



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : ZAHZAH Amina

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

**OPTION : AMELIORATION DES PLANTES ET
BIOTECHNOLOGIE**

Thème

**CONTRIBUTION A UNE ETUDE COMPARATIVE
DE DEVELOPPEMENT DE DEUX PLANTATIONS DE
PISTACHIER D'ATLAS DANS LA COMMUNE
DE LAGHOUCAT**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
ROUIGUI.T	MAA	Président
MAALEM.H	MAA	Examineur1
AMRANI O.	MAA	Encadreur
KOUIDRI M.	MCB	Co-encadreur

Promotion : Juin-2016

Résumé :

Contribution a une étude comparative De développement de deux plantations de pistachier d'atlas dans la commune De Laghouat

Pistacia atlantica Desf, est le seul arbre spontané de la steppe pré désertique nord-africaine. Malgré les conditions d'aridité, cette espèce réussit à s'adapter en développant des caractères morphologiques impressionnants. Dans cette étude réalisée entre janvier et mars 2016, nous nous sommes intéressés particulièrement à la partie aérienne dans une étude dendrométrique sur deux populations plantées dans la wilaya de Laghouat, à savoir (Jardin Botanique, Jardin de Mrigha). A cet effet, nous avons mesuré la hauteur des arbres, le diamètre au niveau de la première branche, diamètre à 1,3m diamètre au niveau des racines, le nombre des premières branches et des mensurations des feuilles et des folioles terminales et procédé au comptage du nombre de folioles. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les différents paramètres mesurés. Au niveau des deux stations, les hauteurs des arbres du Mrigha sont plus importantes que celles du jardin botanique et le diamètre au niveau des racines et les autres diamètres sont relativement plus importants que ceux du jardin botanique. Pour la biométrie foliaire, nos résultats montrent que tous les paramètres foliaires sont moins importants que les autres populations régionales.

Mots clés :

Biométrie foliaire, Jardin botanique, Jardin de M'righa ,
Laghouat, Mesure dendrométrique, Pistachier d'Atlas

Abstract:

Contribution to a comparative study development of two plantations pistachio atlas in common of laghouat

Despite arid conditions, this species success to adapt by developing impressive morphological characters. In this study conducted between January and March 2016, we were interested particularly in the aerial part in a dendrometric leaf and biometric study, with two populations located in the wilaya of Laghouat, namely (Botanical Garden, Garden Mrigha). To this effect, we took the measurements of leaves and terminal leaflets and proceeded to count the number of leaflets. Statistical analysis

revealed a significant difference between the different parameters measured. At both stations, the heights of Mrigha trees are more important than those of the botanical garden, and the diameter at the roots and other diameters are relatively larger than those of the botanical garden are. For leaf biometrics, our results show that all foliar parameters are less important than other regional populations.

Keywords :

Pistacia atlantica, laghouat, dendrometric, leaf biometrics, measurements of leaves

المخلص: الإسهام في دراسة مقارنه لتطور غراستين للبطم الاطلسي ببلديه الاغواط

البطم الأطلسية، هي الشجرة العفوية الوحيدة في سهوب شمال أفريقيا. على الرغم من الظروف القاحلة، هذا النجاح المذهل في التكيف كان من خلال تطوير الصفات المورفولوجيا لها. في هذه الدراسة صب اهتمامنا بصفة خاصة في الجزء الجوي للورقة وقياساتها وكذا الدراسة البيومترية، مع تجمعين بيئيين بولاية الاغواط، وهما (الحديقة النباتية، وحديقة المريغة). لهذا الغرض، اخذنا قياسات الأوراق وكذا قياسات أطراف الوريقات، وشرعنا في حساب عدد الوريقات وغيرها من القياسات المعنية و التي اعتبرت الجزء الرئيسي في قياس ارتفاع الأشجار، وقطر الفرع الأول، وقطره 1.3متر في الجذور، والعديد من أول الفروع. التحليل الإحصائي بين وكشف فرق كبير بين معلمات مختلفة تقاس. في كل المحطات، علو وارتفاع أشجار حديقة المريغة هو أكثر أهمية من تلك التي في الحديقة النباتية، واقطارها في الجذور تكون أكبر نسبيا من تلك التي في الحديقة النباتية، وتظهر نتائجنا أن جميع المعلمات الورقية هي أقل أهمية من التجمعات النباتية في المنطقة.

الكلمات المفتاحية

البطم الأطلسي، ، الأغواط، القياسات الأندومترية، القياسات الحيوية. الحديقة الواحاتية. حديقة لمريغة .

Dédicace

Je dédie ce travail :

- A mes chers parents
- Mes frères et sœurs
- Et mes amis

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant, de m'avoir illuminé la voie de la connaissance et du savoir.

Je commence par présenter mes vifs remerciements à ma promotrice Madame Amrani O. Maître assistante à l'université Amar Thelidji- Laghouat, pour avoir bien voulu guider ce travail, pour ses orientations et ses conseils multiples qui m'ont été d'une grande utilité, et cela en dépit de ses lourdes charges professionnelles.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Kouidri M., Maître de Conférences pour son précieux aide.

Je remercie ainsi les membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier également Madame et Monsieur Salhi, responsables de l'Agence de l'Environnement du Jardin Mrigha.

Je remercie également Monsieur Gasmi Abdelatif, le Conservateur des forêts de Laghouat pour l'accès libre au Jardin botanique.

C'est pour moi, il est très important d'exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui, à titres divers, m'ont apporté leur aide pour mener à bien ce travail.

Sommaire

<i>Dédicace</i>	III
<i>Remerciements</i>	IV
<i>Liste des tableaux</i>	VIII
<i>Liste des figures</i>	IX
<i>Liste des photos</i>	IX
<i>Liste des abréviations</i>	X
Introduction	1
Partie I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
Chapitre I Généralités sur le Pistachier d'Atlas	4
I-2 Origine	5
I-3 Historique	5
I-4 Aire du Pistachier de l'Atlas	5
1-4-1 le pistachier d'atlas dans le monde	5
1-4-2 le pistachier d'atlas en algerie	7
1-4-3 le pistachier d'atlas dans la region de laghouat	8
I-5 Aspects botaniques	10
I-5-1 Caractéristiques botaniques	12
I-5-2 Systématique du Pistachier de l'Atlas	12
I- 5-3 Autres caractéristiques	12
I-6 Exigences écologiques du Pistachier de l'Atlas	14
I-6-1 Exigences climatiques	14
I-6-2 Exigence édaphiques	15
I-6-3 Altitude	15
I-7 Intérêts du Pistachier de l'Atlas	15
I- 7-1 Valeur agro-écologique	15
I-7-2 Valeur médicinale	15
I-7-3 Valeur nutritionnelle	15
I-7-4 Valeurs fourragère	16
Chapitre II : Matériel et Méthodes	17
II-1 Situation géographique	18

II-1-1 Caractéristiques naturelles de la région d'étude	18
II-2 Etude bioclimatique	19
II-2-1 Pluviométrie	19
II-2-2 Température	20
II-2-3 Humidité relative de l'air	21
II-2-4 Vent	21
II-2-5 Indice d'aridité de De Martonne	22
II-2-6 Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart	23
II-3 Présentation des stations d'étude	24
II-4 Méthodologie	25
II-4-1 Echantillonnage et mesures biométriques	25
II-4-1-2 Diamètre au niveau de la première branche	25
II-4-1-3 Diamètre à 1,3 m	25
II-4-1-4 Diamètre au niveau des racines	25
II-4-1-5 Nombres des premières branches	26
II-4-2 Biométrie foliaire	26
II-4-3 Analyse statistique	26
PARTIE II RESULTATS ET DISCUSSION	27
Chapitre I- Résultats	29
I-1 Paramètres dendrométriques	29
I-1-1 Hauteur des arbres	29
I-1-2 Diamètre au niveau de la première branche	29
I-1-3 Diamètre à 1,3 m	30
I-1-4 Diamètre au niveau des racines	31
I-1-5 Nombre des premières branches	32
I-2 Biométrie foliaire	34
I-2-1 Longueur des feuilles	34
I-2-2 Largeur des feuilles	35
I-2-3 Nombre de folioles	36
I-2-4 Longueur de la foliole terminale	37
I-2-5 Largeur de la foliole terminale	38
Chapitre II DISCUSSION	40
II-DISCUSSION :	41
	VI

II-1 Dendrométrie	411
II-2 Biométrie foliaire	42
CONCLUSION	44
Références bibliographiques	46

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle de la période 1996-2014 de la région de Laghouat.	19
Tableau 2: Température moyenne mensuelle de la période (1996-2014) de la région de Laghouat.....	20
Tableau 3: Humidité relative mensuelle de la période 2001-2013.....	21
Tableau 4: Vitesse des vents mensuels enregistrée pour la période 1996-2013 à Laghouat	22
Tableau 5: Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants.....	23

Liste des figures

Figure	Page
Figure 1: Aire naturelle du Pistachier de l'Atlas (AL-SAGHIR, 2010)	6
Figure 2 : Distribution de <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie (MONJAUZE, 1968).....	8
Figure 3: Carte de l'état sanitaire de <i>Pistacia atlantica</i> "Région Centre" (extraite de la carte de BNEDER, 2014).....	9
Figure 4: Feuilles de Pistachier de l'Atlas	10
Figure 5: Fruit du Pistachier de l'Atlas.....	11
Figure 6: Précipitations interannuelles de la région de Laghouat (1996-2014).....	20
Figure 7 : Variation interannuelle des températures de la région de Laghouat (1996-2014).	21
Figure 8: Vitesse annuelle du vent dans la région de Laghouat (1996-2013).	22
Figure 9: Hauteurs des arbres dans les deux sites d'étude.....	29
Figure 10: Diamètre au niveau de la première branche des arbres dans les deux sites	30
Figure 11: Diamètre de l'arbre à 1,3 m dans les deux sites d'étude (Jardin botanique et M'righa)	31
Figure 12: Diamètre au niveau des racines pour les deux sites	32
Figure 13: Nombre de premières branches dans les deux sites	33
Figure 14: Longueur des feuilles dans les deux sites étudiés	355
Figure 15: Largueur des feuilles dans les deux sites étudiés	366
Figure 16: Nombre moyen de folioles par feuille dans les deux sites étudiés.....	377
Figure 17: Longueur moyenne de la foliole terminale dans les deux sites étudiés.....	38
Figure 18: Largueur moyenne de la foliole terminale dans les deux sites étudiés	39

Liste des photos

Photo 1: Arbre du Jardin botanique	344
Photo 2: Arbre de M'righa	344

Liste des abréviations

ANCN: *Agence Nationale Pour La Conservation De La Nature.*

BNEDER: *Bureau National d'Etude pour le développement Rural.*

MADR: *Ministère de l'Agriculture du Développement Rural.*

ONM : *Office National De La Meteorologie.*

UCD: *Unité de conservation et de developpement .*

Introduction

Introduction

Le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est nommé aussi Betm ou Batoum (FENNNANE et al, 2007). C'est un arbre puissant pouvant atteindre 20m de hauteur à tronc bien individualisé et à feuilles caduques (BENHASSAINI et BELKHOJA, 2004).

En Algérie cette espèce connaît une très forte pression anthropologique qui limite énormément leur expansion et leur développement. Cette situation de dégradation nécessite une prise en charge effective et immédiate.

Plusieurs études ont concerné des aspects différents sur Pistachier de l'Atlas et nous citons à titre d'exemple : MANJAUZE (1968, 1980, 1982), MORSLI (1992) ; BELHADJ (1999) ; BELHADJ et al.(2008) ; BENHASSAINI et al. (2007) ; HADJ AISSA (2004), GOURINE et al., (2010) et BOUKAIS (2014).

La connaissance du comportement du pistachier dans des conditions écologiques variables est primordiale à l'action de sa conservation et son développement. Pour cela, nous avons essayé de caractériser deux populations de jeunes plantations de cette espèce dans des situations écologiques différentes précisément, des plantations sous irrigation.

La morphologie de l'arbre et celle de la feuille du pistachier de l'Atlas notamment la forme, le nombre et la taille des folioles ont été utilisés comme paramètres de caractérisation les populations étudiées.

L'objectif de ce travail est de suivre la croissance de ces paramètres biométrique du pistachier d'atlas implanté dans deux sites à Laghouat et qui sont sous irrigation, de voir s'il existe des différences avec d'autres populations naturelles des dayas mentionnées dans la littérature scientifique.

Notre document se structure en deux grandes parties. La première partie comporte deux chapitres, le premier détaille les caractéristiques de l'espèce étudiée, sa distribution, son intérêt et ses exigences écologiques. Le deuxième chapitre expose les caractéristiques de la région et des sites d'étude ainsi que la méthodologie suivie durant la période d'étude.

La deuxième partie regroupe aussi deux chapitres ; le chapitre des résultats obtenus du suivi et le deuxième chapitre discute les résultats à la lumière des données bibliographiques disponibles.

Partie I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Généralités sur le Pistachier d'Atlas

Chapitre I : Généralités sur le Pistachier d'Atlas

I-1 Etymologie

Le mot *Patricia* qui est la nomination originelle du fruit et qui est proche du nom *Foustok* utilisé chez les arabes.

En Algérie, le Pistachier porte le nom d'EL BOTMA en arabe et IGGH et TESSEMLAL en Tamazight selon (MONJAUZE, 1980 et HADJ AISSA, 2004).

I-2 Origine

Des recherches récentes ont permis de retrouver du pollen et des macro-fossiles de Pistachier de l'Atlas en altitude dans le Sahara. Pour des motifs d'ordre botanique ou historique, pensait que le pistachier de l'Atlas est d'installation récente en Afrique du Nord (il serait introduit du Proche-Orient) et n'aurait pas eu le temps de s'y différencier ont été décrit par (BNEDER, 2014).

I-3 Historique

On croit que *pistacia* est né dans l'Asie centrale il y a 80 millions d'années, il a été introduit en Europe dès le début de l'ère chrétienne et en Amérique en 1890 (BNEDER, 2014).

I-4 Aire du Pistachier de l'Atlas

I-4-1 Dans le Monde

A travers le monde, *Pistacia atlantica* est largement éparpillé au sud de méditerranée et au moyen orient, elle est répandu depuis les Canaries (Gomera, Ténériffe) jusqu'au Pamir en passant (MONJAUZE, 1982):

Par l'Afrique du nord, le Sahara septentrional avec relique au Hoggar ;

Par Chypre, la Grèce, la Turquie, la Bulgarie, la Crimée, le Caucase et l'Arménie ;

Par la Palestine, la Syrie, la Transjordanie, l'Iraq et l'Iran ;

Par l'Arabie, le Baloutchistan et l'Afghanistan (Figure 1) ;

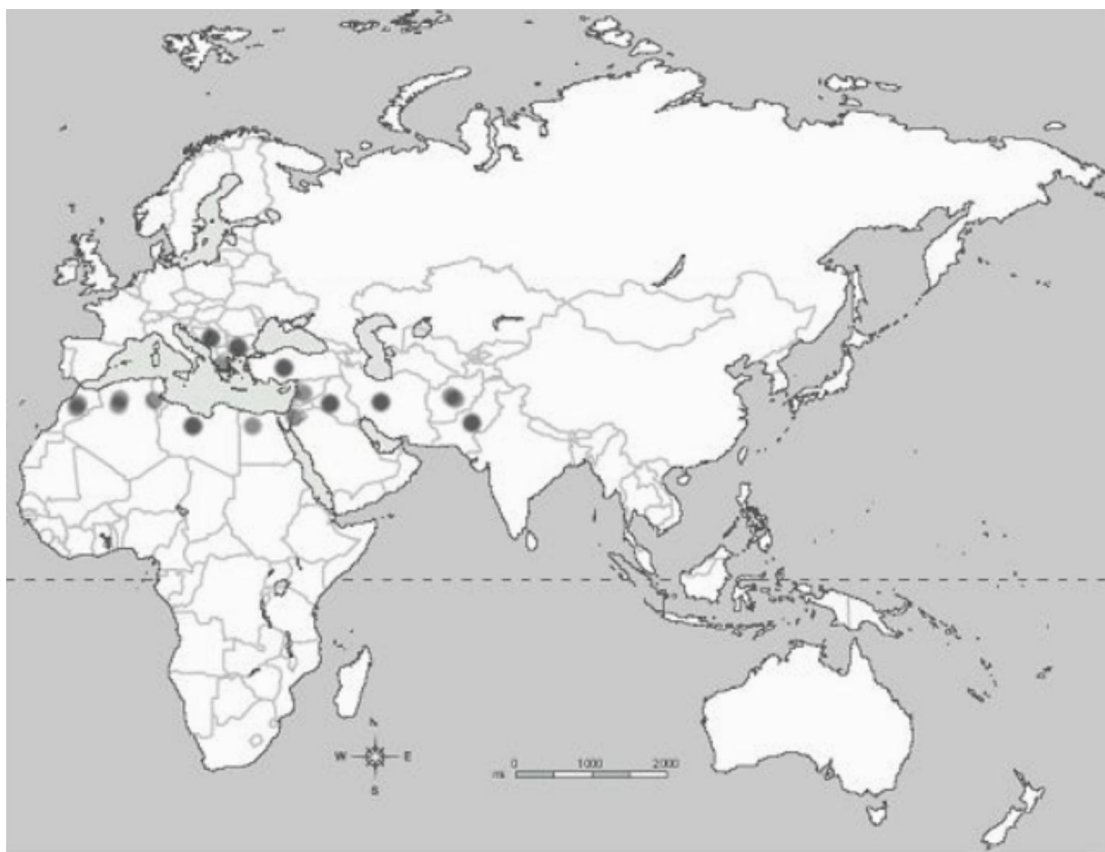


Figure 1: Aire naturelle du Pistachier de l'Atlas (AL-SAGHIR, 2010)

I-4-2 Le Pistachier d'atlas en Algérie

L'aire de répartition de cet arbre en Algérie couvre un espace géographique vaste qui s'étend du Nord au Sud : de la chaîne de l'atlas tellien aux piémonts sud atlasiques. D'ouest en est : de la frontière marocaine à la frontière tunisienne (BNEDER, 1998).

La variation s'opère du nord au sud selon un gradient latitudinal qui permet de distinguer 3 grands ensembles à savoir : l'atlas tellien, les hauts plateaux steppiques, l'atlas saharien (MONJAUZE, 1980).

C'est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie (BENKHEIRA et al., 2005). D'après BOUDY (1952), en Algérie on le trouve (Figure 4) disséminé dans les forêts chaudes du tell méridional mais surtout dans la région steppo-désertique des hauts plateaux et du Sahara septentrional où il ne subsiste que dans les Dayas. On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas saharien et sur les hauts plateaux oranais. Le Bétoum est un arbre par excellence du dayas du piedmont méridional de l'Atlas saharien, sa limite extrême se trouve en pleine cœur du Hoggar (Figure 4)

Figure 4 : Distribution de *Pistacia atlantica* en Algérie (MONJAUZE, 1968)

I-4-3 Le Pistachier d'Atlas dans la région de Laghouat

MONJAUZE (1982) considère que cette cuvette qu'on appelle daya, a un fond très plat accueille de la végétation, se développe, puis tourne à la stérilité finale par infiltration généralisée.

Les dayas sont localisées au sein d'un vaste territoire constituant un large front entre le monde méditerranéen et le monde saharien, à quelques 500 km au sud de la

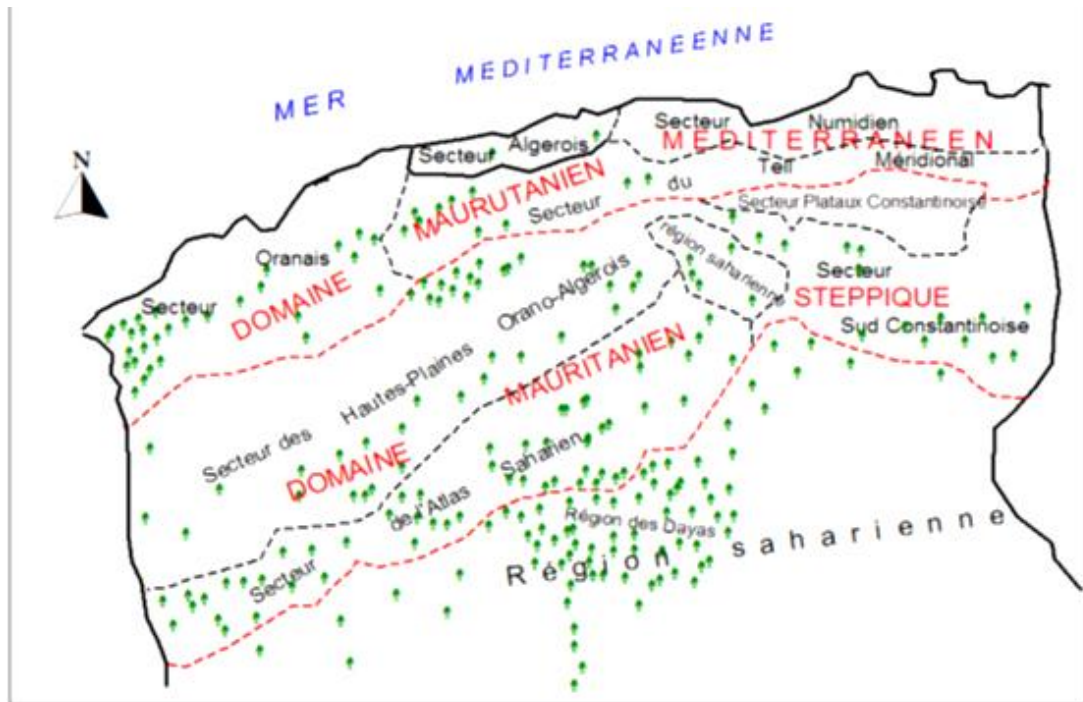


Figure4 Distribution de pistacia atlantica en Algérie (MONJAUZE 1968)

Méditerranée. Ce territoire offre l'avantage d'héberger les ultimes vestiges d'une végétation forestière. L'accumulation des éléments les plus fins vers le centre de la daya permet la constitution d'un sol relativement profond et par conséquent, le maintien d'un pourcentage appréciable d'humidité (BENKHEIRA et al, 2005).

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

Des milliers de dayas sont observées sur toute la région sud de Laghouat, ces dernières accueillent une population importante de Pistachier de différents âges (Figure 5

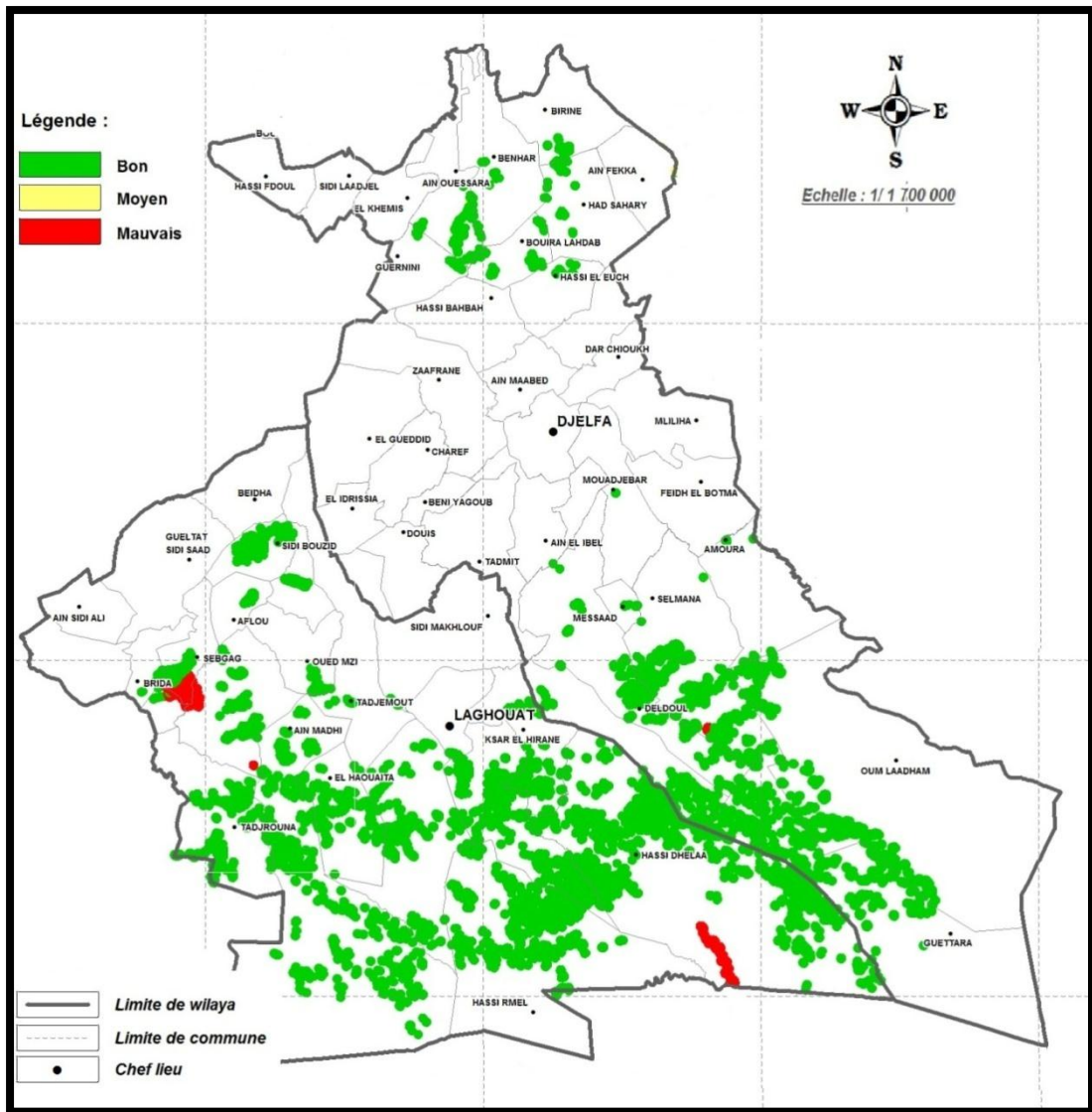


Figure 5: Carte de l'état sanitaire de *Pistacia atlantica* "Région Centre d'Algérie" (extraite de la carte de BNEDER, 2014)

I-5 Aspects botaniques

I-5-1 Caractéristiques botaniques

a) Les feuilles

Les feuilles sont composées stipulées à rachis finement ailé et à folioles lancéolées et obtuses au sommet (FENNANE et *al.*, 2007). Les feuilles sont caduques et chutent en automne, elles ont une couleur vert pâle et sont imparipennées glabres et sessiles (FENNANE et *al.*, 2007).



Figure 2: Feuilles de Pistachier de l'Atlas

b) Les fleurs

C'est un arbre monoïque dont les fleurs mâles sont rassemblées en grappe terminale et les fleurs femelles en grappe axillaires de couleur jaune verdâtre.

La pollinisation est anémophile est pose problème puisque les fleurs males sont butinées en premier (BELHADJ, 1999).

c) Le fruit

L'apparition des fruits débute au mois d'avril de couleur rougeâtre à maturité ils deviennent vert foncé, noir ou brunâtre vers la fin août, c'est une drupe monosperme à endocarpe osseux pourpre à maturité (BELHADJ, 1999) (Figure 3).



Figure 3: Fruit du Pistachier de l'Atlas

d) La graine

Les graines du Pistachier de l'Atlas sont riches en lipide notamment en acides gras insaturés (oléique et linoléique) et en phytostérols, présentant des intérêts diététiques et nutritionnels (GHALEM et BENHASSAINI, 2007).

e) Les racines

Le système racinaire du Pistachier de l'Atlas peut se régénérer par voie végétative (AIT RADI, 1979).

Il développe d'une part, un système racinaire très puissant qui participe à la fixation des sols et d'autre part, très profonde permettant à l'arbre de demeurer vert même en année de sécheresse (OUKABLI et HADJ AISSA, 2004).

f) L'écorce

L'écorce lisse à l'âge jeune et squameux à un âge très avancé à partir de cette dernière on extrait de la résine et du tanin l'écorce est d'abord rouge puis grisâtre assez claire avant de devenir dure crevassée et noirâtre (MONJAUZE, 1980).

g) Le bois

Le bois Possède un aubier blanchâtre, le cœur brun veine dense dur et homogène (MONJAUZE 1980).

I-5-2 Systématique du Pistachier de l'Atlas

Le Pistachier de l'Atlas n'est distingué que depuis 1799 par DESFONTAINES (MONJAUZE, 1980) comme suite :

Division : *Angiosperme*

Class : *Eudicots*

Sous – class : *coreeudicots*

Super – ordre : *Rosids*

Sous- ordre : *Eurosids*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Anacardiaceae*

Sous –famille : *Anacardioideae*

Genre : *Pistacia*

Espèce : *Pistacia atlantica Desf.*

I- 5-3 Autres caractéristiques

a) Croissance

L'accroissement est très lent dans la nature mais en plantation irriguée et surveillée, elle est assez rapide 30 cm /ans. C'est un arbre qui vit longtemps, plus de 300 ans (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

b) Pollinisation

Pollinisation reste donc uniquement anémophile effectuée par le vent (BELHADJ et al, 2008).

c) Entomologie

Parmi les insectes, le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles (BELHADJ, 1999) et est sensible au *Verticillium dahliae*. (MONASTRA et al, 2005).

d) Régénération

Le Pistachier de l'Atlas se multiplie par grain mais celle-ci reste limitée car menacée par des facteurs d'ordre anthropozoïque, notamment le pâturage, les défrichements responsables de la déprédation des jeunes plants et de la disparition du couvert végétal accompagnateur. La prospection de terrain a montré que sur 48% de l'aire attribuée au Pistachier de l'Atlas, il n'y a pas de signe de régénération. Dans les cas où celle-ci est observée, elle est généralement faible (40% de l'aire). Elle est moyenne à importante à travers une proportion de cette aire de l'ordre de 12% (BNEDER, 2014).

Dans les dayas et sur les parcours steppiques principalement, la régénération de *Pistacia atlantica* est assurée grâce au jujubier (*Zizyphus lotus*) qui protège les jeunes pousses des érosions et du pâturage. Ce rôle protecteur a été constaté également à l'endroit du genévrier oxycèdre dans son aire de répartition et du cactus de barbarie autour des zones agricoles. Le jeune plant de Pistachier de l'Atlas pousse et se développe à l'abri des organes épineux des deux espèces (BNEDER, 2014).

Dans les reliefs difficiles d'accès, le pistachier profite des escarpements où les jeunes plants trouvent protection en développant un système racinaire puissant et profond (BNEDER, 2014).

Il reste aléatoire et difficile du fait notamment de la dureté des téguments de la graine qui inhibent la germination (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

e) Pression anthropozoïque

Bien que repoussé aux limites de son aire de répartition, le Pistachier de l'Atlas n'en demeure pas moins exposé à la déprédation exercée par l'homme à travers ses activités domestiques et économiques.

Les prospections de terrain ont mis en exergue principalement 3 types d'activités qui menacent sérieusement la pérennité de l'espèce (BNEDER, 2014) :

Le défrichement qui permet aux riverains l'exploitation du sol à usage agricole, souvent de manière épisodique, sur les parcours steppiques et les dayas. Cette pratique, bien qu'illicite, est assez répandue parmi les éleveurs qui tentent de profiter des conjonctures pluviales favorables pour produire une partie des besoins fourragers

de leurs troupeaux. Le défrichage freine la régénération des sujets en attaquant les jeunes plants et la végétation d'accompagnement.

Le pâturage dans l'aire du Pistachier de l'Atlas où les jeunes plants et les jeunes pousses sont broutés par les ovins et caprins.

Les coupes illicites et excessives faites par les riverains pour les besoins domestiques notamment l'usage du bois comme combustible et dans la confection de zeribas.

I-6 Exigences écologiques du Pistachier de l'Atlas

Le Pistachier de l'Atlas est considéré comme l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions semi-arides et arides.

I-6-1 Exigences climatiques

Le *Pistacia atlantica* est réellement l'essence forestière des hauts plateaux, seul il résiste à la violence des vents et à la variabilité de la température. Le Betoum se régénère bien avec $Q_2 = 111$. A l'état de peuplement, il ne serait vraiment à sa place que dans la meilleure moitié de l'étage aride tempéré et dans toute la partie tempérée de l'étage aride tempéré et dans toute la partie tempérée de l'étage semi-aride. Néanmoins, le froid est nécessaire pour la levée de dormance des bourgeons floraux et devra être de 200 heures inférieures à 7,2 °C (OUKABLI, 2005).

Cependant, l'espèce est présente sous une pluviométrie maximale de l'ordre de 1000mm/an au niveau de sa limite septentrionale à l'ouest d'Alger, est au versant de Zaccar. Il reçoit 600mm/an sur le bord méridional de l'Atlas Tellien (MORSLI, 1992).

Le pistachier de l'atlas reçoit 250mm/an de pluies dans les plaines de Boghar (Ksar alboukhari) et de Boughzoul (Médéa) et 70mm/an dans la région de Ghardaia. En revanche, il ne reçoit que 47,6 mm/an de pluies à Tamanrasset (KADI-BENNANE, 2004).

Le *Pistacia atlantica* résiste aux températures élevées allant jusqu'à 49°C (dans la région de Ghardaia). Le pistachier de l'atlas craint les gelées lorsqu'il n'est pas protégé par une ambiance forestière. Il résiste aussi aux basses températures (-12°C dans la région de Djelfa) (AIT RADI, 1979).

Néanmoins, les jeunes plantes craignent la gelée fréquente dans les zones semi-arides (ABDELKRIM, 1977).

Selon MONJAUZE (1968), le vent joue le rôle de pollinisateur du bétoum, c'est une essence anémophile. A l'état adulte, il résiste aux vents violents grâce à son système racinaire vigoureux qui lui assure une bonne fixation au sol.

I-6-2 Exigence édaphiques

Il accomode avec une large gamme de sols des terrains acides en silice aux sols calcaires. A l'exception des sols sablonneux, l'espèce grandit bien dans l'argile ou les sols limoneux (KHALDI et KHOUJA, 1996).

I-6-3 Altitude

La littérature indique que le meilleur développement de cet arbre est entre 600 et 1200m (BNEDER, 2014).

I-7 Intérêts du Pistachier de l'Atlas

I- 7-1 Valeur agro-écologique

Grace à son caractère rustique, à sa capacité de produire un humus abondant, le Pistachier de l'Atlas pourrait être utilisé comme une essence de reboisement pionnière pour la restauration de milieu fortement dégradés et constitue à ce titre une essence de reboisement par excellence dans les stations les plus sévères pour la lutte contre la désertification (GOURINE et *al.*, 2010).

I-7-2 Valeur médicinale

Les lipides extraits des graines du *Pistacia* sont des triglycérides riches en acides gras insaturé et en phytotrons qui confèrent l'huile de soja de maïs et de tournesol (GOURINE et *al.*, 2010).

Parmi les acides gras insaturés, l'acide oléique et l'acide linoléique ont un rôle important dans prévention de certains troubles du métabolisme des maladies cardiovasculaires et cancéreuses (GOURINE et *al.*, 2010).

I-7-3 Valeur nutritionnelle

L'huile extraite des graines et les graines elles-mêmes ont un rôle alimentaire parmi la population vivant à proximité du Pistachier de l'Atlas.

I-7-4 Valeurs fourragère

De par sa feuille, le *Pistacia atlantica* présente un intérêt pour les éleveurs nomades puisque l'arbre fournit un aliment apprécié par le bétail en période de sieste.

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

II-Présentation de la région d'étude

II-1 Situation géographique

Située au cœur du pays à 400 km au sud de la capitale Alger, de par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la wilaya de Laghouat fait partie du groupe des neufs wilayat pastorales du pays.

Sa superficie est de 25 052 km². Elle est traversée par la Chaîne de l'atlas saharien et limitée : au nord par la wilaya de Tiaret, au sud par la wilaya de Ghardaïa, à l'est par la wilaya de Djelfa et à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh.

II-1-1 Caractéristiques naturelles de la région d'étude

La caractérisation de la région d'étude au plan physique et naturel c'est basée sur la différenciation du faciès naturel à travers l'étendue de la zone selon gradient nord – sud et est – ouest.

L'identification des zones naturelles et la détermination de leur caractéristique correspondent aux résultats du découpage du territoire national en zones agro-écologiques homogènes (BNEDER, 2015).

a) Zone des Hauts Plateaux

Les hautes plaines de l'intérieur constituant la zone des hauts plateaux s'étendent entre le tell et les montagnes présahariennes de l'atlas saharien. Elles sont larges de 200 km en moyenne et élevées de 1000m à 1200m.

b) Zone de l'atlas saharien

L'atlas saharien ferme les hautes plaines steppique vers le sud constitue d'une série de chaînes plissées dans les calcaires et les marnes il s'allonge de la frontière marocaine de Naâma et El-Bayad jusqu'à Biskra à l'est.

c) Zone de piémonts sud atlasiques

Cette zone constitue l'extension de l'atlas saharien vers le sud et se compose de piémont de hautes étendues de plaines à caractère saharien.

II-2 Etude bioclimatique

Le climat joue un rôle essentiel dans le déterminisme de la répartition végétation notamment méditerranéenne (BNEDER, 2014).

Afin de caractériser le climat de l'ensemble du territoire qui recèle encore la population de *Pistacia atlantica* et de connaître son rôle dans leur répartition, les principaux caractères climatiques de la région des dayas sont :

II-2-1 Pluviométrie

La pluviométrie la plus forte est celle du mois de septembre avec 27,02 mm, tandis que la pluviométrie la plus faible est enregistrée durant le mois de juillet avec 6,33mm. Le cumul annuel de la pluviométrie de 19 ans est de 165,97 mm (Tableau1).

Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle de la période 1996-2014 de la station de Laghouat.

mois	J	F	MR	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
P (mm)	13,52	6,81	11,49	18,98	10,20	9,65	6,33	12,27	27,02	19,72	19,49	10,49	165,97

Source : ONM, 2015.

Dans la région de Laghouat, les précipitations annuelles sont irrégulières et faibles, la valeur la plus faible est de 62,7 mm enregistrée en 1998 et la valeur la plus importante est celle enregistrée en 2011 avec 285,2 mm (Figure 4).

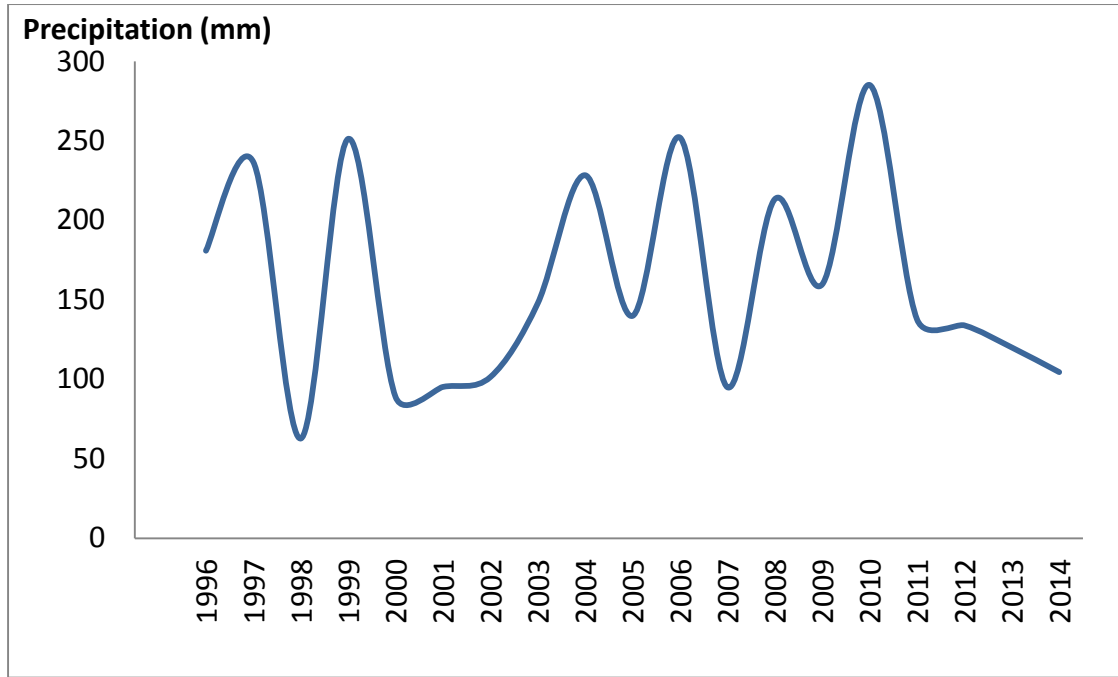


Figure 4: Précipitations interannuelles de la région de Laghouat (1996-2014).

II-2-2 Température

La température moyenne annuelle atteint 31.16°C le mois de juillet. Par contre, au mois de janvier la température moyenne minimale atteint **8.47°C**. Il est à signaler que la température mensuelle maximale est de 39.68°C enregistrée durant le mois de Juillet ; et que la température minimale mensuelle est de 1.84°C enregistrée durant le mois de janvier (Tableau 2).

Tableau 2: Température moyenne mensuelle de la période (1996-2014) de la région de Laghouat.

Mois	J	F	MR	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
M(°C)	15,09	16,70	21,03	24,92	29,83	35,70	39,68	39,09	31,12	25,63	18,57	15,31	
m(°C)	1,84	2,69	6,01	9,44	14,53	18,99	22,64	22,34	17,75	12,43	5,85	2,55	
T.moy. (°C)	8,47	9,70	13,52	17,18	22,18	27,35	31,16	30,72	24,44	19,03	12,21	8,93	18,74

Source : ONM, 2015.

M : températures moyenne maximale mensuelle en (°C).

m : températures moyenne minimale mensuelle en (°C).

T.moy. : température moyenne mensuelle en (°C).

La figure 7 illustre que les températures moyennes annuelles varient entre 17,7°C et 20 °C. L'année 2005 est la plus froide avec 17,7°C, tandis que l'année la plus chaude est 2001 avec 20 °C.

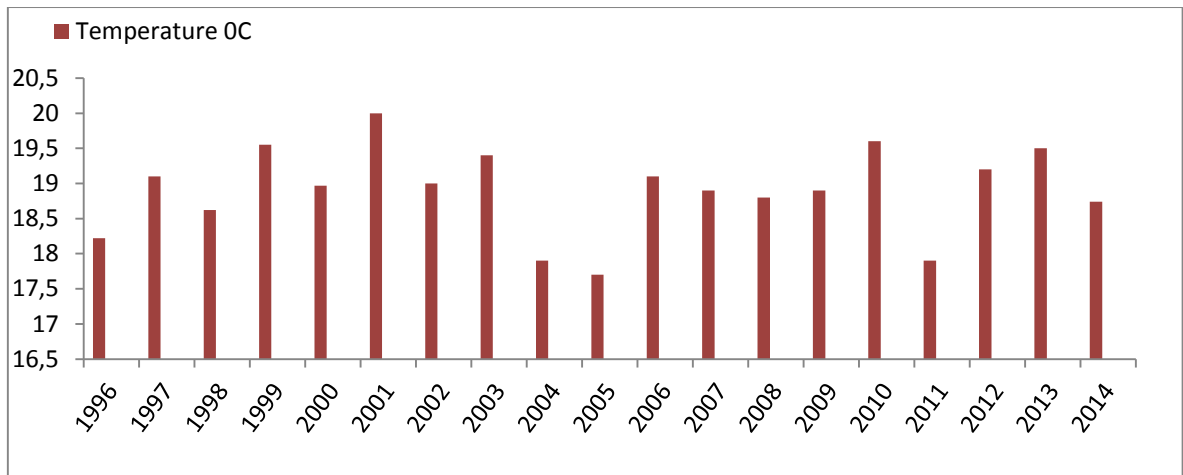


Figure 5 : Variation interannuelle des températures de la région de Laghouat (1996-2014).

II-2-3 Humidité relative de l'air

L'humidité la plus forte a été enregistrée en mois de décembre avec 49.66 %, et la plus faible a été enregistrée en mois de juillet avec 20.44 % (Tableau 3).

Tableau 3: Humidité relative mensuelle de la période 2001-2013.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
H %	47,22	41,27	30,61	32,61	28,66	25,33	20,44	22,94	33,33	39,83	45,88	49,66

Source : ONM, 2014

II-2-4 Vent

La fréquence et l'intensité des vents constituent également un des caractères de la climatologie saharienne. Elles jouent un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, mais elles agissent aussi sur les plantes, surtout sur leurs parties aériennes en accentuant l'évapotranspiration (OZENDA, 1983). Si le vent en lui-même n'a rien d'exceptionnel dans le désert, ses effets sont frappants. Le vent est une grande contrainte pour certaines cultures au Sahara.

On remarque que la vitesse moyenne du vent pendant la période 1996-2013 est de 3,43 m/s. avec une valeur maximum en mois de juillet 4,88m/s (Tableau 4).

Tableau 4: Vitesse des vents mensuels enregistrée pour la période 1996-2013 à Laghouat

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Moy
Vent (m/s)	2.96	3.52	3.66	4.37	3.92	3.55	4.88	3.11	3.06	2.49	2.79	2.85	3.43

Source : ONM, 2014

Le vent présente une irrégularité dans sa vitesse dans la région de Laghouat avec une valeur maximale enregistrée en 1999 de l'ordre de 5.6 m/s (Figure 8).

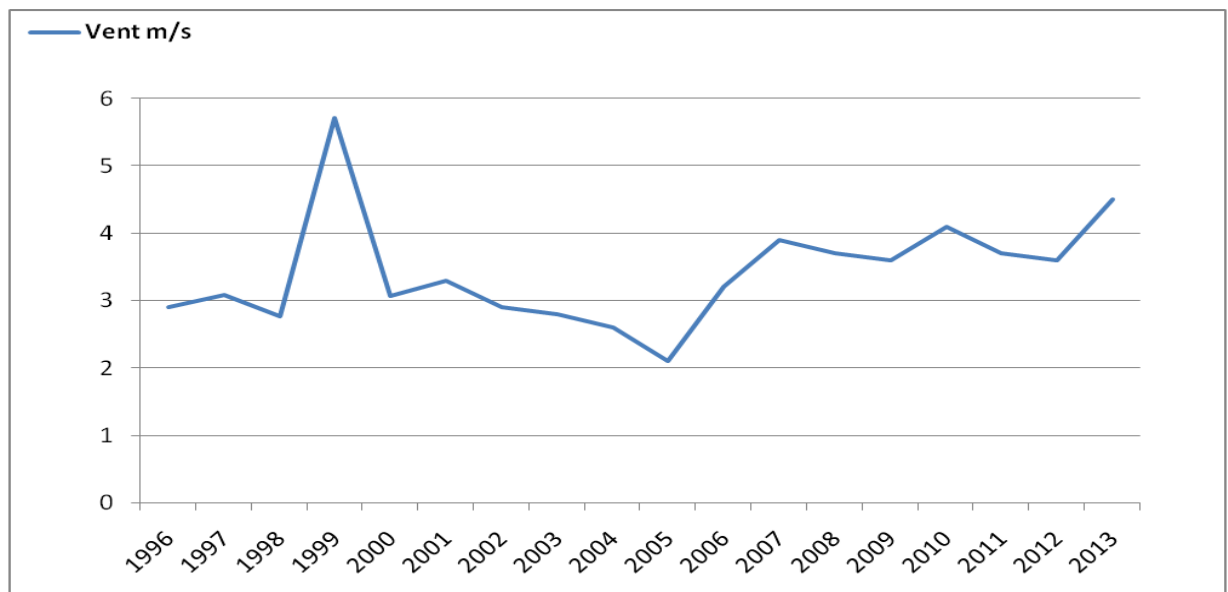


Figure 6: Vitesse annuelle du vent dans la région de Laghouat (1996-2013).

II-2-5 Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice prend en considération les précipitations et les températures annuelles. L'indice d'aridité **annuel** de De Martonne s'explique par la formule : $P / (T + 10)$ dans laquelle P est la hauteur annuelle des précipitations (en mm) et T la température moyenne annuelle (en °C) (Tableau 5).

Tableau 5 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants.

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

Le calcul de cet indice pour la région de Laghouat a permis de la classer sous un climat aride avec I=5,78.

II-2-6 Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart

Les travaux de Louis Emberger (1930, 1936 et 1955) consistent à définir et classer les climats méditerranéens du point de vue biogéographique (étages bioclimatiques) selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Q₂ : Quotient pluviothermique ;

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm) ;

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en degré Kelvin (°C + 273);

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en degré Kelvin (°C + 273).

A l'aide de ce quotient Q₂ et de la variante thermique (m°C), Emberger a proposé un climat gramme pour classer les localités dans la région méditerranéenne.

En Algérie, Stewart (1969) a adopté un nouveau quotient (Q₃) en simplifiant le quotient pluviothermique d'Emberger qui peut s'écrire :

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

Le résultat obtenu (Q₃= 15,04) avec m=1,84°C permet de classer Laghouat sous un bioclimat saharien, variante à hiver frais.

II-3 Présentation des stations d'étude

L'étude s'est portée sur deux principales stations de la région de Laghouat. La première station est celle du Jardin Botanique. Elle se situe en bordure de la route nationale N1 embellissant et mettant en valeur l'entrée de la ville, considérée jadis comme la porte du Sahara. Il s'agit alors d'un projet grandiose s'étendant sur une superficie de 24 ha, ce jardin botanique est en fait une institution à vocation scientifique destiné d'une part à faire découvrir au public le monde des plantes, et particulièrement celles qui poussent dans les régions du Sud ainsi que leur diversité, et d'autre part à maintenir la conservation des espèces végétales, et parmi elles, des palmiers Washingtoniens, des Bougainvilliers des faux poivrier, le Pistachier d'Atlas et autres espèces (ANCN, 2016). Dans ce site, la plantation du Pistachier est installée depuis quelques années (2006-2015) sous forme de plants et elle est irriguée d'une façon irrégulière et sans entretiens.

Cependant, la deuxième station est celle de l'ancien parc d'attraction de Mrigha. Elle se situe à la sortie Nord de la ville de Laghouat, c'est un parc d'attraction et de loisirs qui s'étend sur une superficie de 80 hectares, dont 40ha sont boisés à base d'espèces forestières exotiques pour la plupart, telles que les Eucalyptus (plusieurs espèces à savoir ; *E. globulus*, *E.camaldulensis*...), le faux poivrier : *Schinus molle*, *Melia azedarach*, *Biotaorientalis*, *Cupressus sempervirens*, l'*Acaciaretinoïdes*, *Acacia horrida*, *Acacia cyanophylla*...etc.

Au sein du parc siège l'Unité de Conservation et de Développement (UCD) antenne représentant l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature (ANCN). Dans ce contexte, des collections végétales et des carrés expérimentaux sont créés au niveau du parc, où des espèces sont plantées à titre d'essais, d'acclimatation et de conservation.

Les plus importantes espèces testées, sur le plan scientifique et écologique, nous citons le Cyprés du Tassili, et le Pistachier de l'Atlas, qui subit une régression alarmante suite aux dernières sécheresses qui sévissent dans cette région, aggravée par les pratiques anthropiques irrationnelles (UCD, 2016). Dans ce site, la plantation du Pistachier date de l'année 2005 et elle est irriguée régulièrement et subit un entretien régulier.

En plus de ces deux sites, des mesures subsidiaires ont été réalisées dans une daya de la zone de Hassi R'Mel. C'est une cuvette située à mi-chemin entre la commune de Hassi R'Mel et Bellil.

II-4-Méthodologie

II-4-1 Echantillonnage et mesures biométriques

Nous avons réalisé plusieurs mesures sur différentes parties du Pistachier durant le premier trimestre de 2016 à fin de caractériser l'espèce de point de vue biométrique dans des stades jeunes de croissance. L'ensemble des mesures ont concerné les principales parties mesurées sont :

II-4-1-1 Hauteur de l'arbre

A l'aide d'un ruban mètre nous avons mesuré la hauteur de l'arbre (BURLEY, 2004 ; BLOZAN, 2008). Pour cela, 207 arbres ont été mesurés au niveau des 3 sites (jardin botanique 109 arbres, jardin de Mrigha 49 arbres et 49 arbres au niveau de la daya).

II-4-1-2 Diamètre au niveau de la première branche

Au niveau de la première ramification de l'arbre, nous avons mesuré le diamètre de l'arbre (REZAEYAN et *al.*, 2009).

L'ensemble des mesures ont été faite à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de 0,01cm.

II-4-1-3 Diamètre à 1,3 m

Le diamètre et la circonférence sont généralement mesurés à hauteur de poitrine c'est à dire à 1,3 m (BURLEY, 2004).

II-4-1-4 Diamètre au niveau des racines

De la même manière que la mesure précédente, le diamètre au niveau des racines est mesuré à l'aide du pied à coulisse (REZAEYAN et *al.*, 2009).

II-4-1-5 Nombres des premières branches

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

II-4-2 Biométrie foliaire

Pour l'étude morphologique, un prélèvement de feuille a été réalisé durant l'année 2016 au mois de Mars au niveau des deux sites à savoir le jardin Botanique et le jardin de Mrigha. Nous avons ajouté quelques mesures dans une daya (Daya El Myta) sur des individus jeunes de Pistachier pour pouvoir comparer avec les deux sites.

Les feuilles du Pistachier de l'Atlas ont été récoltées aléatoirement sur trente individus par station à raison de dix feuilles par arbre, soit un total de trois cent feuilles par station.

Une fois récoltées les feuille procéder à des mesures biométriques à l'aide d'une règle graduée.

Les caractères biométriques considérés dans notre travail sont quantitatifs à savoir la longueur et la largeur de la feuille, la longueur et la largeur de la foliole terminale avec un dénombrement des folioles dans chaque feuille récoltée (BENABDALLAH *et al.*, 2015)

II-4-3 Analyse statistique

L'analyse a concerné la statistique descriptive de l'ensemble des paramètres mesurés, les moyenne, l'écart type et les extrêmes ont été signalés (moy. \pm Ecart type (min –max)).

Les corrélations entre les différents paramètres sont aussi mentionnées et interprétées. En outre, des comparaisons entre les différents sites pour les paramètres étudiés sont signalées à l'aide des Anova. (One way anovas).

Ces tests statistiques sont obtenus par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows.

PARTIE II

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE I
RESULTATS

I- Résultats

I-1 Paramètres dendrométriques

I-1-1 Hauteur des arbres :

La hauteur moyenne mesurée dans le jardin botanique est de $153,5 \pm 4,97$ cm, elle varie entre 90 et 220 cm. Cependant, la hauteur moyenne des arbres dans le site Mrigha est relativement plus importante avec $177,70 \text{ cm} \pm 9,69$ et elle varie entre 82 et 265 cm (Figure 08).

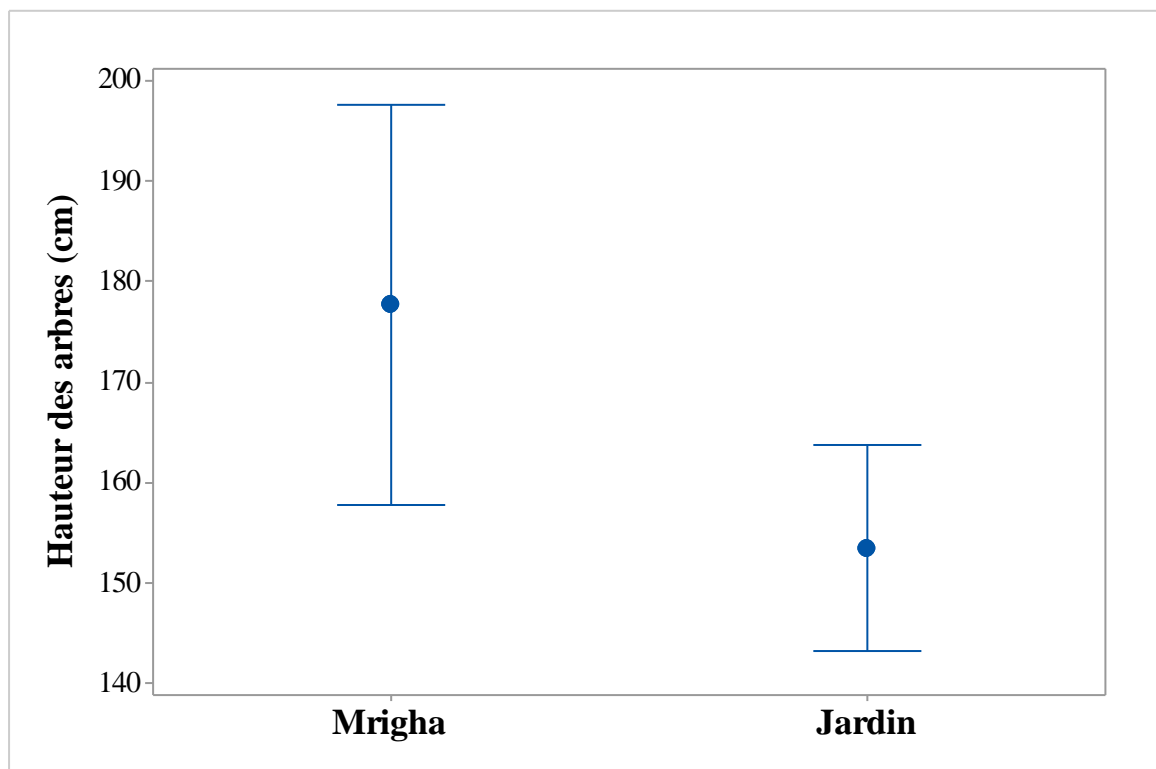


Figure 7: Hauteurs des arbres dans les deux sites d'étude

Nous avons constaté une différence significative entre les hauteurs des arbres dans les deux sites (jardin botanique et Mrigha) (Anova : $F_{1,58} = 4,94$; $P = 0,030$), ceux de Mrigha sont les plus hauts.

I-1-2 Diamètre au niveau de la première branche :

Le diamètre moyen mesuré dans le Jardin botanique est de $11,76 \pm 6,59$ cm et il varie entre (4- 33 cm). Cependant, la moyenne du diamètre au niveau de la première

branche des arbres dans le site Mrigha est plus importante avec $21,73 \text{ cm} \pm 12,30$ et elle varie entre (5 – 58 cm) (Figure 10).

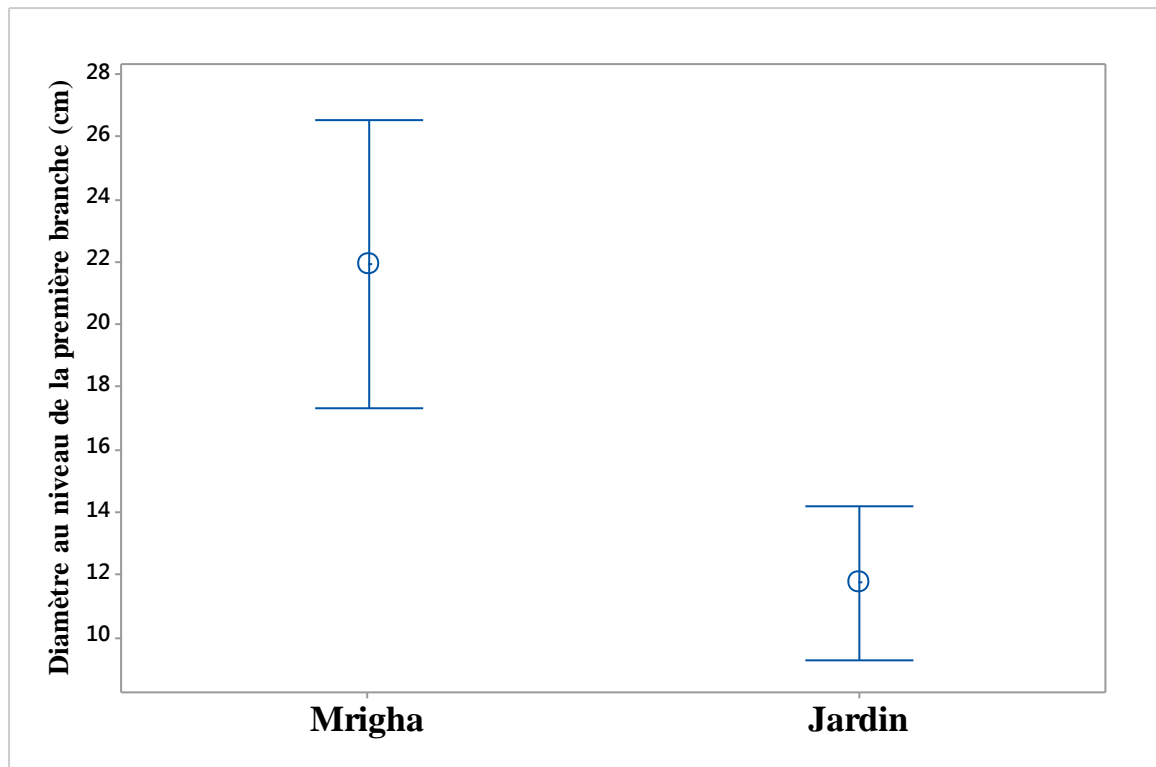


Figure 8: Diamètre au niveau de la première branche des arbres dans les deux sites

Nous avons constaté une différence significative entre le diamètre au niveau de première branche des arbres dans les deux sites étudiés (Anova : $F_{1, 58} = 15,9$; $P = 0,0002$). Celui du site Mrigha est le plus important.

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la hauteur de l'arbre et le diamètre au niveau de la première branche ($r=0,63$; $p=0,0002$). Le diamètre au niveau de la première branche augmente avec la hauteur de l'arbre dans le site Mrigha et pour le deuxième site ($r=0,47$; $p=0,009$).

I-1-3 Diamètre à 1,3 m :

Le diamètre moyen mesuré dans le Jardin botanique est de $5,5 \pm 1,98 \text{ cm}$, il varie entre 3 et 11 cm. Cependant, le diamètre moyen des arbres dans le site Mrigha est relativement plus important avec $14,03 \pm 7,86 \text{ cm}$, il varie entre 3 et 36 cm (Figure 11).

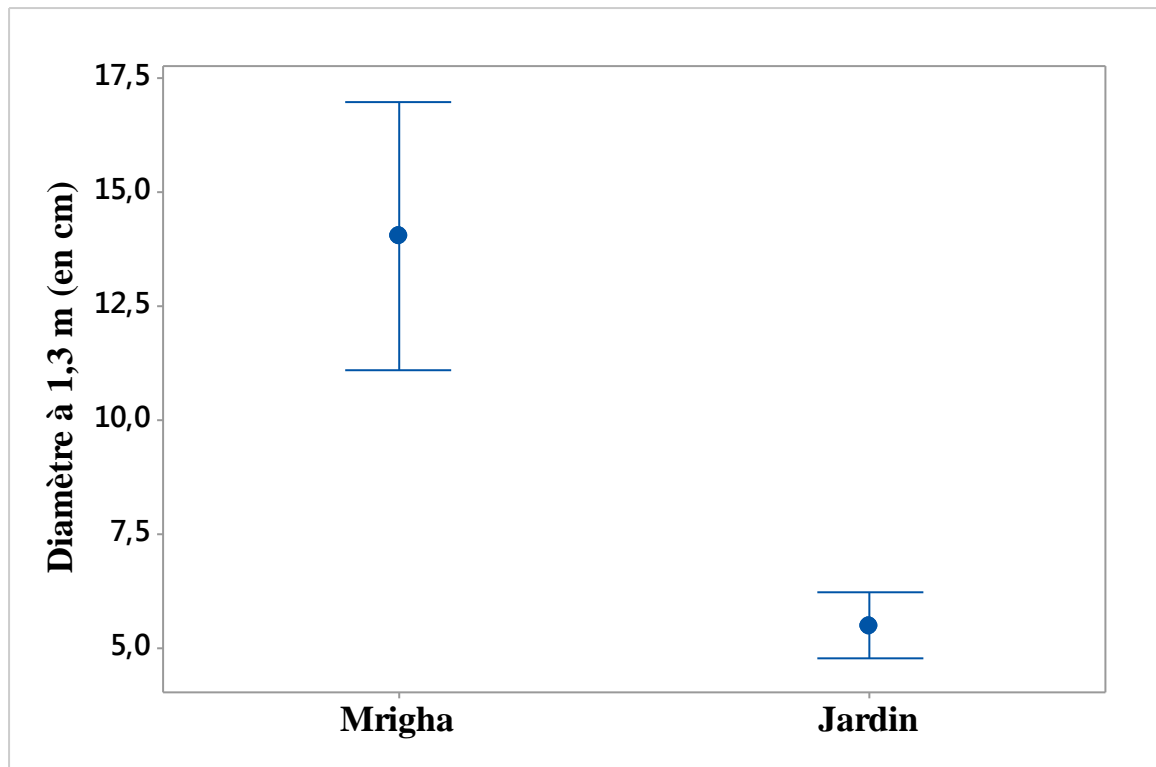


Figure 9: Diamètre de l'arbre à 1,3 m dans les deux sites d'étude (Jardin botanique et Mrigha)

Nous avons constaté une différence significative entre le diamètre à 1,3 m des arbres dans les deux sites ($F_{1, 58} = 33,2$; $P \leq 0,00001$), les arbres de Mrigha présentent des diamètres plus importants que ceux du Jardin botanique.

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la hauteur de l'arbre et le diamètre à 1,3m ($r=0,47$; $p=0,008$). Le diamètre de l'arbre augmente avec la hauteur de l'arbre dans le deuxième site (Jardin botanique).

I-1-4 Diamètre au niveau des racines :

La moyenne de diamètre au niveau des racines des arbres mesurés dans le Jardin botanique est de $31,73 \pm 14,01$ cm, elle varie entre 13 et 80 cm. Cependant, la moyenne du diamètre au niveau des racines dans le site Mrigha est relativement moins importante avec $29,76 \pm 10,29$ cm et elle varie entre 12 et 47 cm (Figure 12).

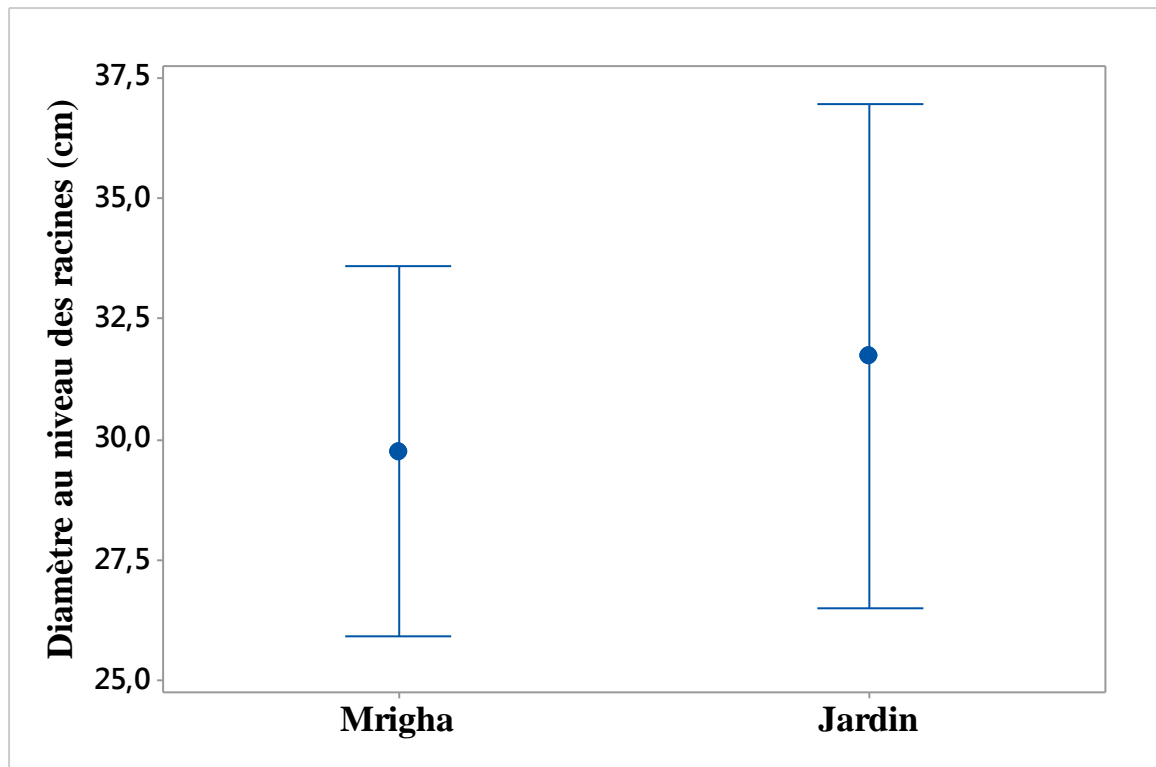


Figure 10: Diamètre au niveau des racines pour les deux sites

Nous avons constaté qu'il n'existe aucune différence significative entre le diamètre au niveau des racines entre les deux sites ($F_{1,58}=33,2$; $P = 0,54$).

Nous avons constaté une corrélation positive et statistiquement significative entre le diamètre au niveau des racines et le diamètre au niveau de la première branche ($r=0,83$; $p\leq 0,00001$), les deux diamètres augmentent conjointement pour le site Mrigha.

Outre, il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la hauteur de l'arbre et le diamètre au niveau des racines ($r=0,69$; $p\leq 0,00001$), le diamètre augmente avec la hauteur de l'arbre dans le site Mrigha.

I-1-5 Nombre des premières branches :

La moyenne de nombre de branches observée dans le jardin botanique est de $2,26 \pm 0,73$ branches, elle varie entre 1 et 4 branches. Cependant, la moyenne du nombre de branche des arbres dans le site Mrigha est relativement moins importante avec $1,76 \pm 0,62$ branche, elle varie entre 1 et 3 branches (Figure 13).

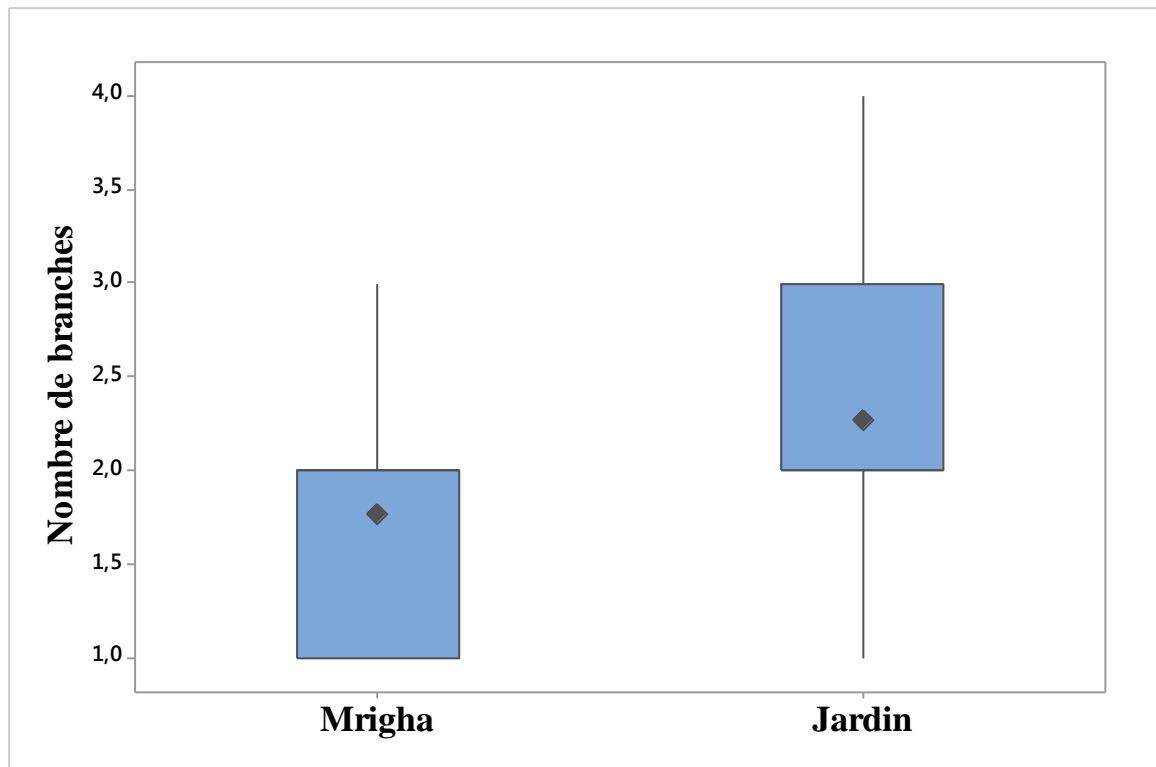


Figure 11: Nombre de premières branches dans les deux sites

Pour la daya, le pistachier montre un nombre moyen de premières branches de l'ordre de $3,2 \pm 1,27$ branches avec une variation entre 2 et 6 branches.

Nous avons constaté une différence significative entre le nombre de branche dans les deux sites ($F_{1, 58} = 7,99$; $P = 0,0065$), le nombre des premières branches dans les arbres de jardin botanique est plus élevé que celui des arbres de Mrigha (Photos 1 et 2).



Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre le nombre de branches et le diamètre au niveau de la première branche ($r=0,45$; $p=0,01$), les premières branches avec un nombre important présentent un diamètre important pour le site Mrigha.

I-2 Biométrie foliaire

I-2-1 Longueur des feuilles :

La moyenne des longueurs des feuilles mesurées dans le Jardin botanique est de $5,61 \pm 1,36$ cm, elle varie entre 2,9 et 9,7 cm. Cependant, la longueur moyenne des feuilles dans le deuxième site est relativement plus importante avec $5,38 \pm 1,32$ cm et elle varie entre 2 et 8,9 cm (Figure 14).

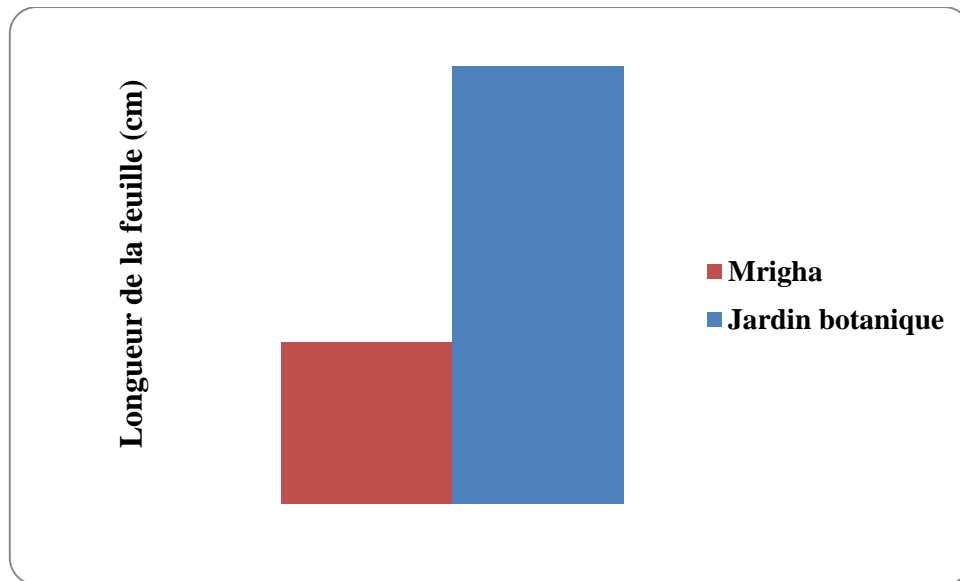


Figure 12: Longueur des feuilles dans les deux sites étudiés

Il existe une différence significative entre la longueur des feuilles dans les deux sites ($F_{1, 596}=4,35$; $P = 0,037$), celle du Jardin botanique est plus élevée que celle de Mrigha.

Pour le pistachier de la daya, la longueur moyenne est de $6,12 \pm 1,38$ et elle varie entre 2,5 et 9,7 cm.

Il existe une corrélation négative et statistiquement significative entre la longueur des feuilles et le diamètre à 1,3m ($r=-0,46$; $p=0,01$), les arbres à diamètre important présentent des feuilles moins longues dans le site Mrigha.

Il existe aussi une corrélation négative et statistiquement significative entre la longueur des feuilles et le diamètre au niveau des racines ($r=-0,49$; $p=0,006$), les arbres à diamètre au niveau des racines faibles montrent des longueurs de feuilles plus importantes.

I-2-2 Largeur des feuilles :

La moyenne de largeur des feuilles dans le Jardin botanique est de $3,82 \pm 1,08$ cm, elle oscille entre 1 et 8cm. Cependant, la moyenne de largeur des feuilles dans le site de Mrigha est relativement moins importante avec $3,33 \pm 1,05$ cm et elle varie entre 1 et 6,3 cm (Figure 15).

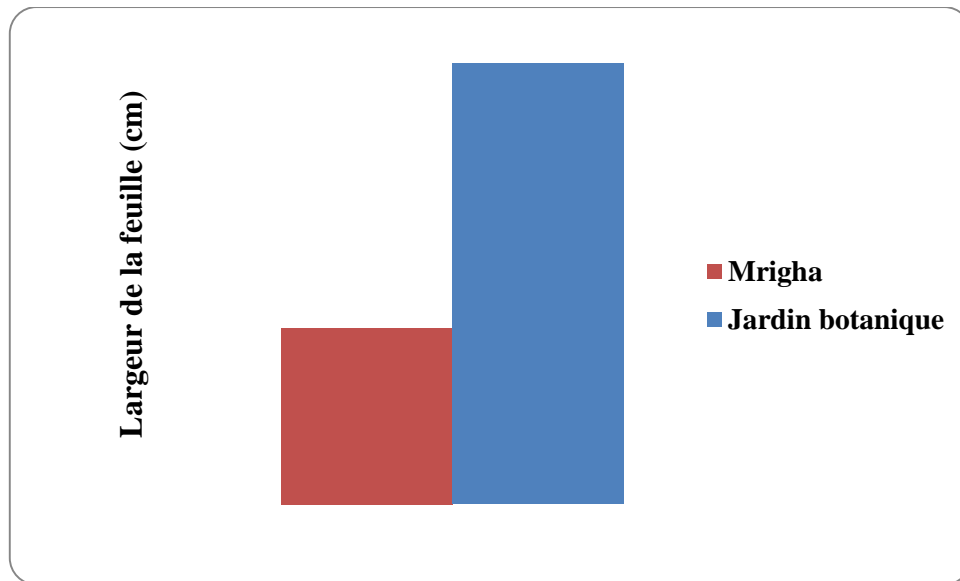


Figure 13: Largueur des feuilles dans les deux sites étudiés

Il existe une différence significative entre la largeur des feuilles dans les deux sites ($F_{1,596}=32,0$; $P \leq 0,0001$), celle du jardin botanique est plus élevée que celle de Mrigha.

La largeur moyenne enregistrée dans la daya est de $4,37 \pm 0,90$ et varie entre 2,7 et 7,9 cm.

Il existe une corrélation négative et statistiquement significative entre la largeur des feuilles et le diamètre au niveau de la première branche ($r=-0,37$; $p=0,04$). Les arbres à diamètres importants présentent des feuilles à largeur faible. Il en est de même pour les arbres à diamètre au niveau des racines importants ($r=-0,48$; $p=0,008$) et ce, pour le site Mrigha.

I-2-3 Nombre de folioles :

La moyenne du nombre de folioles mesurée dans le Jardin botanique est de $9,45 \pm 1,50$ foliole, elle varie entre 5 et 13 folioles. En revanche, la moyenne de ce nombre dans le site Mrigha est relativement moins importante avec $8,90 \pm 1,57$ folioles, elle oscille entre 3 et 12 folioles (Figure 16).

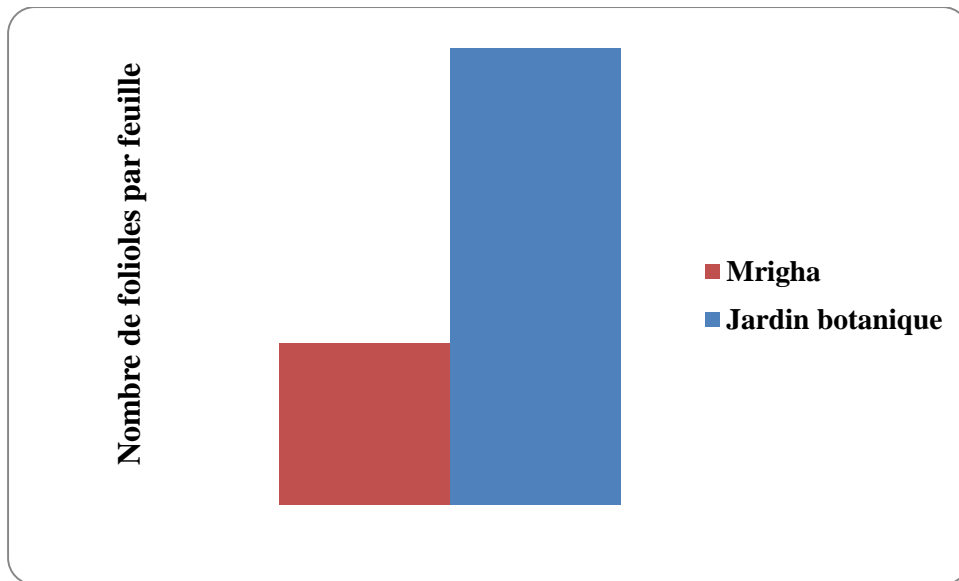


Figure 14: Nombre moyen de folioles par feuille dans les deux sites étudiés

Nous avons constaté une différence significative entre le nombre de folioles entre les deux sites ($F_{1,596} = 19,2$; $P \leq 0,00001$).

Pour la daya, le nombre moyen de folioles est de $8,78 \pm 1,72$ et varie entre 5 et 13 folioles.

Nous avons constaté une corrélation positive et statistiquement significative entre la hauteur de l'arbre et le nombre de folioles dans la feuille ($r = 0,43$; $p = 0,02$), les arbres les plus hauts montrent un nombre de folioles important dans la feuille dans le site Jardin botanique.

I-2-4 Longueur de la foliole terminale :

La moyenne de longueur de la foliole terminale mesurée dans le Jardin botanique est de $1,56 \pm 0,82$ cm, elle varie entre 0,2 et 11 cm. En revanche, la moyenne de la longueur de foliole terminale dans le site Mrigha est de $1,47 \pm 0,53$ cm et elle oscille entre 0,3 et 3 cm (Figure 17).

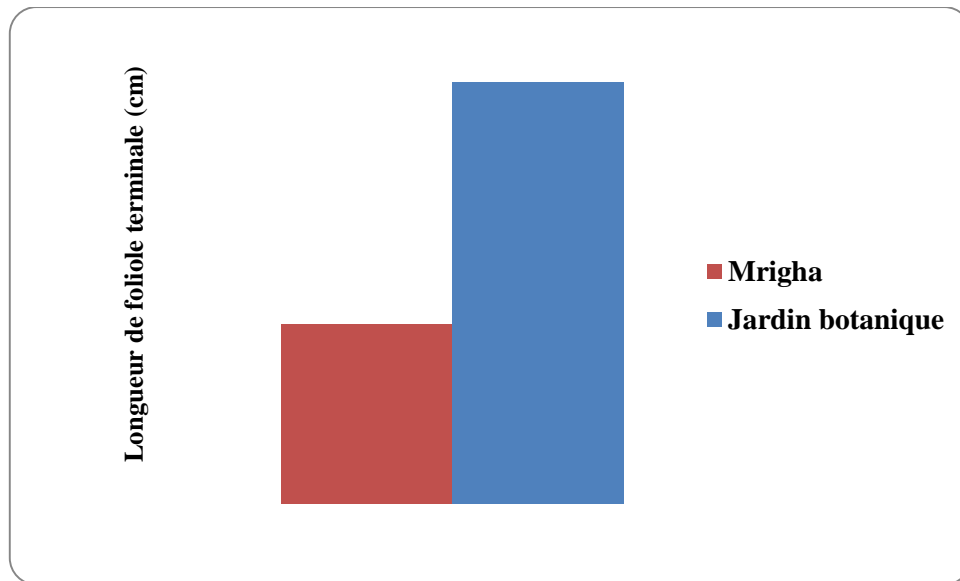


Figure 15: Longueur moyenne de la foliole terminale dans les deux sites étudiés

Nous n'avons constaté aucune différence significative entre la longueur de la foliole terminale entre les deux sites ($F_{1,596} = 2,01$; $P = 0,15$).

La longueur moyenne de la foliole terminale dans la daya est de $1,89 \pm 0,59$ cm et elle oscille entre 0,5 et 3 cm.

Il existe une corrélation négative et statistiquement significative entre la longueur de la foliole terminale et le diamètre au niveau des racines ($r = -0,49$; $p = 0,006$), les sujets à diamètre au niveau des racines important donnent des folioles terminales plus courtes dans le site Mrigha.

I-2-5 Largeur de la foliole terminale :

La moyenne de largeur des folioles terminales mesurée dans le Jardin botanique est de $0,48 \pm 0,21$ cm, elle varie entre 0,1 et 2,4 cm. Cependant, cette largeur est de $0,44 \pm 0,34$ cm dans le deuxième site et elle varie entre 0,1 et 4 cm (Figure 18).

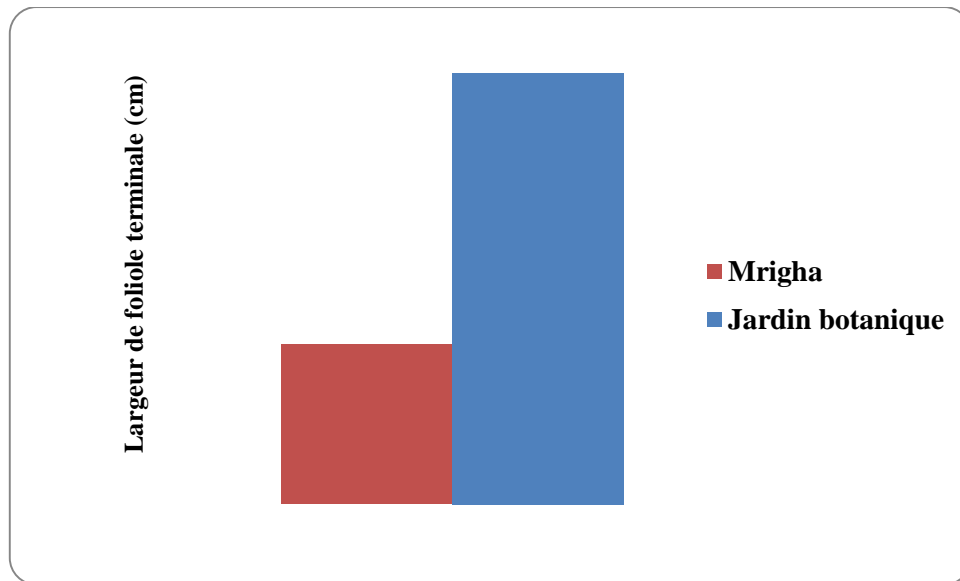


Figure 16: Largeur moyenne de la foliole terminale dans les deux sites étudiés

La largeur de la foliole terminale dans la daya est de $0,44 \pm 0,21$ cm et oscille entre 0,1 et 3 cm. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux sites ($F_{1, 596} = 2,81$; $P = 0,943$).

CHAPITRE II

DISCUSSION

II-DISCUSSION :

II-1 Dendrométrie

La hauteur des arbres est le reflet de la qualité du milieu, sol et climat mais surtout le régime hydrique qui représente le critère majeur en climat méditerranéen (QUEZEL, 1980). Les deux populations étudiées n'arrivent pas au seuil de deux mètres en moyenne. Leur âge récent ne leur permet d'avoir des hauteurs importantes. Le pistachier d'Atlas montre généralement une croissance très lente dans les conditions naturelles (BNEDER, 2015). Cependant, des expériences ont montré qu'à 9 mois après la plantation, les plants irrigués de pistachier de l'Atlas présentaient une croissance moyenne en hauteur de 28,4 cm (KADIK (1977) *in* BNEDER, 2015). C'est d'ailleurs le cas d'autres espèces dans les mêmes conditions, l'eucalyptus, l'*Acacia cyanophylla* et le tamaris croissent en hauteur respectivement de 169 cm, 128 cm et 94,8 cm (BNEDER, 2015).

Au niveau des deux stations, les hauteurs des arbres du Mrigha sont plus importantes que ceux du jardin botanique. Cette différence serait liée à la fréquence d'irrigation pratiquée dans le site Mrigha qui connu une certaine régularité par rapport au deuxième site.

Concernant les diamètres de différents niveaux, il reste aussi conditionné par la disponibilité de l'eau. Ils se développent plus rapidement si le stress hydrique est éliminé par une irrigation d'appoint en période de végétation (QUEZEL et MEDAIL, 2003). Certaines études mentionnent une croissance moyenne du diamètre au collet de 5,3cm pour le Pistachier d'Atlas, comparativement à d'autres espèces qui présentent des diamètres au collet respectivement de 46,3 cm, 37 cm et 42,9 cm pour l'eucalyptus, l'*Acacia cyanophylla* et le tamaris (BNEDER, 2015).

Les résultats montrent que pour le site Mrigha, excepter le diamètre au niveau des racines, les autres diamètres sont relativement plus importants que ceux du jardin botanique. Cette constatation serait le résultat de la différence d'une part de la date de plantation (Age de plantation) en faveur de la plantation de Mrigha qui date dans sa majorité de plus de 10 années par rapport à celle du jardin botanique qui présente un âge estimatif de 3 à 5 années et des conditions d'entretiens et d'irrigation régulière observée à Mrigha.

Généralement, les diamètres sont fonction du développement des cernes de croissance, qui, de leur part reflètent la qualité du climat (disponibilité d'eau) que reçoit la plante (ROLAND et *al.*, 2008). Si l'année est bonne, l'épaisseur du cerne serait plus importante que dans les années de sécheresse (ROLAND et *al.*, 2008).

Nombre de branches :

Le nombre de branches observé dans les deux sites étudiés est différent, ce critère change apparemment selon les spécificités génétiques d'une population à une autre. Le nombre de branche dans un arbre permet de mieux exploiter le milieu (Humidité de l'air) et de créer un microclimat sous l'arbre lui-même.

II-2 Biométrie foliaire

ZOHARY (1952) a utilisé la morphologie de la feuille, spécialement la forme ainsi que le nombre, la taille et l'orientation des folioles comme premier caractère morphologique dans la classification des espèces de Pistacia.

Nous avons choisis quelques paramètres morphométriques des feuilles pour caractériser les plantations des deux sites à savoir :

II-2- 1 Longueur des feuilles

Du point de vue longueur, les mensurations sur deux sites n'ont montré aucune différence remarquable. Cependant, des longueurs plus importantes ont été signalées pour des pistachiers plus âgés de la région de Laghouat (SMAIL SAADOUN, 2014) avec une moyenne de 8,24 cm et BELHADJ et al. (2008) dans neuf localités algériennes dont Laghouat. Il en est de même pour les sujets mesurés au Maroc, qui dépassent largement nos résultats (ABDELKADER et *al.*, 2005 ; YAAQOBI et al., 2009) avec une moyenne de 9.56cm. D'autres résultats plus importants encore ont été mentionnés par (BENABDALLAH, 2012) dans trois stations steppiques algériennes (Ouled Djellel, Ain Oussara et Messaad) avec une moyenne de 10,07 cm.

En fait, ce paramètre varie d'une région à une autre et est considéré comme critère de distinction entre les sous-espèces. Pour les différences constatées entre les populations de notre région steppiques, les causes de forte différence constatée avec nos sites d'étude serait apparemment liées à la période de récolte de nos échantillons au début de la saison par rapport à celle des études signalées qui sont généralement

vers la période du mois de juin. Il faut signaler ici que la croissance des feuilles ne dépasse rarement les 12 cm de longueur (KHALDI et KHOUJA, 1995).

II-2 -2 Largeur des feuilles

Les largeurs des feuilles obtenues dans notre travail sont également inférieures à celles indiquées par SMAIL SAADOUN (2014) à Laghouat, BENABDALLAH (2012) dans ses trois steppiques algériennes, BELHADJ et *al.* (2008) dans plusieurs localités algériennes et YAAQOBI et *al.* (2009) au Maroc.

II-2 -3 Nombre de folioles

Le nombre moyen de folioles est comparable à l'ensemble des données bibliographiques disponibles (BELHADJ et *al.*, 2008) et; BENABDALLAH (2015) pour la station d'Ouled Djellal, mais il est relativement important par rapport à la station d'Ain Oussera et celle de Messaad (BENABDALLAH, 2015), Le nombre de folioles observées varie d'un sol à un autre (10,53 pour le sol forestier) et 5,04 pour un sol sableux) en Iran (REZAEYAN et *al.*, 2009).

II-2 -4 Longueur et largeur de la foliole terminale

La longueur et la largeur moyenne de la foliole terminale dans les deux sites présentent des valeurs relativement inférieures par rapport à d'autres populations de pistachier (YAAQOBI et *al.*, 2005 ; BELHADJ et *al.*, 2008 ; BENABDALLAH, 2015). Cependant, BELHADJ et *al.* (2008) ont signalés une différence significative entre les mensurations des folioles terminales dans le même site ce qui met en cause l'utilisation de ce paramètre comme critère de classification du Pistachier de l'Atlas.

CONCLUSION

L'étude réalisée au cours de l'année 2016 au niveau de deux stations d'essai de plantation du Pistachier de l'Atlas dans la région de Laghouat a révélé l'existence de plusieurs différences au niveau des paramètres morphométriques pris en considération tels que la hauteur des arbres ; différents diamètres, les dimensions de la feuille et de la foliole terminale.

Concernant la hauteur et les différents diamètres des arbres, nous avons constaté que plus le stress hydrique est enlevé par irrigation, plus l'arbre augmente de hauteur et de diamètres.

Cependant, la régularité d'irrigation entre les deux sites influence sur la croissance des arbres de point de vue hauteurs et diamètres. Les mieux irrigués sont les plus importants.

D'autre part, le nombre de foliole semble varie d'une population à une autre selon la localité géographique et les conditions écologiques restreintes. Il ne peut être pris en considération comme critère majeur de classification.

Les dimensions des feuilles changent aussi entre les populations étudiées et semble varient selon la période de mensuration et l'âge de l'individu, ainsi que les conditions microclimatiques qui entourent chaque individus pour l'accès à la phase végétative.

La maîtrise des doses et des périodes d'irrigation pour ce type de plantation est primordiale à fin d'accélérer la croissance et par conséquent, assurer une bonne réhabilitation des terrains dans des meilleurs délais.

Le pistachier de l'atlas est une espèce menacée de disparition, pour cela, elle doit recevoir toutes les attentions nécessaires. Il faudra la protéger et cela en approfondissant les études relatives aux stratégies adaptatives vis-vis des stress environnementaux.

Il serait intéressant aussi d'élargir cette étude sur d'autres paramètres en particulier, la possibilité de germination des graines et les effets des différents types de stress (thermique, hydrique et salin) sur l'espèce. Cela permettra de mieux

connaître les exigences de cette espèce dans notre région pour assurer une meilleure régénération qui conduit à son extension dans d'autres catégories de sol (possibilité de mise en valeur des terrains dégradés).

Références bibliographiques

- Ait Radi A. (1979). Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* et d'*Alianthus altissima*. Mémoire d'ingénieur. *INA Alger: 40P.*
- Ait Said S. (2011). Stratégies adaptatives de deux espèces du genre *Pistacia*(*P. lentiscus L. et P. atlantica Désf.*) aux conditions d'altitude de salinité et d'aridité: approche morpho-anatomique, phytochimiques et écophysiologicals. , Université Mouloud Mammeri, Algérie: *Thèse de doctorat d'Etat. 160p+Annexe.*
- Al-Saghir M.G. (2010). Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia L.* (Anacardiaceae) Based on Morphological Data. *Asian Journal of Plant Sciences*, N° 9(1), pp27-35.
- Belhadj S., (1999). Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. *Nucis, Newsletter, N° 8, pp 29-30.*
- Belhadj S. (2007). Etude éco-botanique de *Pistacia atlantica Desf.* (Anacardiaceae) en Algérie. Préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et sa valorisation. *Thèse de Doctorat d'Etat, U.M.M.T.O 184P.*
- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers Ch. et Gauquelin T. (2008). Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanée de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Canadian Journal of Botany. Vol. 86: 520-532.*
- Belkhodja Y. (2014). Contribution anatomique du phytométrie chez le genre *Pistacia* de la wilaya de Tlemcen. Memoire de master option Ecologie gestions et conservation de la biodiversité. Université Aboubakr Belkaid.Tlemcen,p37
- Benabdallah F. (2012). Etude morphologique des feuilles et des fruits du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica Desf*) et valorisation des huiles essentielles des feuilles et de l'oléorésine. Mémoire de magistère, option biotechnologie, université Mohamed Kheider Biskra p37
- Benhassaini H. (2007). Phytoécologie de *Pistacia atlantica Desf.* subs *Pitacia atlantica* dans le nord-ouest Algérien article scientifique, *sécheresse 2007,p199-205*

Benhassini H., Belkhodja M., (2004). Le pistachier d'Atlas en Algérie: Entre survie et disparition. *La feuille et l'aiguille*,54:1-2

Benhassini H., Mehdadi Z., Hamel L., Belkhodja M. (2007). Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *Atlantica* dans le nord -ouest algérien. *sécheresse*,.18(3):199-205.

Benkheira A., Moreau S., Benziene A., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabeche M., Moali A., Sellami D. (2005). Plan de Gestion Oglet Ed Daira. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005.

Blozan W. (2004). Tree Measuring Guidelines of the Eastern Native Tree Society. Ed. ENTS, New York, 30p.

BNEDER. (1998). Etude et proposition d'un modèle d'aménagements de parcours steppiques dans la zone sud de la commune de Bouhmama et une partie de la commune de Tamza rapport analyse de la situation actuelle des parcours steppiques (étude phytoécologique et ressource pastorale 73p+annexe)

BNEDER. (2014). Etude de faisabilité technico-économique de mise en valeur des terres par la concession. Périmètre Laarbas. Commune Besbes, (wilaya de Biskra).95p+annexe

BNEDER. (2015). Etude portant sur le diagnostic écologique des peuplements du Pistachier de l'Atlas et proposition d'un plan d'action pour réhabilitation et leur extension. (phase 3): Proposition d'un plan d'action. *Alger*, 38 p.

BOUDY P. (1952). Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1, Edit. La Maison rustique, Paris, 509p

Boukais A. (2014). Contribution à une étude de la biométrie foliaire du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), cas de trois dayas de la wilaya de Laghouat (EL Gouffa, Timzerthet et Tilghemt). *Mém. de master option Ecologie végétale steppe et oasis Université Amar Telidji Laghouat*, p67.

Fennane M., Ibntattou M., Ouyahya A. et El oualidi J.(2007). Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires. *Institut Scientifique. Rabat*, 636p.

Gourine N., Bombarda I., Yousfi M. and Gaydou E.M. (2010). Chemotype of *Pistacia atlantica* leaf essential oils from Algeria, *Natural product of communication* vol.5,N°1,115-120

Hadj Aissa F.Z. (2004). Etude de l'évolution de l'action de l'activité antioxydante de feuilles et de fruits du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*). *Mémoire de magistère. Université de Laghouat. 108p*

Jahanbazy Gojani H., Iranmanesh Y. & Naghavi H. (2012). *Economic value of pistachio (Pistacia mutica) meal and its using on feeding of herbivorous animals. I.J.S.N., VOL. 3(1) 2012: 73-77*

Kadi-Bennane S. (2004). Etude biosystématique et évolution adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf.ssp *atlantica* (Ain Oussera, Messad, Tamanrasset) par le biais du complexe stomatique et d'une approche anatomique. *Magister en sciences Agronomiques, I.N.A EL Harrach, 112p.*

Monjauze A. (1968). Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. 128 p.*

Monjauze A. (1980). Croissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. *Biologie et foret. Rev .For. France. p. 357-363*

Monjauze A. (1982). Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. Dans le Sahara algérien. *Revue forestière Françaises, 4.:277-289*

Morsli A.; 1992: Analyse de la structure sexuelle d'un peuplement de *Pistacia atlantica* Desf dans une daya de la région de Messaad , *Mém. .Ing . INA.EL Harrach.57.*

Office national de météorologie (ONM). (2014). Données météorologiques de Laghouat. 7p.

Oukabli A. (2005). Influence de la nature de six types de pollen sur les caractéristiques pomologiques des fruits du pistachiercv mature *Rev. Amélioré.prod.milieu aride 6,241-246 .*

Ozenda P. (1983). Flore et végétation du Sahara. *2e éd. CNRS. Paris.624p*

Quézel P. et Médail F. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *ELSEVIER, Paris, p11-31.*

Roland J.-C., Roland F., El Maarouf-Bouteau H. et Bouteau F. (2008). Atlas Biologie végétale, 2. Organisation des plantes a fleurs. *Ed. Dunod, Paris, 144p.*

Smail Saadoun N. (2005). Types stomatiques du genre *Pistacia*: *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. *Options méditerranéennes, série A, 63: 369-71*

Yaaqobi A., El Hafid L. et Haloui B. (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. De la région orientale du Maroc, *Biomatec Echo, Volume 3, N° 6, pp 39 – 49.*

Zohary M. (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series 5, pp187-228.*