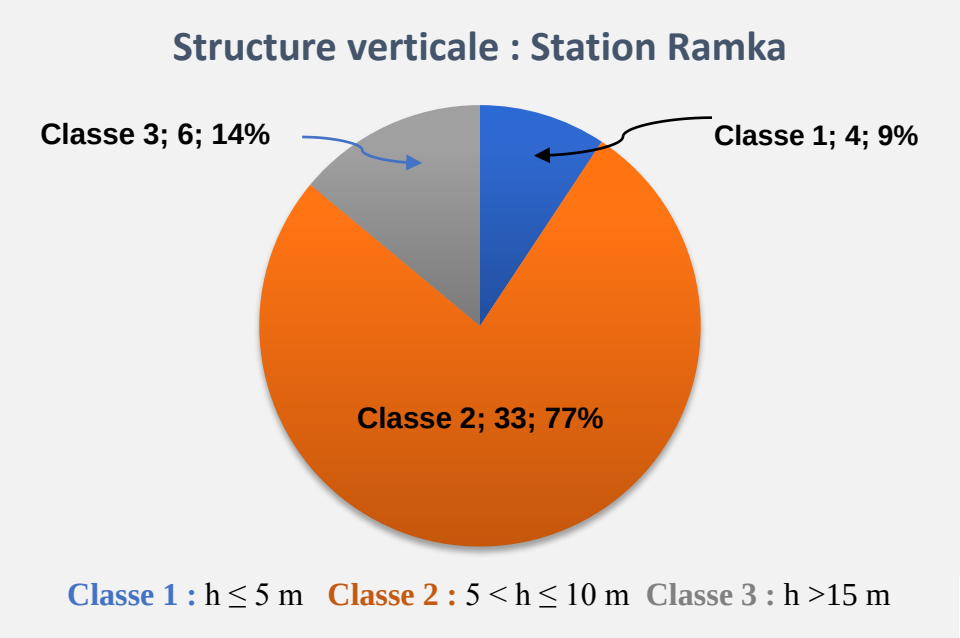

Figure 16: Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans la station Ramka.

Cette répartition indique que la majorité du peuplement est constituée d'individus intermédiaires en termes de développement vertical, ce qui peut correspondre à des arbres en phase active de croissance. La faible proportion d'individus dans la classe **1** suggère un déficit en jeunes sujets, tandis que la présence relativement limitée d'individus dans la classe **3** montre que peu d'arbres ont atteint un stade de maturité avancé.

III-2 La station d'El Ouldja :

Les hauteurs des arbres qui composent ce bosquet oscillent entre**3,74** à **11,62m**, avec une moyenne de **7,68 m**. Le bosquet se caractérise par la dominance de la classe **3**avec **15** sujets, ce qui représente **50 %** du peuplement suivi de la classe **2** avec **14** sujets soit un pourcentage de **47%**. Les arbres inférieurs à **3m** sont représentés par un seul sujet soit **3%** du peuplement.

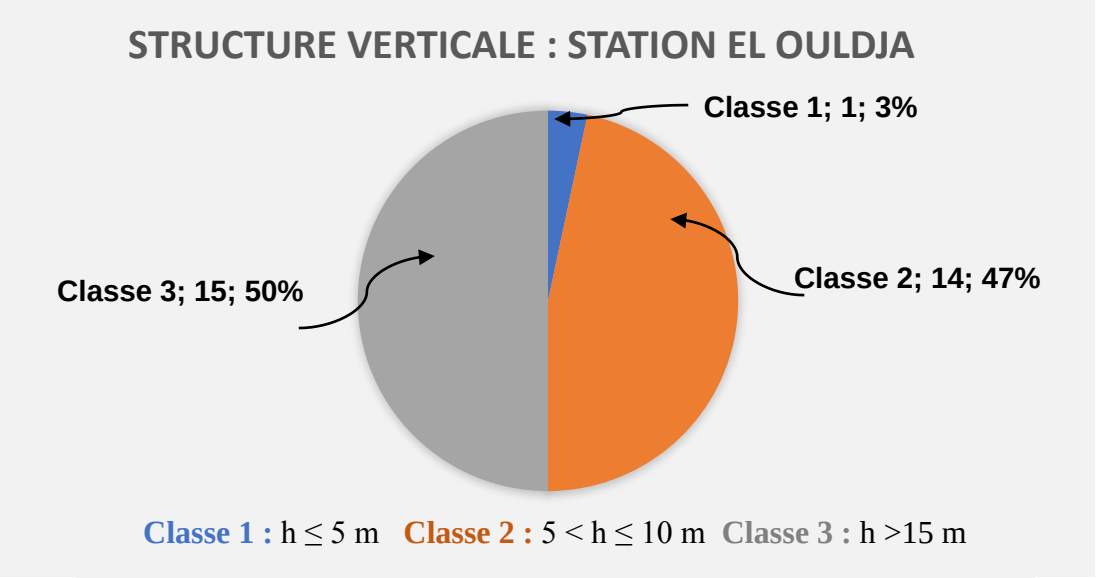

Figure 17: Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans la station El Ouldja.

Cette structure traduit un peuplement mature, constitué essentiellement d'arbres bien développés, avec une répartition relativement équilibrée entre les classes moyennes et hautes. Toutefois, la quasi-absence de jeunes arbres ou de régénération naturelle (classe **1**) peut être préoccupante à moyen et long terme, car elle suggère un déficit de renouvellement du peuplement.

IV- Traitement statistique :

- L'analyse de la variance (ANOVA) testant l'effet du facteur « altitude » sur les deux stations d'étude a révélé les valeurs suivantes présentés dans le tableau :

Tableau 8: L'analyse de la variance (ANOVA) testant l'effet du facteur « Altitude » et « Station » :

Source	Somme des carrés	Df	F-value	Pr(>F)	Sig
Station	149 682	1	183,62	$< 2.2 \times 10^{-16}$	***
Résidus	57 876	71			

On constate que la variable « Altitude » a un impact très net sur les stations d'étude (Remaka et El Ouldja) : les différences d'altitude entre les stations ne sont pas dues au hasard. Dans un contexte écologique, cela signifie qu'il faut tenir compte de ce facteur altitude (liée à la station).

Résultats et discussion

- La variable **Station** a un **effet hautement significatif** sur la circonférence des arbres (**p < 0,001**). Cela veut dire que La **circonférence moyenne des arbres varie significativement entre les stations** étudiées. Cela suggère que des facteurs environnementaux ou écologiques propres à chaque station (sol, altitude, exposition, perturbations, etc.) influencent fortement la croissance en diamètre des arbres. Les résultats sont groupés dans le tableau suivant :

Tableau 9: Test ANOVA portant sur la variable Circonférence en fonction de la variable Station :

Source	Sum Sq	Df	F-value	Pr(>F)	Sig
Station	5,9456	1	31,916	0,0003817	***
Résidus	30,3349	71			

- Les résultats de l'ANOVA sur la variable Hauteur en fonction du facteur Station ont montré des différences significatives de hauteur moyenne des arbres selon les stations.Cela pourrait être lié à des conditions environnementales ou écologiques différentes, telles que :La qualité du sol (nutriments, texture, drainage), le climat local ou microclimat (humidité, température), l'exposition ou l'altitude, les interventions humaines ou le stade de développement du peuplement. Cette différence reflète une hétérogénéité écologique ou environnementale entre les sites étudiés. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Testl'ANOVA portant sur la variable hauteur en fonction de la variable Station :

Source	Somme des carrés (Sum Sq)	Df	F-value	Pr(>F)	Signif.
Station	82,187	1	19,605	0,00003377	***
Résidus	297,638	71			

Résultats et discussion

V- Etude édaphique :

Les résultats obtenus pour les différents paramètres édaphiques pour les deux stations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11:Résultats des analyses physico-chimique des deux stations :

Paramètre	Valeur (S. Ramka)	Valeur (S. El Ouldja)	Unité
Calcaire total	1,6	0,63	%
Calcaire actif	0,25	0,5	%
pH	7,91	7,89	/
Conductivité électrique CE	0,316	0,227	Ms/cm
Carbone total	1,353	1,476	
Matière organique	2,706	2,952	%
Argile	9,34	11,31	%
Limon	39,4	24,71	%
Sable	50,72	63,97	%
Texture	Limoneuse	Limono-sableuse	/

Les analyses pédologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire pédologique del'institut National des sols, de l'irrigation et du drainage (INSID) El Matmar Relizane.

Pour les deux stations d'étude (Ramka et El Ouldja) nous avons pris un seul échantillon de l'horizon superficiel, car la composition de cedernier est la plus importante pour étudier une végétation.

Le sable est l'élément qui domine dans ces sols, présente un taux de **63,97%**pour lastation d'El Ouldja et **50,72%** pour la station de Ramka, ces pourcentagessont vraisemblablement dû à leurs localisations sur une penteassez forte où ce ruissellement contribue à l'appauvrissement des sols en éléments fins.

Les proportions des limons et des argiles varient avec des pourcentages moins importants.

On indique un taux de limons atteignant **39,4%**pour la station de Ramka et **24,71%** pour la station d'El Ouldja et un taux d'argile ne dépassant pas les **12%** pour les deux stations.

Les deux sols présentent un pH légèrement alcalin **(7,89 à 7,91)**où l'activité biologique du sol du sol est forte et rapide, les conductivités électriquessont faibles dans les deux stations **(0,316 et 0,227 mS/cm)**, indiquant des sols non salins. Cette dernière à une influence sur la végétation carla présence de quantité importantedes sels dans la solution du sol abaisse le

potentiel hydrique et réduit fortement ladisponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors des milieux « physiologiquement sec ».

Les deux stations présentent une teneur modérée en matière organique (autour de **2,7 à 3 %)**, favorable à l'activité biologique du sol. La teneur en calcaire total est plus élevée dans la station de **Ramka (1,6 %)** que celui d'**El Ouldja (0,63 %)**, mais le calcaire actif est plus faible à **Ramka 0,25 %** contre **0,5 %** à la station d'**El Ouldja**.

Conclusion :

Conclusion :

Conclusion :

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), qui est une espèce protégée par laloi algérienne selon le décret exécutif **n °12-03 du 04 janvier 2012** établissant la listedes espèces incultes protégées, doit mériter plus d'importante en matière deréhabilitation et d'extension dans les programmes de conservation de la biodiversité en Algérie, en raison de son intérêt aussi bien d'un point de vue écologique (plasticité ,rusticité ,résistance à la sécheresse, conservation des sols…etc.), qu'économique(production de des huiles essentielles, fourrage, bois, apiculture, récréation… etc.).

Actuellement, le pistachier commence à prendre de l'importance à l'échelle nationale et même à l'échelle régionale ce qui engendrera une meilleure prise en compte.
Les travaux entrepris dans ce mémoire, au niveau des deux stations étudiés (Ramka et El Ouldja) sont axéesessentiellement sur:

- Une synthèse bioclimatique de la région d'étude.
- L'étude des structures diamétrique et verticales des peuplements de pistachier del'Atlas.
- Etude édaphique des deux stations d'étude.

Les résultats obtenus reflètent la présence d'une population relativement jeune ou en phase de régénération active avec une présence d'individus matures dans le peuplement, mais en moindre proportion pour la station de Ramka. Quant à la station d'El Ouldja indique que le peuplement est principalement composé d'arbres matures, voire sénescents, ce qui est typique d'une forêt vieillissante ou peu régénérée .La faible représentation des classes de diamètre inférieur (moyen et petit bois) suggère un manque de régénération naturelle, ce qui peut poser un problème de renouvellement à long terme du peuplement.

D'un point de vue hanteur totale, nous constatons la dominance des arbres ayants des hauteurs comprises entre **3,84** à **12,38 m** à Ramka, et des arbres de moins de**3,74 m**de hauteur à **11,72**m à El Ouldja.
En conclusion, la présente étude nous a permis de récolter des informations relatives àla dynamique structurale des peuplements de pistachier de l'Atlas au niveau de la région de Ramka et El Ouldja (wilaya de Relizane).

Conclusion :

Au terme de cette initiative nous suggérons que d'autres travaux soient entrepris en vue d'élaborer une stratégie à court et à moyen terme pour préserver cette espèce, et qui s'articule au tour des points suivants pour compléter et valoriser les résultats obtenus lors de cette première contribution telque :

- Une mise en défens des zones à pistachier ;
- Une compagne de reboisement à base de pistachier de l'atlas ;
- Optimisation des techniques de régénération in situ ;
- Une amélioration des techniques de production en pépinières ;
- Une caractérisation génotypique des différentes provenances.

Référence bibliographique :

- Abdelkrim, H. (1992). Un joyau floristique : l'oued Idikel, oued à Pistacia atlantica et Myrtus nivellei dans le Hoggar. Documents Phytosociologiques, 14, 95–102.
- Aboul-Aissa, F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb. Éditions EDAS.
- Algérie. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.
- Alibert, G., Ranjeva, R., & Boudet, M.-A. (1977). Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. Physiologia Vegetalis, 15, 279–301.
- Al-Saghir, M. G., Porter, D. M., & Nilsen, E. T. (2006). Leaf anatomy of Pistacia species (Anacardiaceae). Journal of Biological Sciences, 6, 242–244.
- Alyafi, J. (1979). Approche systématique et écologique du genre Pistacia L. en zone méditerranéenne (Thèse de 3e cycle). Faculté Saint-Jérôme, Marseille.
- Amara, K. (2014). Apport de l'étude pédologique et de la biométrie racinaire à l'évaluation de la productivité en Pistachier de l'Atlas au Nord de l'Algérie (Doctoral dissertation). Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arréridj.
- Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., & Debbache, N. (2009). Capacité antioxydante et teneur en composés phénoliques de plantes médicinales algériennes sélectionnées. Food Chemistry, 112(1), 303–309.
- Baba Aïssa, F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb. Éditions EDAS.
- Belhadj, S. (1999). Étude éco-botanique du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) en Algérie, préalable à la protection de l'espèce. Cahiers Options Méditerranéennes, 56, 107–109.
- Belhadj, S. (2001). Étude éco-botanique du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) dans la région du Mitidja (Mémoire de Magister). Université d'Alger.
- Belhadj, S. (2007). Morphologie du grain de pollen de Pistacia atlantica Desf. Grana, 46, 117–124.
- Belhadj, S., Derridj, A., Auda, Y., Gers, C., Gauquelin, T., & Mevy, J.-P. (2008). Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de Pistacia atlantica en Algérie. Botany, 86(5), 520–532.
- Belhadj, S., Soltani, T., Meddour, L., Derridj, A., & Abrous-Belbachir, O. (2008). Étude comparative des morphologies foliaire et pollinique chez trois populations de

Pistacia atlantica Desf. en Algérie. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Tunisie, 9, 33–41.

- Belkhodja, M. (2004). Application des techniques du polygone modifié pour la cartographie des peuplements forestiers de pistachiers dans la région de Relizane. Revue des Sciences et Techniques, Série Génie Rural et Sciences Agricoles, 18(3), 57–69.
- Belkhodja, M. (2014). Contribution à l'étude de la dynamique d'un peuplement sénescent de Pistacia atlantica Desf. dans la steppe de Relizane (Algérie) (Doctoral dissertation). Institut National Supérieur Agronomique, El Harrach.
- Benaissa, Z. (2011). Effets de l'âge et de la densité sur la croissance et la productivité d'un peuplement de pistachiers de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) en Algérie. Forêt Méditerranéenne, XXXII, 31–41.
- Benhassaini, H., & Belkhodja, M. (2004). Le pistachier de l'Atlas en Algérie : Entre survie et disparition. La Feuille et l'Aiguille (Bulletin de l'Office National des Forêts), (85), 1–2.
- Benhassaini, H., Belkhodja, M., & Tassin, J.-N. (2007). Répartition et dynamique du pistachier de l'Atlas en Algérie. Bulletin de la Feuille et Aiguille, Office national des forêts.
- Berrichi, M., Laraba, I., & Abdelkrim, H. (2017). Analyse de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas. Revue d'Écologie et de Botanique Méditerranéennes, 29, 123–132.
- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahiers Techniques de l'INRA, (29), 79–82.
- Boldi, A. M. (2004). Libraries from natural product–like scaffolds. Current Opinion in Chemical Biology, 8(3), 281–286.
- Boudouaya, H. (2015). Étude anatomique et écologique du bois du pistachier de l'Atlas (Thèse de Magister). Université d'Alger.
- Boudy, P. (1948). Le chêne vert en Tunisie. Forêt Méditerranéenne, 4, 75–86.
- Boudy, P. (1950). Le pistachier dans les parcs algériens. Revue Forestière Française, 2, 112–119.
- Boudy, P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord (Vol. 1). La Maison Rustique.

- Boudy, P. (1955). Les essences forestières d'Afrique du Nord (Vol. 2). P. Lechevalier.
- Boulos, L. (2000). Flora of Egypt (Vol. 2). Al-Hadara Publishing.
- Brossel, P. (2000). Flore et végétation du plateau tchadien (Mémoire de D.E.A.). Université d'Orléans.
- Chaba, B., Chraa, O., & Khichane, M. (1991). Morphogenèse racinaire et croissance du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) en laboratoire. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 127(1), 61–70.
- Chebouti, A., Dahmani, H., & Belmiloud, D. (2011). Diversité génétique et phénotypique de populations de Pistacia atlantica Desf. dans l'Ouest algérien. Bulletin de l'INRA de Tunisie, 22, 23–30.
- Conrad, J., Vogler, B., Klaiber, I., Roos, G., Walter, U., & Kraus, W. (1998). Two triterpene esters from Terminalia macroptera bark. Phytochemistry, 48, 647–650.
- Cosson, E. (1879). Énumération des plantes rares ou nouvelles de la flore d'Algérie. Journal de Botanique, XIII, 215–228.
- Cowan, M. M. (1999). Produits végétaux comme agents antimicrobiens. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564–582.
- Crozier, A., Jensen, E., Lean, M. E. J., & McDonald, M. S. (1997). Analyse quantitative des flavonoïdes par chromatographie liquide haute performance en phase inverse. Journal of Chromatography A, 761, 315–321.
- Daget, P., & Godron, M. (1974). Traité de botanique appliquée. Masson.
- Dahmani, W. (2011). Étude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) dans les zones steppiques de Tiaret (Thèse de Magister). Université de Tiaret.
- Danin, A. (1983). Anacardiaceae : végétation désertique d'Israël et du Sinaï. Cana.
- Debbache, N. (1998). Phytochimie des composés phénoliques de Pistacia atlantica. Revue Scientifique de l'INRA, 12, 45–51.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Capacités antioxydantes et teneur en composés phénoliques de plantes médicinales algériennes sélectionnées. Food Chemistry, 97(4), 654–660.
- Dreux, P. (1980). Climat et végétation méditerranéenne. Buchet-Chastel.
- Dupont, F., & Guignard, J.-L. (2007). Abrégés de botanique systématique moléculaire (14e éd.). Masson.

- Edenharder, R., & Grünhage, D. (2003). Capacités de piégeage des radicaux libres par les flavonoïdes comme mécanisme de protection contre la mutagénicité. Mutation Research, 540, 1–18.
- Edenharder, R., & Grünhage, D. (2003). Capacités de piégeage des radicaux libres par les flavonoïdes comme mécanisme de protection contre la mutagénicité chez Salmonella typhimurium TA102. Mutation Research, 540, 1–18.
- El Hadrami, I., Ramos, T., El Bellaj, M., El Idrissi, T., & Macheix, J.-J. (1997). Un dérivé du sinapate comme composé de défense induite du palmier dattier contre Fusarium oxysporum f.sp. albedinis. Journal of Phytopathology, 145(8–9), 329–333.
- El Hadrami, I., Ramos, T., El Bellaj, M., El Idrissi, T., & Macheix, J.-J. (1997). Un dérivé du sinapate comme composé de défense induite du palmier dattier contre Fusarium oxysporum f.sp. albedinis (bayoud). Journal of Phytopathology, 145(8–9), 329–333.
- El-Hilaly, J., Hammouchi, M., & Lyoussi, B. (2003). Études ethnobotaniques et évaluation économique des plantes médicinales dans la province de Taounate (nord du Maroc). Journal of Ethnopharmacology, 86(2–3), 149–158.
- El-Hilaly, J., Hammouchi, M., & Lyoussi, B. (2003). Études ethnobotaniques et évaluation économique des plantes médicinales dans la province de Taounate (nord du Maroc). Journal of Ethnopharmacology, 86(2–3), 149–158.
- Emerenciano, V. P., Barbosa, K. O., Scotti, M. T., & Ferraro, M. J. P. (2007). Cartes auto-organisatrices dans les études chimotaxonomiques des Asteraceae : classification des tribus à l'aide de données sur les flavonoïdes. Journal of the Brazilian Chemical Society, 18(5), 891–899.
- Er…man, J. W., *et all*. (2007). Flavonoïdes et santé cardiovasculaire : rapport du workshop international. American Journal of Clinical Nutrition, 85(1), 68–76.
- Er…man, J. W., *et all*. (2007). Flavonoïdes et santé cardiovasculaire : rapport du workshop international. American Journal of Clinical Nutrition, 85(1), 68–76.
- Evreinoff, V. (1955). Contribution à l'étude du genre Pistacia L. Bulletin de la Société Botanique de France, 102, 59–63.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Abdelly, C., & Bourgou, S. (2008). Polyphénols et flavonoïdes de cinq plantes tunisiennes sauvages : identification et évaluation de leurs activités biologiques. Comptes Rendus Biologies, 331(5), 372–379.

- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Abdelly, C., & Bourgou, S. (2008). Polyphénols et flavonoïdes de cinq plantes tunisiennes sauvages : identification et évaluation de leurs activités biologiques. Comptes Rendus Biologies, 331(5), 372–379.
- Fennane, M., Ouyahya, A., Ibn Tattou, M., *et all*. (2007). Flore pan-méditerranéenne, Série Botanique, 38(2). Institut Scientifique de Rabat.
- Feucht, W., Treutter, D., & Christ, E. (1997). Rôle des flavanols dans la protection des cellules du hêtre (Fagus sylvatica) de la Forêt Noire contre le stress oxydatif. Tree Physiology, 17, 335–340.

- Feucht, W., Treutter, D., & Christ, E. (1997). Rôle des flavanols dans la protection des cellules du hêtre (Fagus sylvatica) de la Forêt Noire contre le stress oxydatif. Tree Physiology, 17, 335–340.

- Ford, R. A., Hawkins, D. R., Mayo, B. C., Appel, R., & Welch, R. W. (2001). Terpènes et aromatiques : utilisation en parfumerie et applications alimentaires. Food and Chemical Toxicology, 39(2), 153–162.

- Ford, R. A., Hawkins, D. R., Mayo, B. C., Appel, R., & Welch, R. W. (2001). Terpènes et aromatiques : utilisation en parfumerie et applications alimentaires. Food and Chemical Toxicology, 39(2), 153–162.

- Gilbert, B. L., & Norris, D. M. (1968). Bases chimiques de la résistance de l'érable argenté à l'agrile (Scolytus spp.). Journal of Insect Physiology, 14(6), 1063–1068.

- Gilbert, B. L., & Norris, D. M. (1968). Bases chimiques de la résistance de l'érable argenté à l'agrile (Scolytus spp.). Journal of Insect Physiology, 14(6), 1063–1068.

- Haslam, E. (1996). Tanins végétaux naturels (polyphénols) comme agents bioactifs : structures et possibles modes d'action. Journal of Natural Products, 59, 205–215.

- Haslam, E. (1996). Tanins végétaux naturels (polyphénols) comme agents bioactifs : structures et possibles modes d'action. Journal of Natural Products, 59, 205–215.

- Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources et utilisations (1re éd.). Hachette Pratique.

- Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources et utilisations (1re éd.). Hachette Pratique.

- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P. F., & Donoghue, M. J. (2008). Biologie végétale : Une approche phylogénétique (2e éd.). Sinauer Associates.

- M’Hirit, O. (1982). Contribution à l’étude biogéographique et écologique du Pistacia atlantica Desf. en Algérie. Phytocoenologia, 10(2), 113–120.
- Messaoudene, S. (2016). Caractérisation écologique et dynamique d’un peuplement de Pistacia atlantica dans la steppe algérienne. Revue des Sciences de l’Eau, 29(4), 325–337.
- Mitchell, A. A. (1992). Climatologies of the Mediterranean Basin – PPT patterns. In Climatologie et écologie (pp. 123–134). UNESCO Press.
- Mohamed, A. F. (2009). Adaptations physiologiques du pistachier de l’Atlas (Pistacia atlantica Desf.) aux conditions xerothermiques (Thèse d’État). Université Mentouri, Constantine.
- Munkhammar, A. (1970). Étude taxonomique du genre Pistacia L. Botaniska Notiser, 123, 345–358.
- Quézel, P., & Médail, F. (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier.
- Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS.
- Rollet, B. (1974). Les peuplements forestiers du Sud-Est tunisien. Forêt Méditerranéenne, 5, 21–32.
- Safar, M. (1994). L’aridité et ses effets sur la végétation du Nord de l’Afrique. Geo-Eco-Trop, 18, 45–57.
- Tassin, B. (2012). Contribution à la systématique du genre Pistacia L. (Thèse de Doctorat). Université Montpellier II.
- Yaaqobi, A., Mantash, A., & Mahallawi, A. (2009). Distribution and genetic variation of Pistacia atlantica in the Middle East. Journal of Arid Environments, 73(1), 116–119.
- Yousfi, L., Tattou, M. I., & Taleb, M. S. (2003). Étude phénologique du pistachier de l’Atlas dans la région de Fès. Acta Botanica Gallica, 150(3), 341–347.
- Zohary, D. (1952). A monographic study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany, 5, 187–228.
- Zohary, D. (1987). Pistacia L. In Davis, S., Heywood, V., & Hamzeh, A. (Eds.), The flora of the world’s arid regions (pp. 123–130). Royal Botanic Gardens, Kew.
- Zohary, D. (1996). The genus Pistacia L. In Padulosi, R., Caruso, T., & New, M. (Eds.), Genetic resources of temperate fruit and nut crops (pp. 1–11). IPGRI.