

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU

FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Présentée

Par **Naima GUELMANI**

En vue de l'obtention du Diplôme de

**Doctorat troisième cycle (LMD) en Sciences
Agronomiques**

Spécialité: Gestion des ressources naturelles

Option : conservation et gestion des ressources forestières.

**Contribution à l'étude ethnobotanique, phytoécologique
et phytodynamique de *Pistacia atlantica*. Desf, dans les
dayas de la région de Laghouat**

Soutenue le 13.07.2023, devant le jury d'examen composé de :

M ^{me} Karima TALEB-TOUDERT	MCA,	UMM Tizi-Ouzou.	Présidente.
M ^r Rachid MEDDOUR	Professeur,	UMM Tizi-Ouzou.	Directeur de thèse
M ^{me} Safia BELHADJ.	Professeur,	Université Djelfa.	Examinatrice
M ^r Mohamed TOUMI.	Professeur,	Université Alger 1.	Examineur

Année universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Je remercie en premier lieu " Dieu" qui ma donné la force, la santé et le courage de pouvoir achever ce modeste travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance au professeur Rachid MEDDOUR, directeur de cette thèse, qui a guidé mes premiers pas, merci de m'avoir accordé l'occasion pour effectuer ce travail de recherche. Il a su m'aider tout au long de ces années à construire la réflexion et à franchir les caps difficiles. Merci d'avoir fait preuve de patience et d'une attention particulière durant les moments difficiles, les nombreuses discussions que nous avons eues et ses conseils ont été primordiaux à l'aboutissement de ce travail. Grand merci.

*Aux honorables membres du jury :
Pr. Meddour Rachid,
MCA. Taleb-Toudert Karima,
Pr. Belhadj Safia,,
et Pr. Toumi Mohamed,
qui m'ont fait l'honneur d'examiner et améliorer ce travail, veuillez accepter ma profonde reconnaissance.*

Merci infiniment a Mr METNA Boussad, Maitre assistant à l'UMMTO, qui m'a répondu oui sans l'ombre d'une hésitation malgré ses lourdes charges.

Mes remerciements chaleureux s'adressent aussi aux Professeurs Mekliche Arezki, Abdelkrim Ahcéne à l'ENSA d'El Harrach, Kouidri Mohamed à l'université de Laghouat, Meddour-Sahar Ouahiba et Kadi Si Ammar à l'UMMTO et Docteur Benghanem Nabil à l'USTHB, pour leurs contributions positives et enrichissantes, pour leurs conseils judicieux ainsi que pour leurs soutiens et encouragements.

Je voudrai associer à mes remerciements toutes les personnes qui, à des degrés divers, ont contribué à faciliter la réalisation de mon travail sur terrain, particulièrement : Monsieur le Conservateur des Forêts de la Wilaya de Laghouat, Mr Zerouala Assem, Chef de bureau de protection à la Conservation des forêts de Laghouat, Mr Taleb Nadhir et Mr Chikhaoui Said. Je les remercie tous. Sincèrement à la fois pour leur aide

précieuse sur le terrain, en espérant que ce modeste travail leur servira dans leurs projets de valorisation.

Je tiens à remercier aussi de façon particulière et chaleureuse ma chère amie et sœur, Mme Ait Amar Samia, docteur en biologie et contrôle des populations d'insectes à l'UMMTO pour son aide, ses orientations, ses conseils pertinents et sa gentillesse.

Enfin, je me dois de remercier mon mari Mourad qui s'est investie dans ma passion et a supporté jusqu'au bout la vie d'ermite que mène un thésard au terme de sa recherche doctorale. Il m'a accordé tout son soutien et m'a encouragé pour venir à bout de cette thèse qui n'en finissait pas.

A ma chère Maman et ma fille Hanane et tous mes frères Ramdane, Mohamed , Kamel , cher Ibrahim et Mourad.

À la mémoire de mon cher papa : Arezki. Qui reste mon plus bel exemple de bonté, de sacrifice et de courage et a toute ma famille.

-À tous (tes) mes amis (ies) sans exception;

-À tout le personnel du département des Sciences Agronomiques d'UMMTO;

-À tous les agronomes en général, particulièrement les Forestiers.

Merci à vous tous et à tous ceux que je n'ai pas mentionnés mais auxquels je pense très fort.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction	01
--------------------	----

Chapitre I. Description du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.)

1. Etymologie et nomenclature	03
2- Description botanique.....	03
3- Aire de répartition et taxonomie	05
4- Ecologie	08
5- Ecophysiologie et influence du changement climatique sur cette espèce-clé	11
6- Intérêts et usages, autres que médicaux.....	13
7- Ethnobotanique, ethnomédecine et activités thérapeutiques	14
8- Floristique et phytoécologie	16
9- Facteurs de régression et conservation in situ	19
10-Dynamique in situ, processus de facilitation et effet nurserie de <i>Ziziphus lotus</i>	21

Chapitre II. Etude du milieu physique et conditions environnementales

I-Présentation de la zone d'étude	23
1-Situation géographique et administrative de la wilaya de Laghouat	23
2- Relief et géomorphologie	24
3- Géologie.....	26
4-Types de sols.....	27
5- Réseau hydrographique	28
6- Occupation des terres et ressources naturelles.....	29
7- Dégradation des terres	31
II-Répartition et écologie du pistachier de l'Atlas dans la wilaya de Laghouat	32
III- Etude climatique et bioclimatique de la zone d'étude.....	33

1-Précipitations	33
2-Températures	36
2-1- Amplitude thermique annuelle extrême : continentalité thermique.....	37
3-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен : période sèche.....	37
4-Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger : types de bioclimats.....	38
IV. Autres facteurs climatiques dans la région de Laghouat (période 1987-2017)	40

Chapitre III. Matériel et méthodes

Présentation du Matériel végétal.....	41
Dayas et période d'échantillonnage	43
I- Variables écologiques explicatives.....	51
1. Altitude	51
2.Exposition	51
3.Pente	51
4.Nature de la surface du sol.....	51
5. Recouvrement de la végétation	51
II.Variables dendrométriques explicatives.....	51
III. Mesure des variables à expliquer	52
1. Pâturage	52
2. Piétinement du bétail	52
3. Passage des incendies	53
4. Coupes délictuelles	53
5. Pollution.....	53
6. Labour.....	53
VI. Mesures de la diversité du cortège floristique	53
1. Diversité spécifique	53
Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	53
Equitabilité de Piélou.....	54
Indice de similitude de Jaccard	54
Etude ethnobotanique	54
Etude phytoécologique	57
Etude dendrométrique	58
Etude phytodynamique.....	59
Analyse statistique.....	59

Chapitre IV. Résultats et discussions

Résultats.....	61
Etude ethnobotanique	61
Etude phytoécologique	74
Etude dendrométrique	84
Etude phytodynamique (facilitation).....	102
Discussion.....	118
Etude ethnobotanique	118
Etude phytoécologique	120
Etude dendrométrique	122
Etude phytodynamique (facilitation).....	123
Conclusion et perspectives.....	125
Références bibliographiques	128
Annexes	
Article	

Liste des abréviations

ACP : Analyse en composantes principales

AHPE : Automne, Hiver, Printemps, Eté.

AFC : Analyse factorielle des correspondances

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'investissement

ANIREF : Agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière

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

CCTA : Commission de coopération technique en Algérie

CHA : Classification hiérarchique ascendante

C.R.S.T.R.A. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.

DCA : Analyse des correspondances détandancées

DGF : Direction Générale des Forêts

DSA : Direction des services agricoles

GPS : Global Positioning System

IFN : Inventaire Forestier National.

MENA: Middle East and North Africa

ONM : Office National Météorologique.

SAU : Superficie agricole utile

SIG : Systèmes d'Information Géographique

Liste des tableaux

- Tableau 1 .Daïras et communes de la wilaya de Laghouat avec leurs superficies
- Tableau 2 .Les différentes classes de sols ainsi que leur localisation dans la région d'étude (BNEDER, 2015)
- Tableau 3 .Répartition des superficies de pistachier de l'Atlas selon la géomorphologie dans la wilayade Laghouat (BNEDER, 2015)
- Tableau 4 .Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Laghouat (en mm) (période 1987-2017) et de la station d'Aflou (période 2001-2017)
- Tableau 5 .Régime saisonnier des précipitations à Laghouat et à Aflou
- Tableau 6 .Variation des températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Laghouat (période 1987-2017)
- Tableau 7 .Localisation des dayas échantillonnées
- Tableau 8 .Les dayas d'étude
- Tableau 9 . Les dayas d'étude de la partie phytodynamique
- Tableau 10 . Catégories de diamètre (ou de circonférence) des arbres
- Tableau 11 .Répartition des personnes enquêtées selon le genre
- Tableau 12 .Fréquences des réponses sur les usages de Pistachier de l'Atlas
- Tableau13 . Fréquence des réponses sur les parties utilisées
- Tableau14 . Fréquence des réponses sur les additifs cités plus de deux fois
- Tableau 15 . Fréquences des réponses pour les groupes de maladies traitées
- Tableau16 . Maladies et organes utilisés pour les traiter
- Tableau 17. Fréquences des réponses sur le diagnostic de la maladie
- Tableau 18 . Familles de la flore de Laghouat
- Tableau 19 . Valeurs propres des trois premiers axes de la DCA
- Tableau 20 . Répartition des arbres par classes d'hauteur
- Tableau 21 . Répartition du nombre de tiges par classe de circonférence
- Tableau 23 . Nombre des arbres par daya
- Tableau 24.Distribution des classes de circonférences (m)
- Tableau 25 .Distribution des classes de hauteurs moyennes (cm)
- Tableau 26 .Tableau de données soumis à l'ACP (14 variables mesurées ou estimées et codifiées x 30 dayas échantillonnées).
- Tableau 27 .Matrice de corrélation (coefficient de corrélation linéaire de Pearson)

Tableau 28 .Indices de similitude de Jaccard et nombre d'espèces en commun dans les 30 dayas.

Tableau 29 .Nombre d'espèces et indices de Jaccard pour les peuplements des dayas et des touffes de Jujubier dans les 30 dayas.

Tableau 30 : Espèces recensées dans les touffes de Jujubier

Liste des figures

Figure 1. Port d'un individu arborescent de *Pistacia atlantica*, (photo : G.N., Laghouat, avril 2018)

Figure 2. Feuilles composées et grappe de fruits portés par un rameau de *Pistacia atlantica* (Monjauze, 1980)

Figure 3 .Aire de distribution naturelle de *Pistacia atlantica* dans le Monde (Yahia, 2011)

Figure 4. Distribution géographique des peuplements de *Pistacia atlantica* en Algérie (Yahia, 2011) (échelle 1/50000)

Figure 5. Position du jujubier et bétoum par rapport aux autres espèces-climax en fonction des précipitations moyennes annuelles (les limites des rectangles correspondent aux valeurs entre lesquelles oscille la moyenne annuelle des précipitations) (Mhirit et al., 1999)

Figure 6. Position du jujubier et bétoum par rapport aux autres espèces-climax en fonction des températures (Les limites des rectangles correspondent aux températures moyennes annuelles des minimas et des maximas. Les limites des flèches représentent les températures minimales du mois le plus froid à gauche et celles du mois le plus chaud à droite) (Mhirit et al., 1999)

Figure 7. Amplitude bioclimatique de *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus* en Afrique du Nord et des espèces avec lesquelles ils s'associent (Mhirit, 1999)

Figure 8. Localisation géographique de la wilaya de Laghouat (ANIREF, 2013)

Figure 9. Les communes de la wilaya de Laghouat. Source https://fr.wikipedia.org/wiki/Daïras_de_la_wilaya_de_Laghouat.

Figure 10. Carte des zones géographiques de la wilaya de Laghouat (opentopomap. org)

Figure 11. Carte des sols de la wilaya de Laghouat (CCTA, 1963).

Figure 12. Réseau hydrographique de la wilaya de Laghouat (03) et bassin versant de la vallée de l'oued M'Zi (Hannachi, 1981 ; Aissaoui, 2016).

Figure 13. Carte de répartition de nappes alfatières (Conservation des forêts de Laghouat , 2010, échelle 1/50000) .

Figure 14. Carte des risques de la dégradation des terres dans la wilaya de Laghouat (extraite de FAO-UNESCO-UNEP, 1980).

Figure 15. Aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans la wilaya de Laghouat (BNEDER,2015).

Figure 16. Variabilité de la pluviométrie moyenne annuelle à Laghouat (période 1987-2017)

Figure 17. Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Laghouat.

Figure 18. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Laghouat (période 1987-2017).

Figure 19. Position bioclimatique de la wilaya de Laghouat sur le climagramme d'Emberger (version Daget, 1977).

Figure 20. Carte bioclimatique de la wilaya de Laghouat (CRSTRA in BNEDER, 2014)

Figure 21. Localisation des 5 communes retenues pour l'étude ethnobotanique dans la wilaya de Laghouat. Du nord au sud : 8. Tadjemout, 24. Sidi Bouzid, 1. Laghouat, 18. Tadjerouna et 7. Ain Madhi.

Figure 22. Carte de localisation des relevés floristiques réalisés dans la zone de Laghouat (Source : photo prise en avril 2018 sur Google Earth).

Figure 23. Carte de localisation des relevés dendrométriques réalisés dans la zone de Laghouat (Source : photoprise en Avril 2018 sur Google Earth).

Figure 24. Localisations des dayas de Pistachier de l'atlas retenues pour cette étude

Figure 25. Entretiens individuels avec les informateurs sélectionnés dans leurs tentes (a), à leurs domiciles (b), ou dans leurs herboristeries dans la ville de Laghouat (c, d).

Figure 26. Répartition des informateurs selon l'âge

Figure 27. Répartition des informateurs selon le niveau académique

Figure 28. Répartition des informateurs selon leur occupation principale

Figure 29. Répartition des informateurs selon leur lieu de résidence

Figure 30. Répartition des informateurs selon leur ethnie ou tribu d'origine

Figure 31. Répartition des informateurs selon leur origine des connaissances ethnobotaniques

Figure 32. Les différentes parties du pistachier de l'Atlas utilisées en médecine traditionnelle à Laghouat : a. feuilles, b. fruits mûrs, c. fruits mélangés avec des dattes écrasées roulées en boules, forme la plus consommée (à gauche) et corbeille de graines vertes (à droite), de polypore du pistachier de l'Atlas ou el-sorra (photos avril 2018, Laghouat).

Figure 33. Fréquence des réponses sur les modes de préparations médicamenteuses

Figure 34. Classement des maladies traitées selon les fréquences des réponses

Figure 35. Principales familles de la flore des 52 dayas de Laghouat

Figure 36. Spectre biologique des espèces inventoriées

Figure 37. Distribution biogéographique des taxons récoltés

Figure 38. Carte des relevés sur le plan factoriel $\frac{1}{2}$ de la DCA

Figure 39. Carte des espèces sur le plan factoriel $\frac{1}{2}$ de la DCA Signification écologique des axes factoriels.

Figure 40. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante de la matrice totale.

Figure 41. (a) et b) : mesures dendrométriques sur le terrain

Figure 42. Répartition des arbres par classes d'hauteur (en m) des sujets de *P. atlantica*

Figure 43. Hauteur moyenne du peuplement par daya. Le trait horizontal en rouge indique la moyenne.

Figure 44. Distribution du nombre de tiges du peuplement dans les classes de circonférences .

Figure 45. Circonférence moyenne du peuplement par daya. Le trait horizontal en rouge indique la moyenne .

Figure 46. Répartition des arbres par classes de diamètre des sujets de *P. atlantica*

Figure 47. Arbres remarquables (grandes dimensions) du *P. atlantica*, dayas de Hassi delaa (Ben terbeh et Bouezara).

Figure 48. Relation Hauteur moyenne arbre /diamètre Houppier de pistachier d'Atlas

Figure 49. Sex -ratio du peuplement

Figure 50. Distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare

Figure 51. La distribution de la surface terrière par daya

Figure 52. Nombre total de touffes de jujubier /daya

Figure 53. Distribution des classes de circonférences des individus de *Ziziphus lotus*

Figure 54. Histogramme de distribution en classes de hauteurs moyennes des individus de *Ziziphus lotus*.

Figure 55. Hauteurs moyennes des jujubiers sauvages par daya

Figure 56. Nombre de sujets de pistachier dans les touffes de jujubier

Figure 57. Hauteur moyenne des sujets de Pistachier de l'atlas

Figure 58. Analyse en Composante Principale des variables

Figure 59. Richesse spécifique dans les touffes de Jujubier par daya

Figure 60. Variation spatiale de l'indice de diversité de Shannon-Wiener

Figure 61. Variation spatiale de l'indice de Piélou

Figure 62. Evolution spatiale des indices de diversité et d'équitabilité.

Liste des annexes

Annexe 1. Questionnaire d'enquête ethnobotanique sur *Pistacia atlantica* auprès des populations locales, herboristes et tradipraticiens , réalisé par N.Guelmani et R.Meddour

Annexe 2 . Répartition biogéographique des espèces des 52 dayas de Laghouat

Annexe 3 : Superficie et distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare

Annexe 4 : Distribution des surfaces terrière

Annexe 5 : Exemples de plantes inventoriées dans la zone de Laghouat

Introduction

Introduction

La wilaya de Laghouat renferme d'importantes ressources végétales réparties sur les plaines steppiques, les montagnes et l'espace présaharien et saharien. Elle est aussi considérée comme une région particulièrement riche en ressources naturelles et en diversité biologique, mais la biodiversité de ces écosystèmes est soumise à une dégradation souvent irréversible et se trouve confrontée à plusieurs altérations.

L'écosystème steppique a connu depuis une trentaine d'années une transformation et un bouleversement structural et fonctionnel, dont l'impact est particulièrement négatif sur les ressources naturelles. Les parcours steppiques offrent aujourd'hui un paysage dégradé, résultant de l'action combinée de deux facteurs : le premier naturel et le second anthropozoïque.

Menacé de dégradation et de disparition, le bétoum ou pistachier de l'Atlas en est un bon exemple. C'est le plus ubiquiste des arbres du Nord de l'Afrique et du Proche Orient (Monjauze, 1980). Il présente une amplitude écologique et une plasticité remarquables. On le trouve du Sahara jusqu'aux marges du bioclimat humide (Quézel et Médail, 2003). Le Bétoum est une essence endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie (Alyafi, 1979). Le pistachier de l'Atlas présente beaucoup d'intérêts (médicinal, pharmaceutique, économique et dans la politique de conservation).

C'est une espèce à large plasticité écologique qui s'accommode, dans un contexte méditerranéen, à différents sols, tolère les vents forts et les longues périodes de sécheresse (Boudy, 1950). Depuis l'étage bioclimatique humide à l'aride, le pistachier de l'Atlas constitue une espèce essentielle du maquis de la zone méditerranéenne. La rusticité du *Pistacia atlantica*, le rend particulièrement intéressant dans les programmes de reboisement puisqu'il se régénère et se développe dans les endroits les plus arides où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer (Belhadj et al., 2008). Sa vaste amplitude écologique lui permet de constituer des formations mixtes avec la plupart des espèces forestières, des plus thermophiles (chêne liège) aux plus alticoles (cèdre) et aux plus xérophiiles (pin d'Alep).

Les travaux sur cette espèce précieuse sont nombreux, on peut citer: Belhadj et al. (2008), Benhassaini et al. (2007), Ait Said (2010), Yahia (2011), Mansour (2011), Bouderbala (2012), Amara et Bouazza (2013), Salamkour et al. (2013), Daoudi et al. (2013), Benaradj et al. (2015), Belaskri (2016), Ahmed (2017), Benaradj (2017) et Limane (2018).

Ce travail porte sur l'étude ethnobotanique, phytoécologique et phytodynamique de *Pistacia atlantica*. Desf, dans les dayas de la région de Laghouat.

L'objectif de cette étude est de découvrir les vertus thérapeutiques et médicinales de *Pistacia atlantica* pour mettre en évidence leur utilisation en médecine traditionnelle auprès de la population de la région de Laghouat, en corrélation avec les principaux facteurs écologiques et anthropiques.

Dans ce contexte, la problématique s'articule autour de quatre axes principaux :

- Le premier axe est basé sur l'étude du Pistachier de l'Atlas comme plante aromatique et médicinale en réalisant une enquête ethnobotanique auprès de la population locale et des herboristes ;
- Le second axe est l'évaluation de la diversité floristique des dayas à Pistachier de l'Atlas de la région de Laghouat ;
- Le troisième axe traitera de l'étude dendrométrique du *P. atlantica* menée à l'échelle des dayas de Laghouat ;
- Le quatrième axe abordera l'analyse des interactions plante-plante *Pistacia/Ziziphus* en étudiant le processus de facilitation et l'effet nurserie.

Notre contribution s'articule sur quatre chapitres ; un premier chapitre est dédié à la description générale de l'espèce *Pistacia atlantica* et met en relief l'état des connaissances sur le pistachier de l'Atlas, en développant les caractéristiques botaniques, aire de répartition, écologie, intérêt et usages autres que médicaux, ethnobotanique, floristique et phytoécologie, facteurs de régression et conservation *in situ*, dynamique *in situ* et processus de facilitation et effet nurserie de *Ziziphus lotus*.

Un deuxième chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude, avec la situation géographique, climatique et dynamique de la population humaine et de ses activités.

- Le troisième chapitre est axé sur une étude expérimentale associée à plusieurs approches :
 - ethnobotanique,
 - phytoécologique,
 - dendrométrique,
 - et phytodynamique (facilitation).

Le quatrième chapitre met en exergue les résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, une conclusion générale synthétisera les points essentiels de ce travail ainsi que les perspectives de recherches futures.

Chapitre I

Description du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*)

1. Etymologie et nomenclature

Le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf., Anacardiaceae) vient de l'italien *pistacio*, emprunté par l'intermédiaire du latin *pistacium* au grec *pistakion*, formé lui-même d'après l'ancien nom persan *pista*, qui est la dénomination originelle du fruit la pistache, à rapprocher du nom syrien « foustoke » (Mitchell, 2004). Cet arbre est connu en Afrique du Nord sous les noms vernaculaires de « botma, betouma ou btouma » en arabe local, « iggh ou tismelal » en tamazight et « bétoum » en français. En Algérie, le fruit est connu sous divers noms vernaculaires : il s'appelle « el khodiri, khoddir, goddim », pour le fruit vert, ou « kohil » pour le noir (Belaskri, 2016). La résine est dénommée en arabe « alk, anbak, heul » (Burnet, 1939). Les galles sont connues sous le nom local de « afse » (Sifi et al., 2015).

Le Pistachier de l'Atlas a été décrit pour la première fois pour la science en Algérie par Desfontaines en 1798 (Monjauze, 1980).

2. Description botanique

Le pistachier de l'Atlas est un bel arbre, de grande taille de 5-10 m de haut (figure 1), à tronc bien individualisé, court et épais et souvent tourmenté, à cime étalée et hémisphérique (Quézel et Santa, 1963). Mais, certains individus peuvent atteindre 15 à 20 m de hauteur et 5 m de circonférence (Belhadj, 2001). Doté d'une grande longévité, certains spécimens sont séculaires, jusqu'à 300 ans environ, voire pluricentennaires (Agabi, 1995).

Les feuilles composées imparipennées sont alternes, constituées de 7 à 9 (11) folioles (figure 2), de 10-20 cm, stipulées, à folioles oblongues-lancéolées, obtuses à l'apex, à rachis finement ailé, de couleur vert pâle, glabres et sessiles. Les feuilles sont caduques et chutent en automne, l'inflorescence est en grappe lâche et rameuse, latérale. Les fleurs sont petites en panicules axillaires et toutes apétales. Ce sont des fleurs régulières avec une tendance à la zygomorphie, de par sa dioécie et ses fleurs nues, *P. atlantica* constitue une espèce particulière des Anacardiaceae (Yaaqobi et al., 2009). C'est une espèce dioïque, les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. La floraison apparaît juste avant la feuillaison (Gaussen et al., 1982), de février à juin. Mais quelques pieds, exceptionnellement monoïques, ont été rencontrés dans les montagnes de Yunt, Province de Mania en Turquie (Kafkas et al., 2001).



Figure 1. Port d'un individu arborescent de *Pistaciaatlantica*, (photo : G.N., Laghouat, avril 2018)



Figure 2. Feuilles composées et grappe de fruits portés par un rameau de *Pistacia atlantica* (Laghouat , 2019)

Le fruit, gros comme un pois, est une drupe, monosperme, subglobuleuse-ovoïde, rougeâtre, puis brun-noir à maturité (Ozenda, 1983), à un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine. La fructification débute vers la fin mars et les fruits atteignent leur maturité en septembre (Yaaqobi et al., 2009).

Les espèces du genre *Pistacia* sont des hôtes obligatoires pour un groupe de pucerons gallicoles spécialisés (Wool, 2004 ; Inbar, 2008), provoquant des galles dans lesquelles ils se développent. Nouvelle observation de *Geoica mimeuri* (Gaumont 1930) et description de *Forda riccobonii* (Stefani, 1899) sur *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie ont été réalisés par Louzabi et al. (2020), la fréquence des galles causées par *G. mimeuri* est environ trois fois plus élevée que celles induites par *F. riccobonii*. Les espèces de pistachiers ont une grande diversité génétique due à leur caractère dioïque (Karimi et Kafkas, 2011). *Pistacia atlantica* présente pour ses 4 sous-espèces avec une formule chromosomique de $2n = 28$ (Ghaffari et al., 2003).

3. Aire de répartition et taxonomie

L'étude menée par Brousse (1974) a fait ressortir l'ancienneté du genre *Pistacia* (Anacardiaceae), qui comptait plusieurs représentants à l'époque Tertiaire. On admet que *Pistacia* est né en Asie Centrale, il y a 80 millions d'années (Al-Saghir, 2010). *Pistacia atlantica* a occupé la région Méditerranéenne depuis les périodes climatiques sèches et froides du Miocène, -23 à -5 millions d'années (Zohary, 1952 ; Quézel et Médail, 2003).

Le genre *Pistacia* comprend au moins onze espèces à l'échelle mondiale (Kokwaro et Gillett, 1980). Il existe trois espèces sauvages de *Pistacia* en Algérie : *P. atlantica* Desf., *P. lentiscus* L. et *P. terebinthus* L. (Belhadj et al., 2008), en plus du pistachier cultivé (*P. vera* L.). *P. atlantica*, qui présente une variabilité morphologique, se subdivise en 4 sous-espèces : *P. atlantica* subsp. *atlantica*, *P. atlantica* subsp. *mutica*, *P. atlantica* subsp. *kurdica* et *P. atlantica* subsp. *cabulica* (Zohary, 1952). Des vérifications taxonomiques récentes ont montré l'existence en Afrique du Nord de la sous-espèce, *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* (Parfitt et Badenes, 1997 ; Benhassaini et Belkhodja, 2004).

A travers le Monde, il existe actuellement deux principales zones de répartition de *Pistacia atlantica*, considérée comme espèce irano-touranienne, la première comprend la région MENA, l'Afrique du Nord et les pays du Moyen-Orient et la seconde, qui couvre l'Asie du Sud-Ouest, concerne la partie orientale des montagnes du Zagros et la région du Caucase,

allant de la Crimée à la mer Caspienne (Zohary, 1952).

Pistacia atlantica et ses différentes sous-espèces (*cabulica*, *mutica*, *kurdica* et *atlantica*) occupent une aire très vaste, de la marge du Sahara jusqu'au climat méditerranéen (Walker et al., 1987) et depuis les îles Canaries (Gomera, Ténériffe) jusqu'en Afghanistan (figure 3), en passant par l'Afrique du nord, la Tripolitaine et la Cyrénaïque, la Palestine, la Syrie, la Jordanie, Israël, l'Iraq, l'Iran, la Turquie, la Grèce, Chypre, la Bulgarie, la Crimée, le Caucase, etc. (Monjauze, 1968; Kaska et al., 1996 ; Khaldi et Khouja, 1996 ; Quézel et Médail, 2003 ; Bahrani et al., 2010). Il a été introduit en Europe dès le début de l'ère chrétienne et aux USA (Californie) en 1854 (Mansour, 2011).

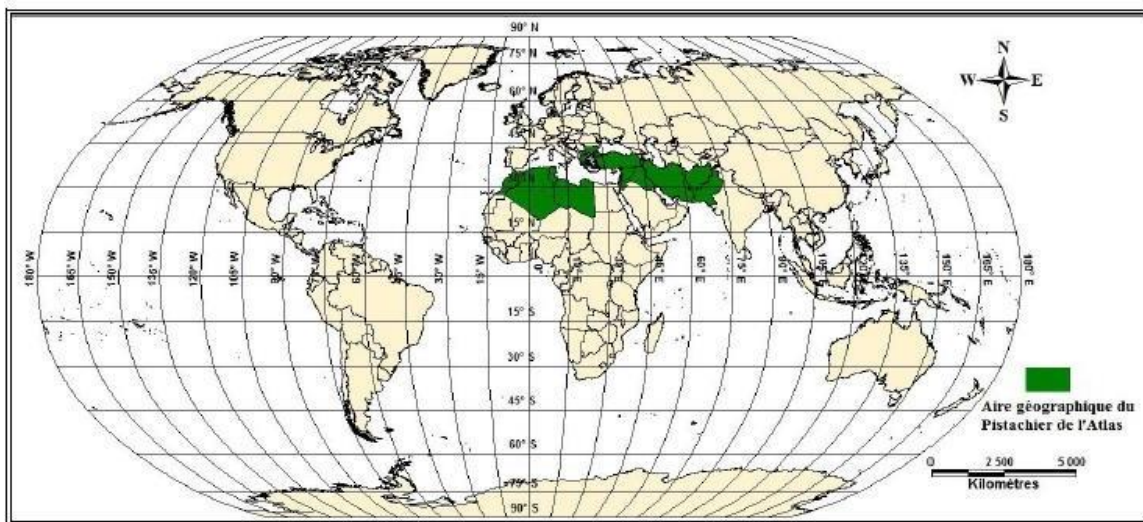


Figure 3. Aire de distribution naturelle de *Pistacia atlantica* dans le Monde (Yahia, 2011)

La majeure partie de l'aire de distribution naturelle du pistachier de l'Atlas se trouve en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), où il constitue les steppes arborées du bioclimat aride (Zohary, 1952 ; Quézel et Médail, 2003). Le *Pistacia atlantica* est assez commun en Algérie (Quézel et Santa, 1963), mais il trouve son optimum dans les régions arides et semi-arides, notamment les Hautes Plaines, où il prospère dans les lits d'oueds et les dayas (dépressions limoneuses inondées lors des pluies)¹, seul ou en association avec *Ziziphus lotus* (Monjauze, 1980 ; Kaabèche, 2003). Monjauze (1968) le décrit comme une essence des hautes plaines centrales du Maghreb et des dayas du piémont méridional de l'Atlas Saharien. Il est présent en général à l'état disséminé dans les dayas de la région de Djelfa (Senalba, Ain

¹Ces petites dépressions circulaires sont significatives d'un certain stade d'évolution morphologique. Certaines sont occupées par le pistachier et le jujubier, d'autres que par le jujubier (Chikh, 2011).

Oussera, Messaâd), Laghouat (partie sud) et Ghardaïa (oued M'Zab) (Monjauze, 1980 ; Seigue, 1985) et la région nord-occidentale de l'Algérie (Oranie) (Benhassaini et al., 2007 ; Amara et al., 2016). On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas saharien (région d'Ain Sefra) et sur les hauts plateaux oranais (Harfouche et al., 2005). Des populations plus importantes et dans un bon état sanitaire sont présentes au niveau des dayas d'El Guelb et de Gaou (au sud de Djelfa) et les dayas de Ghardaïa au Sahara septentrional (Belhadj, 2001).

Plusieurs études ont utilisé le GPS (Global Positioning System) et les SIG (Systèmes d'Information Géographique) pour la cartographie des espèces arborées. Pour la cartographie des peuplements du pistachier de l'Atlas (ou « pistacheraies », on peut citer celles de :

- Faouzi et al. (2015), qui ont délimité les peuplements du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc, à l'aide de GPS combiné au SIG, et ainsi ont déterminé quatre sites selon la densité des individus.
- Mansour (2011), qui a réalisé une étude cartographique sur la répartition du pistachier de l'Atlas dans la wilaya de Naâma (Algérie) et a délimité les peuplements d'Ain Benkhilil, installés dans des dayas, les plus jeunes sont de petite taille et de forme ronde, les plus anciennes sont relativement grandes et de forme irrégulière.

Plus tard, le BNEDER (2015) a effectué une étude cartographique précise, où il montre que le pistachier de l'Atlas occupe actuellement une surface totale de 128 239 ha, s'étalant sur 18 wilayas, dont 25 972 ha (soit 20%) pour la wilaya de Laghouat (figure 4). En terme de superficie occupée, le pistachier de l'Atlas domine dans la région Est, avec 40% des peuplements, contre 36% pour la région Centre et 24% pour la région Ouest, il se présente essentiellement en sujets épars (66.7%) et en sujets isolés (27.4%), particulièrement au niveau de l'Atlas saharien et des piémonts sud atlasiques .

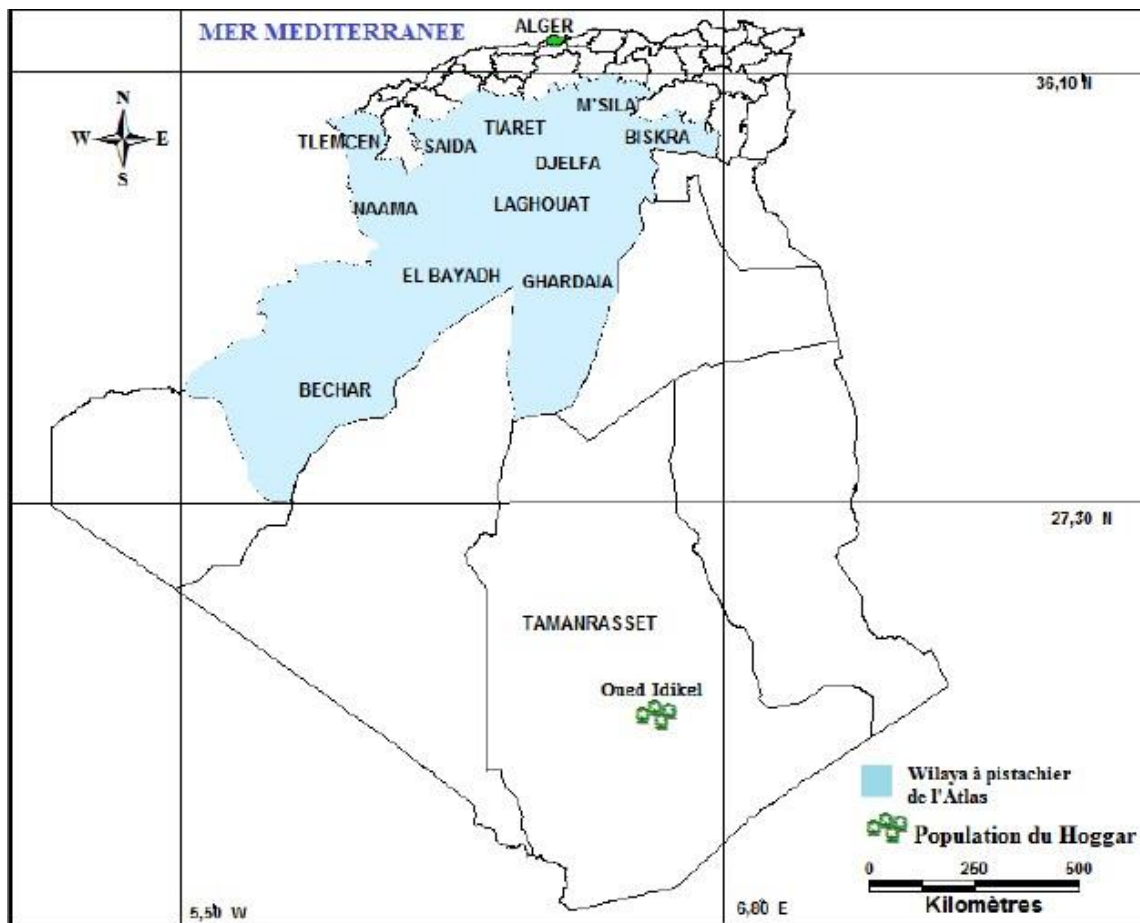


Figure 4. Distribution géographique des peuplements de *Pistacia atlantica* en Algérie (Yahia, 2011) (échelle 1/50 000)

4. Ecologie

Le pistachier de l'Atlas a une écologie difficile à cerner. Cet arbre possède une amplitude écologique et une plasticité remarquables, puisqu'il se rencontre depuis le cœur du Sahara jusqu'aux marges du bioclimat humide (Benabid et Fennane, 1994 ; Quézel et Médail, 2003 ; Belhadj et al., 2007). Présent de l'étage bioclimatique humide à l'aride, il est principalement distribué dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord (Benhassaini et al., 2007). En tant que thermophile et xérophile (Tzakou et al., 2007), il supporte les longues périodes d'aridité (Boudy, 1950). Il se développe en général sous une pluviométrie moyenne annuelle allant de 200 à 400 mm (Mhirit et al., 1999 ; Harfouche et al., 2005) et se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm/an (Monjauze, 1980) (figure 5), voire moins de 100 mm/an (Benaradj, 2010; Benaradj et al., 2013), comme dans le massif de l'Ahaggar. En

Algérie, *P. atlantica* présente une grande amplitude thermique, il est localisé là où la température moyenne maximale en été peut dépasser 45°C (Benaradj, 2010 ; Benaradj et al., 2013), et la température moyenne minimale hivernale est inférieure à 0 °C (Mhirit et al., 1999)(figure 6). Ceci coïncide, entre 700 à 1200 m d'altitude, avec les étages de végétation méso- et thermo-méditerranéen (Benaradj et al., 2015). D'après Kaska (1994), il supporte aussi bien les températures basses (– 12 °C) que les températures élevées (49 °C) et tolère les vents forts.

Cette espèce s'accommode, dans un contexte méditerranéen, de différents types de substrats, excepté le sable, allant du calcaire au grès (Benhassaini et Belkhodja, 2004). L'espèce se développe bien sur les sols argileux ou limoneux, bien qu'elle puisse prospérer aussi sur les roches calcaires, où les racines se développent à l'intérieur des fissures. Elle peut résister à des taux d'humidité édaphique faibles, jusqu'à 4% dans des sols sableux (Benhassaini et al., 2012). Nejabat et al. (2017) ont montré que le sol léger réduit la capacité de stockage de l'humidité dans le sol, nécessaire à la survie des arbres pendant les longues périodes sèches.

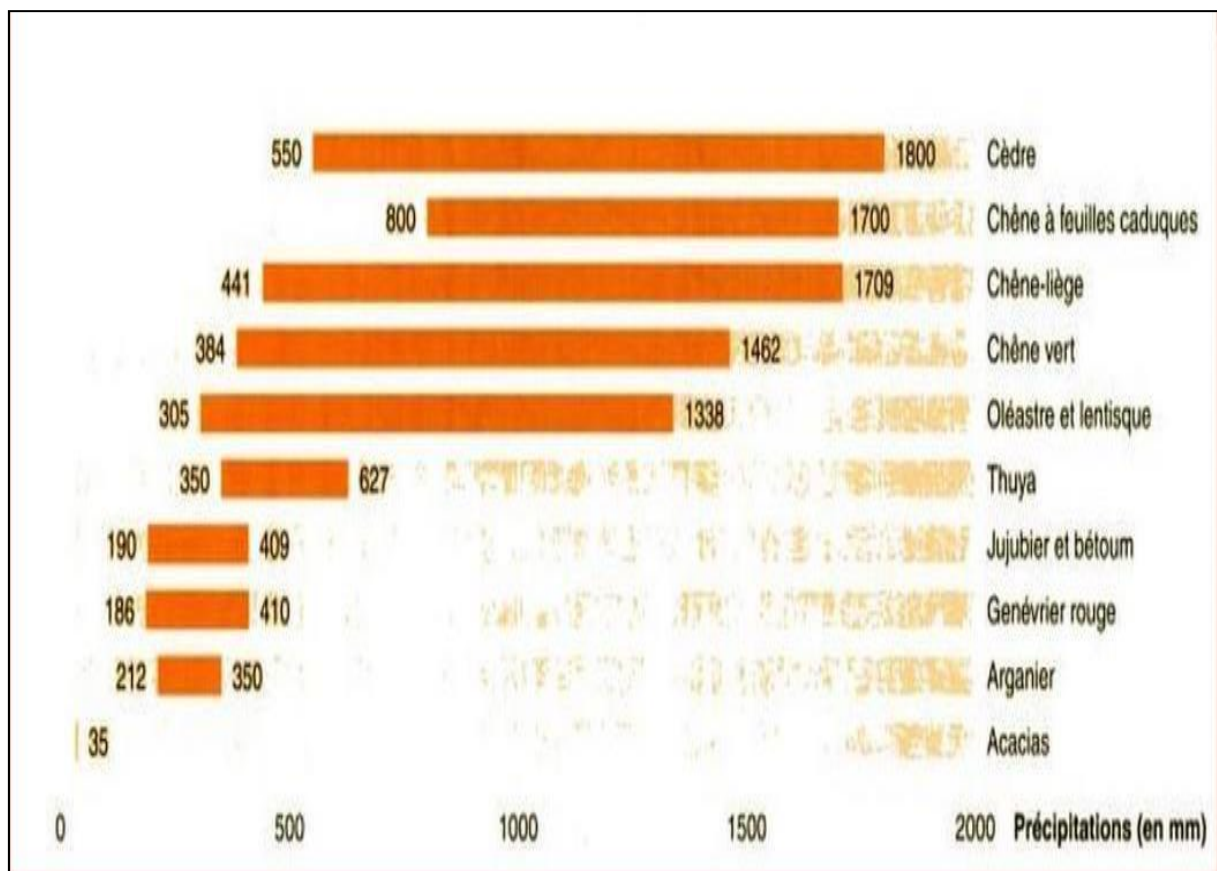


Figure 5. Position du jujubier et bétoum par rapport aux autres espèces-climax en fonction des précipitations moyennes annuelles (les limites des rectangles correspondent aux valeurs extrêmes entre lesquelles oscille la moyenne annuelle des précipitations) (Mhirit et al., 1999)

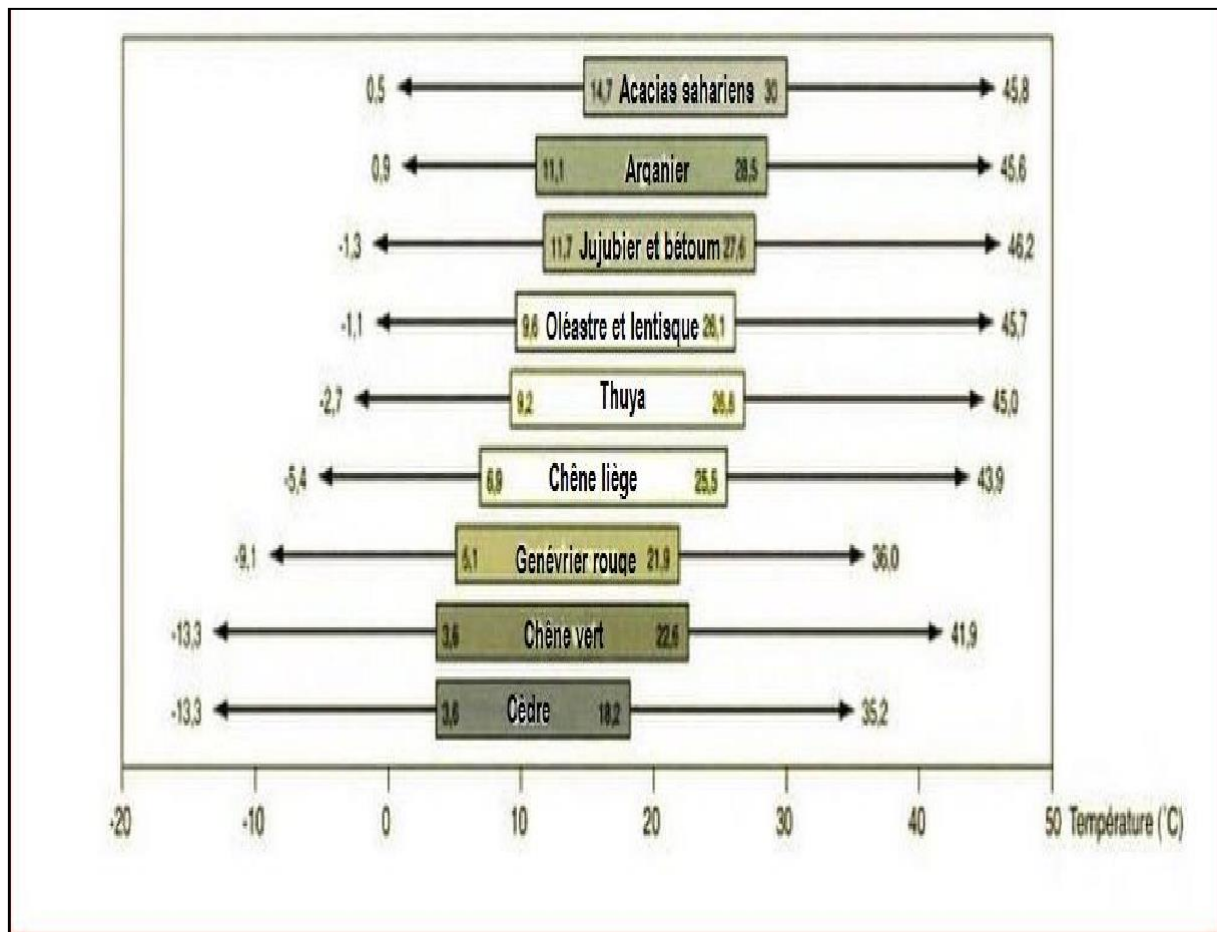


Figure 6. Position du jujubier et bétoum par rapport aux autres espèces-climax en fonction des températures (Les limites des rectangles correspondent aux températures moyennes annuelles des minimas et des maximas. Les limites des flèches représentent les températures minimales du mois le plus froid à gauche et celles du mois le plus chaud à droite) (Mhirit et al., 1999)

Par ailleurs, *P. atlantica* s'est avéré très tolérant à la salinité (Ferguson et al., 2005 ; Chelli-Chaabouni et al., 2010 ; Mehdi-Tounsi et al., 2017). Benhassaini et al. (2012) , Merbah et al., 2021 ont montré que ses plantules tolèrent bien les concentrations élevées en sel, jusqu'à 4 g/l d'eau,

ce qui confère à cette espèce, un potentiel adaptatif élevé au stress salin. La tolérance à la salinité du pistachier de l'Atlas a été associée à une faible réduction de la croissance des arbres (Sepaskhah et Maftoun, 1988 ; Picchioni et al., 1990), une faible diminution de l'activité photosynthétique et du taux de transpiration (Walker et al., 1988; Karimi et Kuhbanani, 2015).

C'est l'une des rares espèces d'arbres de grande taille qui forment un peuplement hors forêt dans les zones semi-arides, où les stress environnementaux, principalement la sécheresse et la salinité, limitent la croissance et la productivité de la plupart des espèces végétales (Parvaiz et

Satyawati, 2008). Son existence dans certains endroits, sous forme de reliques isolées ou groupées, reflète sa position d'arbre de climax naturel (Monjauze, 1980). Il constitue en effet des groupements préforestiers climaciques en bioclimat semi-aride (Monjauze), qui nous informent sur la préexistence d'anciennes forêts claires ou des steppes arborées (Quézel et al., 1999 ; Quézel, 2000). En définitive, le pistachier de l'Atlas n'occupe aujourd'hui qu'une faible proportion du territoire qu'il couvrait autrefois, généralement sur des sols peu profonds.

5. Ecophysiologie et influence du changement climatique sur cette espèce-clé

Le pistachier de l'Atlas est assez peu étudié alors qu'il occupe une place importante dans les écosystèmes steppique et saharien algériens. L'espèce constitue un cas écologique et biogéographique particulièrement intéressant. Son écophysiologie est très peu étudiée, et bien qu'elle pourrait apporter un éclairage sur ses adaptations au climat, les travaux sur cet aspect sont à l'état d'ébauche (Belhadj et al., 2007 ; Amara, 2014 ; Limane et al., 2014).

Les plantes réagissent aux variations environnementales, en particulier la disponibilité de l'eau, sur le plan morphologique, anatomique et biochimique, avec des ajustements qui les aident à faire face à de telles variations (Lukovic et al., 2009). Le stress hydrique est l'un des principaux facteurs environnementaux qui limitent la croissance et la production des plantes, en particulier dans les zones arides et semi-arides (Gorai et al., 2015). Il est connu pour induire de nombreux changements morphologiques et physiologiques chez les plantes (Chaieb et al., 1992). Les plantes s'adaptent ainsi au stress de la sécheresse en développant des caractères xéromorphes, basés principalement sur la réduction de la taille des feuilles (Trubat et al., 2006) et l'augmentation de l'épaisseur des parois cellulaires. Dans leur étude, El Zerey-Belaskri et Benhassaini (2015) ont montré une corrélation entre les paramètres climatiques et la morphologie des feuilles de *Pistacia atlantica* dans le nord-ouest de l'Algérie. De leur côté, Amara et al. (2017) ont constaté que les feuilles de *P. atlantica* possèdent des caractères anatomiques xéromorphes (épiderme des feuilles épais et cutinisé, sécrétion de résine, grand développement du système vasculaire ...), lui donnant une grande plasticité écologique dans un environnement aride (Amara, 2009). Selon Ait Saïd et al. (2010), l'augmentation de l'épaisseur de la feuille avec le degré d'aridité peut améliorer la survie et la croissance de *P. atlantica* en assurant une protection plus élevée pour les tissus internes dans les sites à aridité élevée. L'adaptation de *P. atlantica* subsp. *atlantica* aux milieux arides se traduit par une forte densité stomatique (Kadi-Bennane et al., 2005). De plus, le maintien d'une meilleure

turgescence de *P. atlantica*, sous contrainte hydrique signifie une grande capacité d'ajustement osmotique de cette espèce (Hessini et al., 2009). Au final, la grande plasticité morpho-anatomique et phénotypique de *P. atlantica* en réponse à l'aridité peut expliquer sa large distribution écologique dans le nord de l'Afrique (Shaheen et al., 2009).

Le pistachier de l'Atlas est répandu dans les régions semi-arides et arides, où les conditions naturelles difficiles le poussent à former des symbioses pour contrer le déficit hydrique (Zareb et al., 2016). Une diversité de champignons endophytes est, en effet, notée au niveau des feuilles du pistachier de l'Atlas. Ces endophytes sont probablement capables de maintenir l'équilibre écophysologique et adaptatif de cette espèce, sous les conditions contraignantes du milieu naturel dans lequel elle vit (Zareb et al., 2016).

Des études indiquent que beaucoup d'espèces dotées de capacités d'adaptation limitées au changement climatique encourent des risques très élevés, si la température moyenne globale augmentait de + 2 °C (Ifticène-Habani et Abdoun, 2018). Certaines espèces s'adapteront aux nouveaux climats, alors que d'autres sont déjà adaptées. Parmi ces espèces, figure en bonne place le pistachier de l'Atlas, un arbre rustique et autochtone, qui se développe dans les endroits les plus arides, où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir (Belhadj et al., 2008).

Dans une étude dendroécologique en Algérie, Ifticène-Habani et Messaoudène (2016) ont montré que la croissance radiale de cette espèce dépend fortement des conditions hydriques (précipitations moyennes annuelles) et thermiques (températures moyennes annuelles). Le pistachier de l'Atlas en réponse au climat module sa croissance radiale en fonction des précipitations. Les années de forte croissance correspondent à des années humides et les années de faible croissance à des années sèches. Cet ajustement traduirait ainsi sa grande capacité d'adaptation aux changements climatiques.

Le travail d'Ifticène-Habani et Abdoun (2018) sur le déterminisme climatique de la croissance radiale du pistachier de l'Atlas en milieu forestier, sous bioclimat subhumide à Djebel Meddad (Tissemsilt), a montré que les sensibilités moyennes sont très proches sur les versants nord et sud, mais restent faibles par rapport à celles obtenues dans les régions arides et semi-arides.

La connaissance de sa sensibilité et de ses seuils de réponse au climat est indispensable pour appréhender son comportement futur et les conséquences sur sa répartition spatiale (Ifticène-Habani et Messaoudène, 2016). Toutefois, les changements climatiques ne devraient pas entraîner des raréfactions ou des disparitions significatives des phanérophytes méditerranéens.

Les espèces les plus menacées le sont beaucoup plus dans un proche avenir en raison des impacts de l'homme sous les variations climatiques (Quézel et Médail, 2003). Enfin, selon ces auteurs, la résistance aux perturbations du pistachier de l'Atlas est optimale et résulte de la bonne plasticité écologique de cette espèce du « modèle de résistance » au sens de Barbero et al. (1990).

6. Intérêts et usages, autres que médicaux

Le pistachier de l'Atlas fait partie des ressources végétales méconnues dans le Monde, et ce n'est que récemment que les services environnementaux et autres ont commencé à lui accorder de plus en plus d'attention (Bellefontaine et al., 2001 ; Benhassaini et al., 2007). Toutefois, les peuplements de cette espèce étaient utilisés par les nomades depuis la plus haute Antiquité en Afrique du Nord (Quézel et Médail, 2003). Monjauze (1982) a mis l'accent sur l'importance écologique, économique et sociale de cette espèce et de son écosystème, notamment en Algérie. Le pistachier de l'Atlas est un arbre à la fois protecteur et productif (Monjauze, 1968), qui possède de multiples caractères utilitaires. Il fournit de la résine, des fruits et de l'huile, et d'autres usages sont envisageables, tels que la production de composés aromatiques (Mosharaffa et al., 1999). Il est aussi une source de fourrage pour le bétail, par son feuillage (Niazi et al., 1999). Son bois très durable (Boudouaya et al., 2016), est un bois d'artisanat et un excellent bois pour le chauffage et la carbonisation (Monjauze, 1980). Il est également utilisé pour la fabrication de savon à partir des cendres (Benabid, 1986). L'avantage de l'utilisation de *P. atlantica* dans l'industrie du papier est signalé par Belaskri et al. (2012).

Il a un rôle important dans la conservation des sols contre l'érosion éolienne et contribue à leur stabilité (Rezaeyan et al., 2009). De par sa rusticité, sa résistance à la sécheresse et sa capacité à produire un humus abondant, il peut s'avérer précieux pour le reboisement et la reforestation des milieux fortement dégradés des régions méditerranéennes arides et semi-arides prédésertiques (Golan-Goldhirsh et al., 2004 ; Harfouche et al., 2005 ; Belhadj et al., 2007, 2008 ; Benaradj et al., 2015). C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il a été largement utilisé dans le programme de lutte contre la désertification à Djelfa (Nahal, 2004).

Le *P. atlantica* subsp. *atlantica* est employé comme porte-greffe en Turquie, en Syrie et en Espagne (Vargas, 1990 ; Hadj-Hassan et Kardouche, 1995), pour le pistachier cultivé (*Pistacia vera*) (Monastra et al. 1997 ; Kafkas et Kaska, 1998). Ce porte-greffe est considéré

comme le plus vigoureux et résistant à l'asphyxie racinaire que les autres espèces du genre *Pistacia* utilisées comme porte-greffe (Onay et al., 2005). Tolérant à la salinité et au stress dû à la sécheresse, résistant aux nématodes et maladies fongiques du sol, *P. atlantica* subsp. *atlantica* est un porte-greffe approprié pour les régions sèches (Mirzaie-Nodoushan et Arefi, 2001).

7. Ethnobotanique, ethnomédecine et activités thérapeutiques

Les plantes médicinales ont une longue histoire d'utilisation thérapeutique (Bahmani et al., 2014) et des études récentes ont confirmé leurs effets dans la prévention d'une grande variété de maladies (Rafieian-Kopaei et Nasri, 2014). Il a été montré que les plantes médicinales présentent aussi l'avantage d'avoir des effets secondaires faibles (Rafieian-Kopaei, 2012).

Peu de travaux ont été réalisés dans le cadre de l'ethnobotanique sur le pistachier de l'Atlas. L'étude ethnobotanique de Benaradj et al. (2015b), sur *Pistacia atlantica*, effectuée auprès de la population de la région de Béchar (Sahara nord-occidental), fait ressortir que ses différents organes possèdent des vertus thérapeutiques en médecine traditionnelle, pour traiter les maux d'estomac, les problèmes gastriques, les maux des dents, les helminthiases, la leishmaniose, etc. Au Maroc, Daoudi et al. (2013), dans une étude ethnobotanique menée auprès des herboristes et tradipraticiens, ont montré que les feuilles et la résine de *P. atlantica* sont très utilisées pour traiter les affections bucco-dentaires et dermiques, en particulier.

En Algérie, cet arbre est utilisé comme antiseptique, antifongique et pour soigner les maladies abdominales (Maamri, 2008). Au Kurdistan, Ahmed (2017), dans son étude sur les utilisations traditionnelles de *P. atlantica* subsp. *kurdica*, a trouvé que l'arbre a une longue histoire de thérapie pour 20 différents types de maladies, entre autres : ulcère, dysenterie, cholestérol, maladies de la bouche et des gencives, douleur abdominale, dépression et stress. Cette plante est aussi utilisée dans le traitement de l'eczéma, la paralysie, les diarrhées, les infections de la gorge, les calculs rénaux, l'asthme et comme agent astringent, anti-inflammatoire, antipyrétique, antibactérien et antiviral (Benabderrahmane et al., 2009). Parmi ses propriétés thérapeutiques, le pistachier de l'Atlas a été impliqué dans le traitement des maux d'estomac, la dyspepsie, l'ulcère peptique et dans l'asepsie de la bouche (Al-Said et al., 1986 ; Huwez et Al-Habbal, 1986 ; Delazar et al., 2004). Les produits (par ex. fruits, gomme et feuilles) de *P. atlantica* subsp. *mutica* ont été utilisés à diverses fins médicinales et nutritionnelles en fonction de leurs capacités antioxydantes et de leur contenu phytochimique (Pourashouri et

al., 2016). En Jordanie, *P. atlantica* est largement recommandé par les herboristes pour son activité hypoglycémiant dans le traitement du diabète (Hamdan et Afif, 2004 ; Ziane, 2014). En Algérie, les feuilles de *P. atlantica* ont été utilisées comme antidiabétique et remède anti-hypertension (Bozorgi et al., 2013) et comme stomachique (Benhassaini et al., 2003). Les extraits de jeunes feuilles peuvent être un supplément antioxydant potentiel pour les produits alimentaires et pharmaceutiques (Peksel et al., 2009). Dans la médecine traditionnelle iranienne, différentes parties de *P. atlantica*, ont été utilisées depuis longtemps comme remèdes utiles pour une large gamme de maladies. Par exemple, les fruits sont connus pour leur activité aphrodisiaque et le traitement des troubles du foie, des reins, du cœur et du système respiratoire, et la résine de la gomme pour son activité cicatrisante et le traitement des troubles cérébraux et gastro-intestinaux (Kashaninejad et al., 2006 ; Bozorgi et al., 2013). Les fruits énergétiques du pistachier de l'Atlas sont utilisés, depuis longtemps, par les populations locales dans la nutrition et la médecine traditionnelle (Guenane, 2017). Ils sont consommés par les habitants (Belhadj et al., 2008). Le fruit, riche en huile (jusqu'à 60%, selon Amara et al., 2016), est utilisé par les habitants locaux comme antidiarrhéique (Yousfi et al., 2002). Cette huile a une bonne qualité nutritive (Benhassaini et al., 2007).

L'écorce de cet arbre (« arbre à mastic ») produit une résine mastic, qui peut être distillée, mais exsude naturellement par temps chaud, dont les populations locales font certains usages et dont la pharmacie s'est servie pour la fabrication d'onguents (Monjauze, 1980 ; Kawashty et al., 2000 ; Kordali et al., 2003 ; Stern et al., 2003). La gomme de mastic de cette plante a été utilisée en médecine grecque traditionnelle depuis plus de 2500 ans, pour divers troubles gastro-intestinaux, comme la gastralgie, la dyspepsie et l'ulcère peptique (Paraschos et al., 2007). L'usage traditionnel de la résine, comme masticatoire (chewing-gum) contre les infections stomacales et comme antiseptique pour les voies respiratoires, est très courant chez les populations (Giner-Larza et al., 2001). Cette gomme mastic renforce les gencives, désodorise l'haleine, combat la toux, les frissons et les maladies de l'estomac (Bellakhdar, 1997). Les effets biologiques des composés de la gomme sont nombreux : antiathérogène, hypoglycémique, anti-inflammatoire, antipyrétique, antifongique, antimicrobien, antiviral, anti-insecticide et anticancéreux (Tassou et Nychas, 1995 ; Gerchman et Inbar, 2011 ; Rezaei et al., 2012). Haghdoost et al. (2013) ont montré l'effet bénéfique sur la guérison des brûlures de l'extrait de résine de *P. atlantica*. Les huiles essentielles de la résine de *P. atlantica* présentent d'intéressantes propriétés antimicrobiennes (Benabderrahmane et al., 2009).

Bien qu'il existe divers composés chimiques avec des actions différentes dans cette plante, celle-ci est une source d'antioxydants naturels, capables de contrecarrer le stress oxydatif induit par les radicaux libres (Saber-Tehrani et al., 2012), et impliqué dans une grande variété de maladies, telles que le diabète sucré (Nasri et Shirzad, 2013) et gastro-intestinales (Bahmani et al., 2014).

Par conséquent, *P. atlantica* qui possède un niveau élevé d'activité antioxydante pourrait être bénéfique dans la prévention ou le traitement des maladies induites par le stress oxydatif.

Enfin, l'intérêt pour *P. atlantica* et ses extraits n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années compte tenu de leurs effets cliniques positifs, comme les effets cyto/génotoxiques importants sur les cancers (Rahbar et al., 2016), hypoglycémiantes (Hashemnia et al., 2015) et sur le carcinome du côlon (Rezaie et al., 2012).

8. Floristique et phytoécologie

Monjauze(1982) décrit le pistachier de l'Atlas comme l'essence la plus originale et la plus remarquable de l'Afrique du Nord, à la fois par son intérêt botanique et sa valeur sociale.

En Algérie, la vaste amplitude écologique du pistachier de l'Atlas lui permet de constituer des formations mixtes avec la plupart des espèces forestières, des plus thermophiles (chêne liège, *Quercus suber*), aux plus alticoles (cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*), en passant par les plus xérophiles (pin d'Alep, *Pinus halepensis*), au Nord, il se mélange au chêne afarès (*Quercus afares*) et au chêne zéen (*Quercus faginea*), puis il se confond dans les milieux humides avec le frêne oxyphylle (*Fraxinus angustifolia*), dans les milieux xérothermophiles, il accompagne l'arganier (*Argania spinosa*) et le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) (Monjauze, 1980) (figure 3). D'après Monjauze (1968), le Bétoum apparaît en relation avec le thuya dans les forêts claires du semi-aride, il est présent en même temps que le caroubier (*Ceratonia siliqua*) et l'olivier (*Olea europaea*), à condition qu'ils soient clairsemés. Dans l'Atlas saharien, il s'associe avec le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et le chêne vert (*Quercus ilex*), où il est éliminé par le froid en altitude (Harfouche et al., 2005). Mais, dans les régions semi-arides et arides, le pistachier de l'Atlas vit principalement en association avec le jujubier (*Ziziphus lotus*) (Belhadj et al., 2008).

Dès 1926, Maire décrit l'association à Bétoum (*Pistacietum atlanticae*), une association très localisée et qui se développe dans les dayas des hautes plaines steppiques et du Sahara septentrional. Elle est presque toujours très dégradée par l'action anthropozoiq ue et réduite à

une forêt-parc entremêlée de touffes basses de *Ziziphus lotus* ; dans les buissons de jujubier vivent un grand nombre de thérophytes et quelques hémicryptophytes, géophytes et chaméphytes , le groupement climacique serait une brousse élevée de *Ziziphus lotus* dominée par des arbres de *Pistacia atlantica* espacés ou plus serrés, mais ne formant pas un couvert continu (Maire, 1926). Selon Ozenda (1983), les dayas et les dépressions fermées du Sahara septentrional sont caractérisés par l'association à *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*. En effet, le pistachier de l'Atlas et le jujubier constituaient une association climacique (*Pistacia atlanticae-Ziziphietum loti*) (Benabid, 1988), sur les Hauts Plateaux du Maroc oriental, en bioclimats aride et semi-aride chauds, tempérés et frais (figure 7), d'après Benabid et Fennane (1994).

Peu de travaux ont abordé l'écologie de cet arbre et la composition floristique qui l'accompagne. Dans le nord-ouest algérien (Tlemcen, El Bayadh), Benhassaini et al. (2007), par un diagnostic phytoécologique, ont montré que le pistachier de l'Atlas se trouve souvent disséminé sur de grandes étendues, en situation éparsée et isolée, et en densité très faible, formant parfois de petits bosquets d'unedizaine d'arbres. Son cortège floristique est d'une diversité faible à Ain Fezza, Tlemcen. Le *Pistacia atlantica* dominant y est accompagné dans la strate arborée par *Olea europaea* et *Ceratonia siliqua*. La strate arbustive se limite aux espèces thermophiles méditerranéennes épineuses, telles que *Calicotome spinosa*, *Rhamnus oleoides*, *Anagyris foetida*, *Chamaerops humilis*, *Ziziphus lotus*, etc., et la strate herbacée est représentée par des espèces indicatrices des zones dégradées, telles que *Stipa tenacissima* et *Ampelodesma mauritanicum* (Benhassaini et al., 2007). Plus au sud (Brézina, El Bayadh), le peuplement du pistachier de l'Atlas à une richesse floristique très faible, dans la strate arborée, il est accompagné de *Juniperus phoenicea* et *Pinus halepensis*. La strate arbustive est composée exclusivement par *Ziziphus lotus* et la strate herbacée est simple se limitant à *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* (Benhassaini et al., 2007).

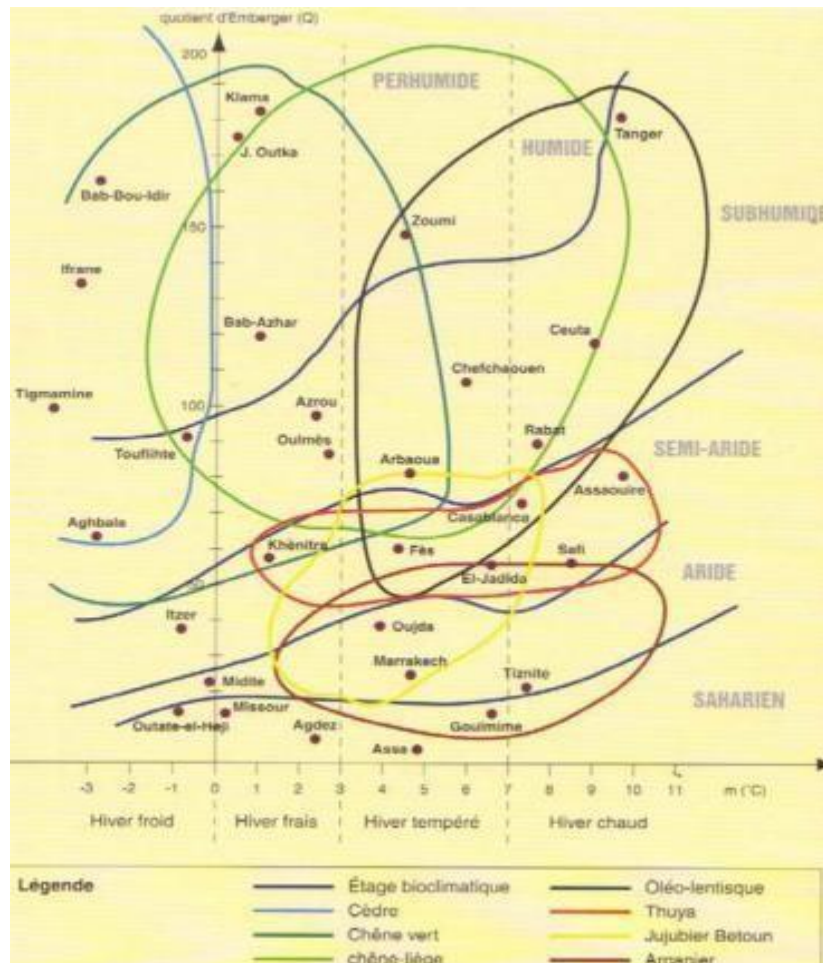


Figure 7. Amplitude bioclimatique de *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus* en Afrique du Nord et des espèces avec lesquelles ils s'associent (Mhirit, 1999)

Toujours dans le nord-ouest de l'Algérie (Tlemcen), Amara (2009, 2014) et Amara et Bouazza (2013) ont caractérisé les groupements à *Pistacia atlantica* à la fois sur le plan écologique, phytosociologique et dynamique, dans des environnements qui sont à la limite de leur potentialité écologique. Ces auteurs montrent que leur richesse floristique est de 198 espèces végétales et que les espèces les plus liées à *Pistacia atlantica* s'organisent en deux groupes : le groupe 1, composé de *Pistacia atlantica*, *Withania frutescens*, *Olea europaea*, *Vella annua* et *Artemisia herba-alba*, et le groupe 2, composé de : *Asphodelus microcarpus*, *Asparagus stipularis*, *Calicotome villosa* subsp. *intermedia* (Amara et Bouazza, 2013). Ces groupes floristiques appartiennent en particulier à la sous-association (*Calicotome intermediae-Oleetum sylvestris pistacieto sumatlanticae*) (Quézel et al. 1992) (Amara et Bouazza, 2013).

Sur l'Atlas saharien occidental, Benaradj et al. (2012, 2013, 2015), par une approche phytoécologique dans la steppe aride au nord de Béchar et au sud de Beni Ounif, ont étudié les groupes floristico-écologiques de *Pistacia atlantica*, en relation avec les conditions climatiques et édaphiques. Ceux-ci occupent une immense aire, mais généralement éparse et localisée aux talwegs et dayas, et abritent une grande diversité floristique (131 espèces végétales), liée à la diversité des climats, la géomorphologie et la nature des sols. Le pistachier de l'Atlas est accompagné par diverses espèces ligneuses et sous-ligneuses (Benaradj et al., 2015) : *Olea europaea*, *Retama raetam*, *Ziziphus lotus*, *Rhus tripartita*, *Vitex agnus-castus*, *Phoenix dactylifera*, *Nerium oleander*, *Hammada scoparia*, *Ephedra alata* subsp. *alenda*, *Anabasis articulata*, *Zilla spinosa* subsp. *macroptera*, *Launaea arborescens*, *Thymelaea microphylla*, *Fredolia aretioides*, *Helianthemum lippii*, *Anvillea gracini* subsp. *radiata*, *Ballota deserti*, *Artemisia herba-alba*, *Lygeum spartum*, etc., et de nombreuses thérophytes. Benaradj (2017) distingue un groupement bien distinct à *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*, se rapportant à l'association *Zizipho-Pistacietum atlanticae* des dayas du Sahara septentrional (Abdelkrim, 1985).

Au Sahara central, le pistachier de l'Atlas forme avec le myrte de Nivelles (*Myrtus nivellei*), une association végétale relictuelle (*Pistacio-Myrtetum nivellei*), dans l'oued Idikel de l'Ahaggar (Tamanrasset) ; elle compte 23 espèces végétales (Abdelkrim, 1989, 1992).

9. Facteurs de régression et conservation *in situ*

Les essences forestières des écosystèmes méditerranéens arides et semi-arides, mis en péril par une très forte et très ancienne pression humaine et animale, ne sont pas stables (Quézel et al., 1999). Certaines ne sont plus représentées aujourd'hui que par de minuscules peuplements relictuels (White, 1986). Ainsi, un grand nombre d'espèces arborées se trouvant en lisière de forêt ou épars « arbre hors forêt » (Bellefontaine et al., 2001) sont devenues des espèces rares ou menacées, tel est le cas du pistachier de l'Atlas (Mhirit, 1999). Pourtant, cette espèce est protégée par la législation nationale en vertu du décret exécutif n°12-03 du 04/01/2012.

Malgré ses grandes valeurs écologiques et économiques, le pistachier de l'Atlas est dans une situation critique, il est soumis à une évolution régressive sous la forte pression anthropique (Belhadj et al, 2008 ; Amara, 2014). Autrefois très abondant, cette essence ne cesse de régresser d'année en année suite à la conjugaison de nombreux facteurs anthropozoïques, qui contribuent à sa dégradation, tels les défrichements, destruction de ses habitats naturels,

accroissement du cheptel, surpâturage, incendies, ravageurs et maladies, exploitation incontrôlée pour le bois de feu et le fourrage, mise en valeur anarchique et spéculative des dayas (Benhassaini et Belkhdja, 2004 ; Yaaqobi et al., 2009). En Afrique du Nord, selon Zaafouri et Chaieb (1999), la menace provient principalement de la conjonction de deux phénomènes : la dégradation par le surpâturage (ébranchage excessif, tassement du sol) et l'occurrence, suite au changement climatique mondial, d'une période de sécheresse de plus en plus longue, exacerbée d'une année à l'autre, qui compromettent la régénération naturelle du pistachier de l'Atlas, déjà déficitaire au cours des dernières années (Pourreza et al., 2008).

La désertisation et le phénomène d'ensablement sur son aire de répartition ont entraîné une diminution progressive de sa capacité de survie ; la dissémination à distance des graines est assez faible et la plupart des diaspores sont soumises à la prédation et aux effets du parasitisme (Quézel et Médail, 2003). D'autre part, le déclin du pistachier de l'Atlas est dû à des raisons économiques et à des budgets investis très limités dans la production, la régénération et l'entretien des pistacheraies naturelles des dayas (Belhadj, 2001). Pour qu'il puisse jouer pleinement ses multiples rôles écologiques, sociaux et économiques, le pistachier de l'Atlas nécessite une prise en charge effective et immédiate, des mesures de protection adéquates dans son habitat naturel et doit recevoir tous les soins particuliers selon son état de dégradation (Benhassaini et al., 2007). Il est impératif de créer une zone de protection rigoureuse propre à cette espèce, qui contribuerait à la protection de sa diversité et à une meilleure régénération naturelle, et de réhabiliter et restaurer ses peuplements (Belhadj, 1999 ; Benhassaini et Belkhdja, 2004). La conservation *in situ* de *P. atlantica* exige une gestion particulière dans son aire naturelle, afin d'assurer une meilleure préservation des surfaces résiduelles. Pour améliorer cette forme de conservation, un équilibre entre les activités humaines et la dynamique naturelle de cette espèce-clé sont nécessaires. Il faut aussi favoriser le développement harmonieux des différentes strates (herbacées, chaméphytes et phanérophytes), à l'aide des espèces non consommées par le bétail, telles que *Hammada scoparia*, *Launaea arborescens*, *Rhus tripartita*, etc. (Benaradj et al., 2015).

Enfin, des programmes de conservation *in situ* (choix et mise et défens de réserves) et *ex situ* (multiplication de plantations conservatoires à l'échelle des régions propices) doivent être conçus et lancés en urgence, afin de sauvegarder les populations et les ressources génétiques du pistachier de l'Atlas (Harfouche et al., 2005).

10. Dynamique *in situ*, processus de facilitation et effet nurserie de *Ziziphus lotus*

La régénération naturelle *in situ* de *Pistacia atlantica* est peu documentée et aucune étude n'est réalisée sur le thème de sa facilitation par *Ziziphus lotus* en Algérie et même au Maghreb.

Localement les populations disent : « *el sedra oum el botma* » (littéralement : le jujubier est la mère du pistachier), cette expression est très significative (Harfouche et al., 2005). Dès 1888, Trabut signalait déjà les relations étroites qui existent entre le pistachier de l'Atlas et le jujubier sauvage (Mansour, 2011). Cette relation positive du pistachier de l'Atlas et du jujubier est nommée « facilitation » (Belhadj, 1999 ; Kaabèche, 2005). Ce phénomène de facilitation regroupe toute situation où un végétal favorise l'implantation et le développement d'un autre végétal, grâce à des relations interspécifiques positives (Michalet, 2006 ; Callaway, 2007).

En effet, le bétoum pousse et se maintient dans les dayas grâce à la protection que lui offrent dans son jeune âge les fourrés de *Ziziphus lotus* (L.) Desf. (couramment nommé en Afrique du Nord "Sedra"), (Ghedira, 2003), contre les herbivores, les gelées et les vents violents (Trabut, 1935 ; Boudy, 1955). *P. atlantica* est soumis à une évolution progressive dans les touffes de jujubier qui favorisent la germination des graines piégées de cette espèce (Quézel et Médail, 2003). Par ses épines, le jujubier assure à la plantule de pistachier une protection durant son cycle juvénile de développement (Mansour, 2011). En effet, du fait d'un pâturage excessif, les seules possibilités de régénération et surtout de développement du bétoum n'existent qu'au sein des touffes du jujubier épineux : les jeunes plants sont ainsi assurés d'une protection face à la pression d'herbivorie (Kaabèche et al., 2011). De plus, le sol où les feuilles du jujubier sauvage tombent devient acide et facilite la germination des graines du pistachier de l'Atlas (Belhadj, 2001), et il favorise la croissance de ses jeunes pousses suite à l'enrichissement du sol par la matière organique (Yaaqobi et al., 2009). L'habitat au sein duquel la graine du pistachier trouve les conditions de germination est eutrophie et créé en grande partie par le jujubier, qualifié de plante nurse, de telle sorte, que dans les dayas, la densité du peuplement de pistachier est fonction de celle du jujubier, à l'heure actuelle, sa régénération naturelle est entièrement liée à cet effet de facilitation (Mansour, 2011).

En fait, le pistachier de l'Atlas se régénère naturellement par semis dans l'abri offert par n'importe quelle végétation broussailleuse suffisamment dense, susceptible d'assurer dans son

jeune âge la protection qui lui est nécessaire (Monjauze, 1968, 1980). Sa régénération naturelle par semis peut être facilitée par d'autres espèces broussailleuses, le plus souvent épineuses, comme: *Chamaerops humilis*, *Lycium intricatum*, *Asparagus albus*, *A. stipularis*, *Calicotome intermedia*, *Periploca angustifolia*, *Rhus tripartita*, *Opuntia* spp., *Agave americana*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa*, *Juniperus oxycedrus*, et même l'Alfa (*Stipa tenacissima*), qui le protègent contre l'action anthropozoïque, comme il a été signalé par plusieurs auteurs (Monjauze, 1980 ; Maeste et al., 2003 ; Yaaqobi et al., 2009 ; Amara et Bouazza, 2013 ; Benaradj et al., 2015). Dans l'Ahaggar, le bétoum s'est installé à l'intérieur des buissons de *Myrtus nivellei* (Abdelkrim, 1989, 1992), qui joue le même rôle que le jujubier dans les dayas (Abdelguerfi et Laouar, 2000).

Dans ce contexte, Ludwig et al. (2004) notent que les touffes dispersées dans le paysage aride et semi-aride, contribuent à la formation des « îlots fertiles », caractérisés par une amélioration des propriétés physico-chimiques du sol, et de ses activités biologiques très importantes. Des études menées au sud aride de l'Australie par Tongway et Hindlay (2004) montrent le rôle biologique important que jouent les touffes des ligneux, dans la restauration des écosystèmes dégradés. Il serait judicieux d'imiter la nature pour permettre le maintien et l'extension de tels arbres et arbustes dans les régions méditerranéennes arides et semi-arides (Abdelguerfi et Laouar, 2000). En effet, dans ces régions, le recours à des espèces ligneuses autochtones, comme plantes nurses, est considéré comme une alternative, dans la plupart des cas, efficace de restauration écologique (Noumi, 2010).

Chapitre II

Etude du milieu physique

I. Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique et administrative de la wilaya de Laghouat

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la wilaya de Laghouat fait partie des wilayas pastorales du pays, ainsi que des wilayas du Sud (ANDI, 2013). Laghouat, une ancienne oasis, devient chef-lieu de wilaya au découpage administratif de 1974 (Benblidia et al., 2006). D'une superficie de 25052 km², la wilaya de Laghouat est localisée à 400 km à vol d'oiseau au sud de l'Algérie, de la côte méditerranéenne (ANIREF, 2013). Elle est limitée (figure 8) : au nord, par la wilaya de Tiaret, à l'est, par la wilaya de Djelfa, au sud, par la wilaya de Ghardaïa, à l'ouest, par la wilaya d'El Bayadh (ANDI, 2013).

Sur le plan administratif, cette wilaya est composée de 10 daïras et 24 communes (tableau 1, figure 9). Cinq communes sont considérées comme urbaines : Laghouat, Aflou, Ain Madhi, Hassi R'Mel et Ksar El Hirane.

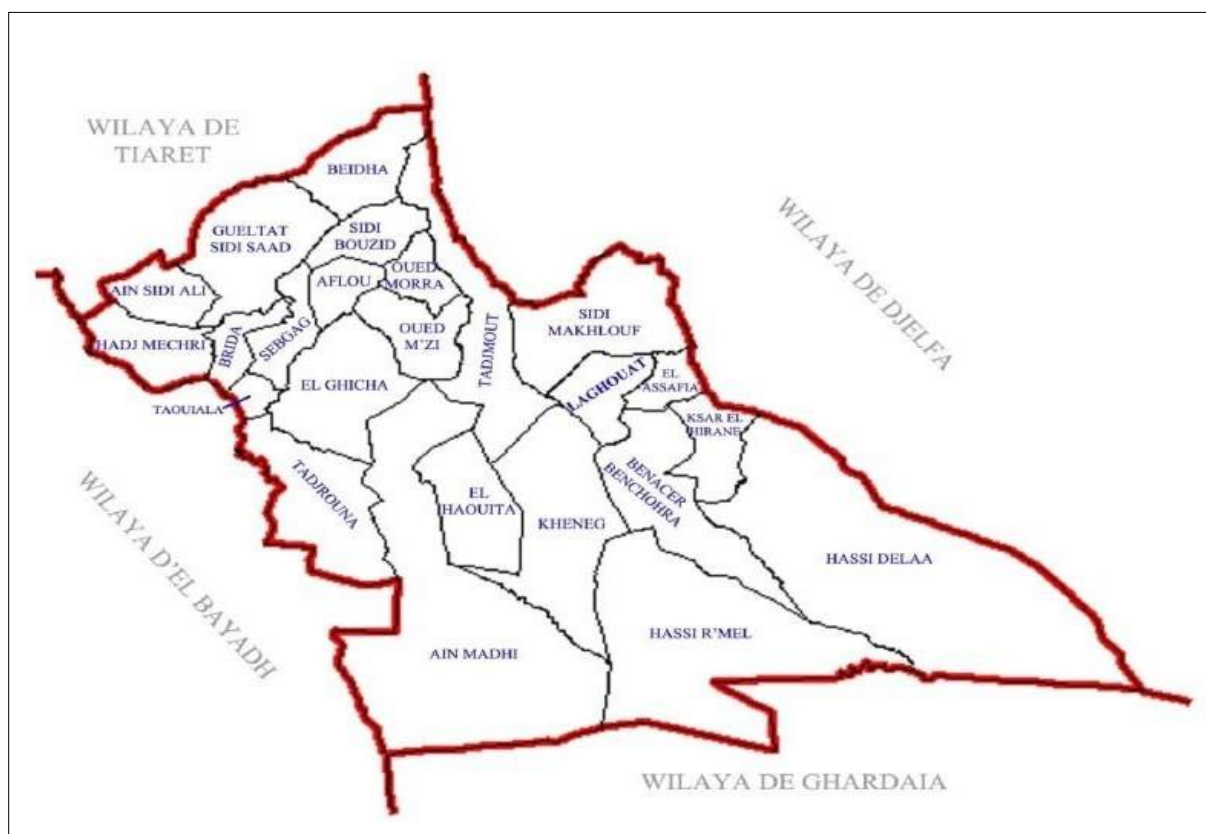


Figure 8. Localisation géographique de la wilaya de Laghouat (ANIREF, 2013)

Tableau 1. Daïras et communes de la wilaya de Laghouat avec leurs superficies

Dairas	Nombre de communes	Communes	Superficie (km ²)
Aflou	3	Aflou • Sebgag • Sidi Bouzid	1 548
Aïn Madhi	5	AïnMadhi • Tadjemout • Tadjrouna • El Houaita • Kheneg	7 820
Brida	2	Brida • Taouiala	985
El Ghicha	1	El Ghicha	730
Gueltet Sidi Saâd	4	Gueltat Sidi Saad • Aïn Sidi Ali • HadjMechri • Beidha	2 605
Hassi R'Mel	2	Hassi R'Mel • Hassi Delaa	5 912
Ksar El Hirane	2	Ksar El Hirane • Bennasser Benchohra	2 700
Laghouat	1	Laghouat	400
Oued Morra	2	Oued Morra • Oued M'Zi	785
Sidi Makhlouf	2	Sidi Makhlouf • El Assafia	1 840

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Daïras_de_la_wilaya_de_Laghouat

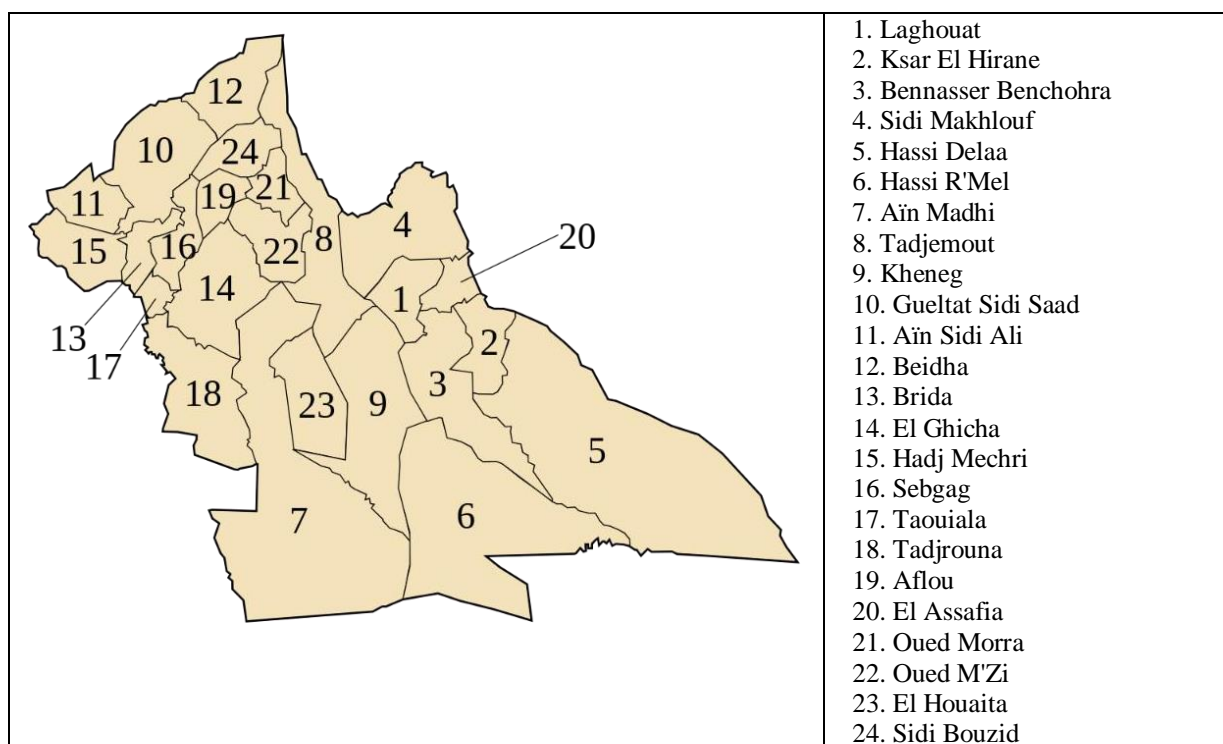


Figure 9. Les communes de la wilaya de Laghouat

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Daïras_de_la_wilaya_de_Laghouat

2. Relief et géomorphologie

La wilaya de Laghouat est localisée dans une région de transition sur le plan physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne atlasique et les vastes surfaces subhorizontales du socle saharien. La wilaya de Laghouat est installée sur trois zones

géographiques naturelles d'importance inégale en superficie (ANDI, 2013 ; BNEDER, 2015) (figure 10) :

- La zone steppique, sur les hautes plaines steppiques de Gueltet Sidi Saâd, cette zone est comprise entre 650 et 850m d'altitude, au nord de la région d'étude.
- L'Atlas saharien (djebel Amour et djebel Lazreg), caractérisé par des chaînes montagneuses, dont les altitudes varient de 1000 à 1700 m, avec des pentes de 12,5 à 25%.
- Le plateau présaharien, sur la zone des piémonts sud-atlasiques (hautes plaines steppiques de Tadjemount, plateau saharien de Laghouat), qui correspond à la « région des dayas » et s'étend jusqu'à la dorsale du M'Zab. Cette zone est caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1000m et des pentes de 0 à 3%.

La ligne de démarcation entre l'Atlas saharien et le plateau présaharien correspond à ce qu'on appelle l'accident Sud-Atlasique (Wildi, 1983),

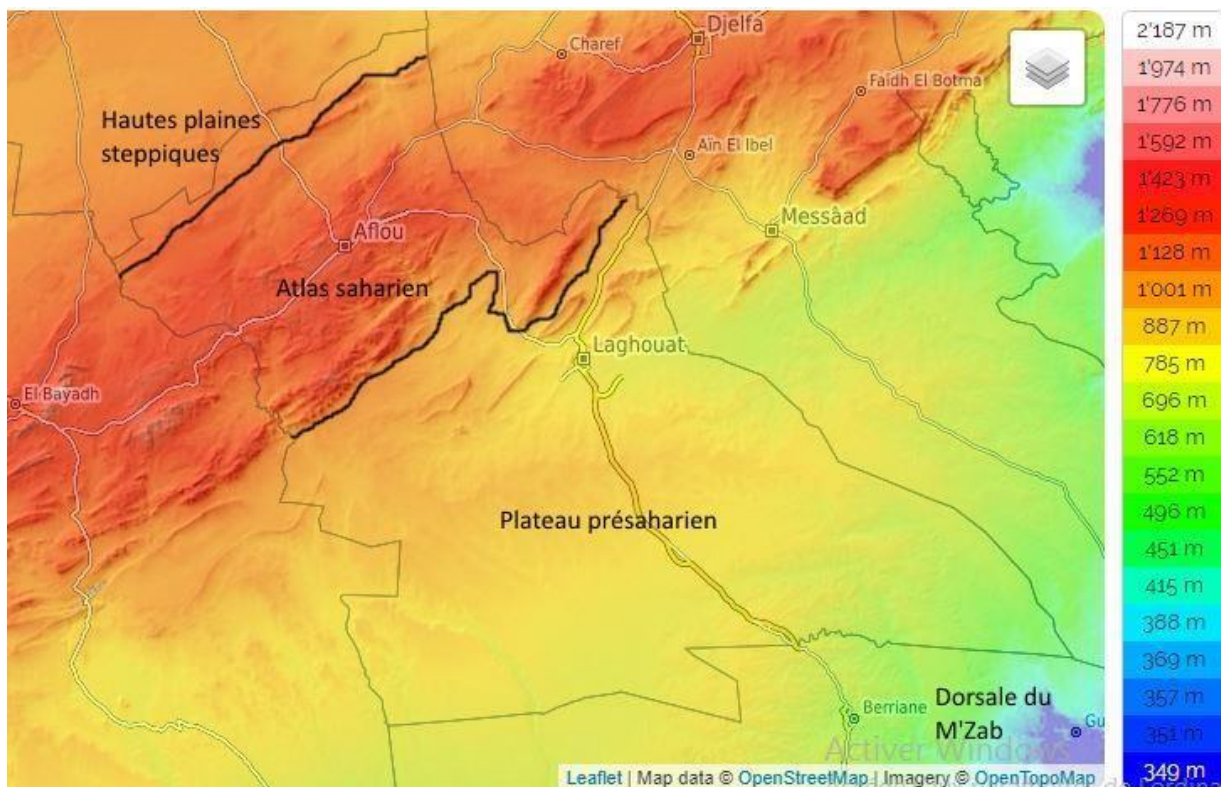


Figure 10. Carte des zones géographiques de la wilaya de Laghouat (opentopomap.org,2013)

3. Géologie

Du point de vue structural, le territoire de la wilaya de Laghouat s'étend sur deux domaines géologiques nettement différents (Hannachi, 1981) : un domaine atlasique (Atlas saharien), au nord, caractérisé par la succession d'anticlinaux et des synclinaux perchés, et un domaine saharien (plateforme saharienne), au sud, formé par un ensemble de plateaux tabulaires diversifiés selon leurs structures et la nature de la roche qui les constituent. La description géologique de la wilaya de Laghouat a permis d'attribuer les formations de la région aux ères Secondaire (mésozoïque), Tertiaire et Quaternaire :

Le Secondaire est représenté par (Aissaoui, 2016) :

- Le Trias qui n'apparaît qu'à la faveur de quelques accidents locaux, observables dans la région nord-ouest de la wilaya. Le Trias affleure sous forme de plusieurs lithofaciès : marnes et argiles bariolés, gypses, silts, grés, dolomie, cargneule, souvent accompagné de roches vertes probablement d'origine volcanique.
- Le Jurassique qui n'est observable que dans sa partie supérieure au cœur d'anticlinaux à allongement sud-ouest / nord-est dans la région nord de la wilaya, tels que le djebel Lazreg, le djebel Zerga, le djebel Zlagh, et la partie orientale du djebel Mimouna. D'une manière générale, le Jurassique de l'Atlas Saharien est caractérisé par un développement important à l'ouest du méridien de Laghouat. Au niveau du djebel Amour, seule la partie supérieure du Jurassique est connue, d'une puissance de plus de 2000 m et d'une lithologie variée.
- Le Crétacé qui couvre la majeure partie de la wilaya. Le Crétacé inférieur surtout gréseux occupe de vastes dépressions entre les anticlinaux. Le Crétacé supérieur évaporitique et carbonaté constitue l'essentiel des synclinaux perchés en « tabula », dans le djebel Milok, le Dakhla, le djebel Gourou, le Sidi Okba au nord-ouest de la wilaya.

Le Tertiaire : les terrains tertiaires affleurent le plus souvent sur la bordure méridionale de la chaîne atlasique et se présentent sous forme de séries rouges concordantes ou discordantes (suivant leur position stratigraphique) sur les terrains mésozoïques (Aissaoui, 2016).

Le Quaternaire, représenté par un système de glaciaires (hautes surfaces Moulouyennes), est constitué de terrains qui comprennent des dépôts d'origines très diverses (formations marine, lacustre, fluviatile ou formation continentale) (Guillemot et al., 1972). Ces dépôts se montrent à des altitudes très variées et ont été formés à de nombreuses époques successives et leur formation continue même de nos jours (Soleilhavoup, 2011).

4. Types de sols

Les types de sol rencontrés appartiennent à une mosaïque de 3 classes principales de sols (sols peu évolués, sols calcimagnésiques, sols minéraux bruts) (tableau 2) ; les sols isohumiques et les sols des dayas sont également présents (Pouget, 1980 ; Monjauze, 1982 ; BNEDER, 2014) (figure11). Ces sols ont différentes textures : fine, moyenne et grossière (BNEDER, 2015). Ils ont un pH généralement moyennement alcalin et se caractérisent par une fertilité chimique moyenne, en liaison avec leur faible capacité d'échange cationique et leur faible taux de matière organique (BNEDER, 2015).

Tableau 2. Les différentes classes de sols ainsi que leur localisation dans la région d'étude (BNEDER, 2015)

Classe des sols	Sous-classe	Groupe	Sous-groupe	Localisation (communes)
Sols minéraux bruts	non climatiques	d'érosion	lithosols	Sbgag
		d'apport	éolien	Hassi R'Mel
Sols peu évolués	non climatiques	d'apport alluvial	modal	Haouaita, El Ghicha
	xériques	xérorankers	/	Ain Madhi
		gris subdésertiques	modaux	Kheng, Haouaita
Sols calcimagnésiques	carbonates	brun calcaire	halomorphe	Sidi Bouzid
			vertique	Hassi Dalaa

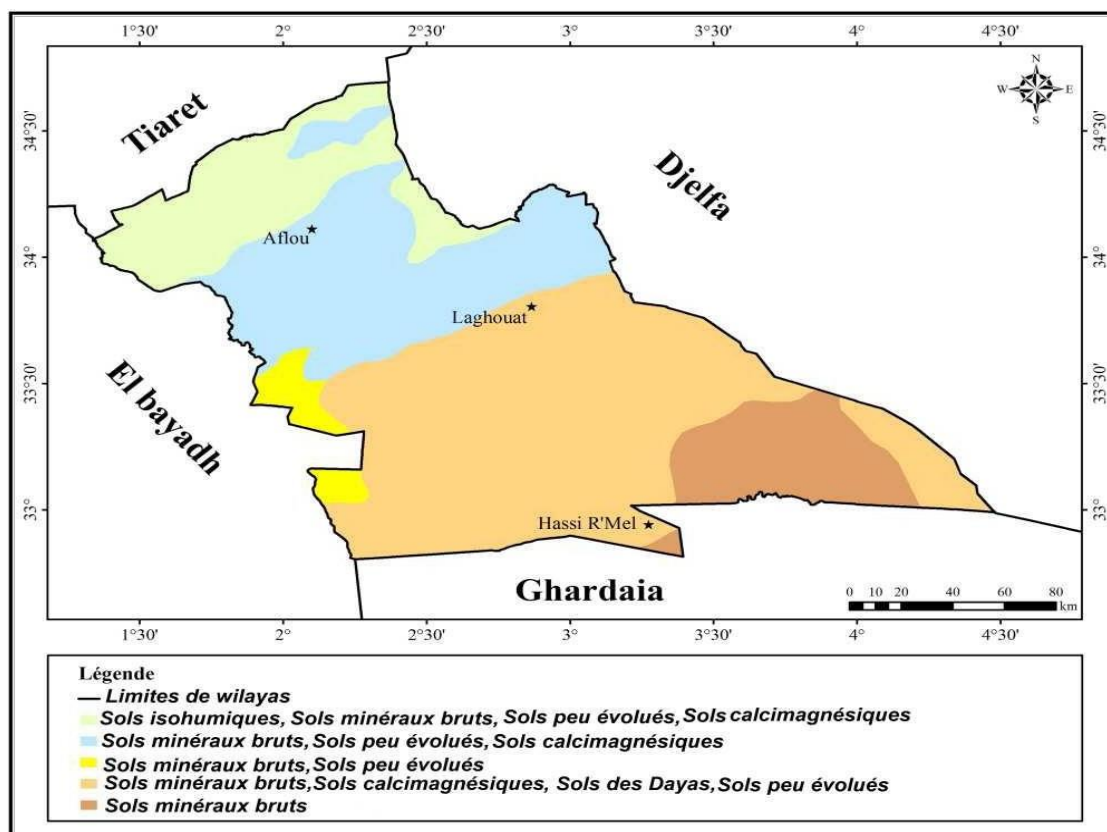


Figure 11. Carte des sols de la wilaya de Laghouat (CCTA, 1963)

5. Réseau hydrographique

La wilaya est drainée par un réseau hydrographique assez dense qui mène les eaux de pluies généralement hors de la wilaya (figure 12). L'oued M'Zi constitue l'un des plus importants cours d'eau dans l'Atlas saharien central, il prend sa source au niveau d'Aflou et draine les eaux pluviales (200 à 300 mm/an) qui arrosent le djebel Amour et collecte les affluents de djebel Azreg. Il rejoint l'oued Messaad, d'où il prend le nom de l'oued Djedi, qui débouche dans le Chott Melghir au sud de Biskra, après un parcours de 450 km, formant ainsi un système endoréique typique des régions aride et semi-aride (Soleilhavoup, 2011). Il coule selon une direction générale nord/sud-est (BNEDER, 2015). Les principaux oueds sont l'oued M'Zi, l'oued Touil et l'oued Medsous. L'oued M'Zi est la plus grande ressource en eau de cette zone, il arrose des terres fertiles au milieu d'une zone aride (Salemkeur et al., 2013).

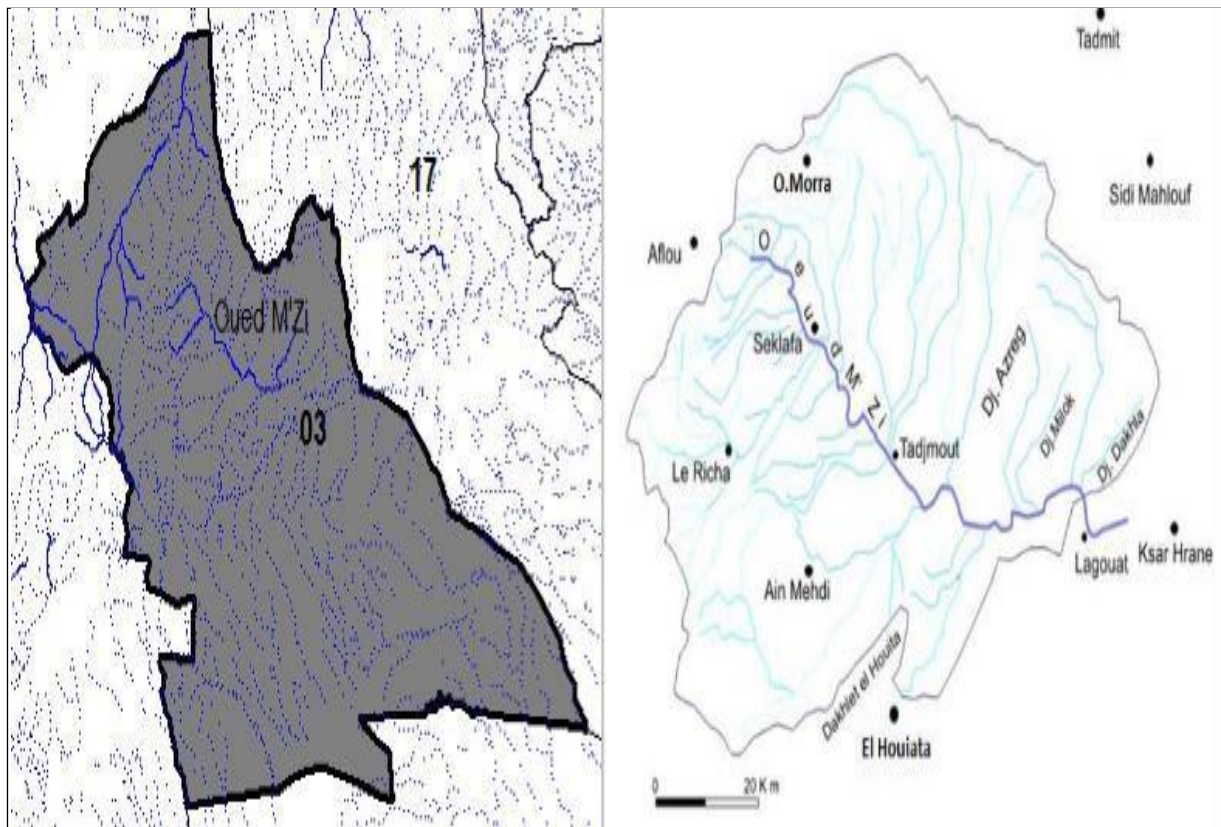


Figure 12. Réseau hydrographique de la wilaya de Laghouat (03) et bassin versant de la vallée de l'oued M'Zi (Hannachi, 1981 ; Aissaoui, 2016)

6. Occupation des terres et ressources naturelles

A l'exception de l'important champ gazier de Hassi R'mel, la vocation principale de la wilaya de Laghouat est pastorale. La wilaya est caractérisée par des formations de hautes plaines steppiques, avec une prédominance des parcours sur une superficie de 1 842 954ha, soit 73.5% de la superficie de la wilaya (DSA, 2012). La majeure partie du territoire de la wilaya est ainsi constituée de parcours steppique et présaharien colonisés par une végétation généralement xérique et clairsemée. Une grande partie de cette zone de parcours a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées (ANDI, 2013). Le couvert végétal y est dominé principalement par deux espèces, l'alfa (*Stipa tenacissima*) et l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*), qui constituent l'essentiel de l'offre en pâturage pour les espèces animales domestiques (Bensouiah, 2004). Les nappes alfatières y couvrent une superficie de 315125 ha (ANDI, 2013) (figure13), dont presque la moitié ($\approx 50\%$) est dans un état de dégradation très avancé, suite essentiellement au surpâturage et à la sécheresse. Les nappes alfatières, qui constituent un couvert végétal protecteur important, sont situées notamment au niveau du plateau steppique de Gueltet Sidi Saad, ainsi qu'à Ain Madhi et Brida.

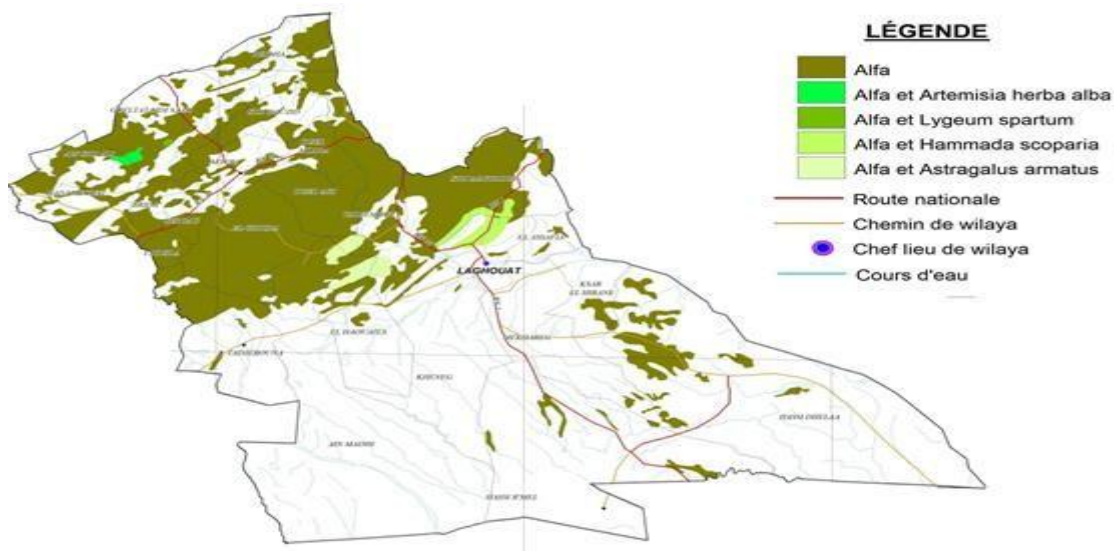


Figure 13. Carte de répartition des nappes alfatières (Conservation des forêts de Laghouat, 2010, échelle 1/50 000)

- Les autres terres comprennent (DSA, 2012): les terres forestières sur 92 739 ha, soit un taux de boisement de 3.7%, constituées de vieux massifs forestiers du djebel Amour, sur l'Atlas saharien au nord-ouest de la wilaya (régions d'Aflou et Brida). La forêt naturelle et les maquis représentent $\frac{3}{4}$ de cette superficie et les jeunes reboisements occupent $\frac{1}{4}$ du total. Ces formations forestières sont constituées essentiellement de peuplements clairs et de maquis dégradés à Pin d'Alep, Chêne vert, Genévrier rouge, Cyprès vert, ainsi que de quelques sujets épars de pistachier de l'Atlas.
- Les terres agricoles sur 73 013 ha, soit 2.9%, occupées par différentes cultures, à savoir : cultures céréalières (orge, blé dur, blé tendre, avoine), culture fourragère (luzerne), cultures maraichères (pomme de terre, tomate, oignon) et arboriculture (vignes, agrumes, ...).
- Les terres improductives non affectées à l'agriculture (dunes de sable, sols nus, bâtis et agglomérations, plans d'eau) occupent 497 466 ha, soit 19.8%.

L'agriculture est considérée comme l'un des secteurs principaux dans la wilaya, avec une superficie agricole utile (SAU) relativement réduite de 73 013 ha, soit 2.9% de la surface totale de la wilaya, dont 1,6% seulement est pratiqué en irrigué (ANDI, 2013). Les activités agricoles sont limitées au niveau des oasis ou autour des agglomérations.

La wilaya de Laghouat, en tant que région pastorale, compte un patrimoine animal très important, dominé notamment par l'élevage ovin (2 023 157 têtes), qui constitue une part importante des revenus de la population de la wilaya. Avec plus de 2 millions de têtes, le cheptel ovin dans la wilaya de Laghouat a triplé en une vingtaine d'années (Nedjraoui et Bédrani, 2008). Par conséquent, l'indice de charge pastorale sur les parcours de la wilaya de Laghouat est passé de 0,48 têtes par hectare à 1,09 têtes par hectare entre 1991 et 2012 (BNEDER, 2014). Il est même beaucoup plus élevé (2.5 à 2.86 têtes/ha) dans les zones les plus accessibles, par exemple, dans la commune d'Ain Sidi Ali (Bensouiah, 2004). Ceci a provoqué un pâturage excessif et une intensification du processus de dégradation des parcours (Nedjraoui, 2003 ; Bensouiah, 2004). En effet, les parcours steppiques sont des espaces surexploités par les populations de la wilaya, car 6% seulement sont en bon état, 26% sont en cours de reconstitution et la majeure partie de ces espaces, soit 68% se trouve dans un état dégradé (BNEDER, 2014).

7. Dégradation des terres

L'érosion éolienne est la cause primordiale de la dégradation des terres dans la wilaya de Laghouat, le phénomène menace tous les espaces cultivés ou pâturés (figure14). L'érosion éolienne seule menace près de 80% des terres de la wilaya de Laghouat (DGF, 2004). Le vent à Laghouat est à l'origine de la constitution de formations sableuses et de l'installation de paysages désertiques, suite à une régression du couvert végétal, notamment des parcours (Taibi, 1997 ; Bensouiah, 2004). Sur certains parcours, en raison d'un pâturage excessif, la végétation steppique a progressivement régressé jusqu'à l'apparition généralisée de la croûte calcaire du sol (Nedjraoui et Bédrani, 2008). La salinisation touche principalement la plaine agricole irriguée de Kabeg à l'Est de la wilaya (commune de Ksar El Hirane), la zone est actuellement siège d'un rabattement de la nappe phréatique et d'une remontée des sels (DSA, 2012). Les sols de la région de Kef El Melh (commune de Tadjrouna) dans le sud-ouest de la wilaya sont aussi menacés par ce phénomène. L'alcalinisation est signalée au nord-est de la wilaya, le phénomène est probablement dû à l'excès de calcaire déjà observé par Pouget (1980).

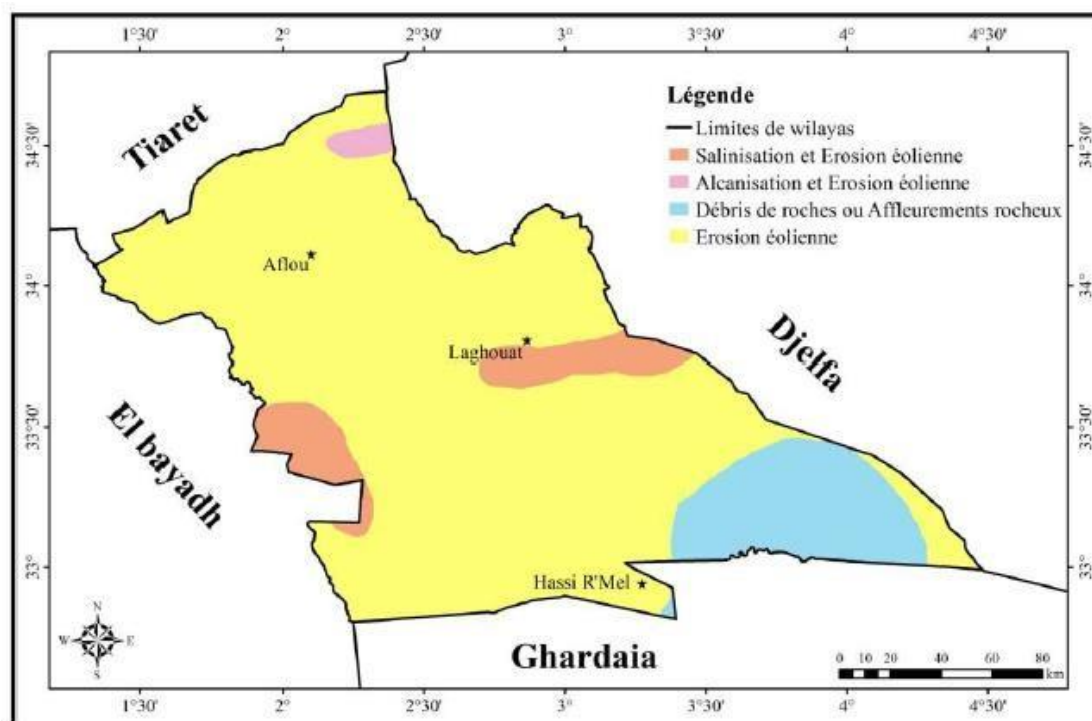


Figure 14. Carte des risques de la dégradation des terres dans la wilaya de Laghouat (extraite de FAO-UNESCO-UNEP, 1980)

II. Répartition et écologie du pistachier de l'Atlas dans la wilaya de Laghouat

La récente étude réalisée en Algérie sur *Pistacia atlantica* par le BNEDER (2015) donne de précieuses informations, telles que l'aire occupée actuellement par cette espèce, le nombre de communes où elle existe, le nombre de sujets inventoriés, les types d'habitats colonisés, etc. La répartition du pistachier de l'Atlas montre qu'il s'étend sur une aire de 25 972 ha, au niveau de 20 communes (sur 24) de la wilaya de Laghouat (figure 15). Le recensement du nombre de sujets donne 6 974 individus au total. La densité est très réduite, un arbre par hectare. Mais, dans certains oueds, on trouve 3 à 4 pieds par hectare et jusqu'à 5 à 6 pieds par hectare dans les dayas, formant des populations éparses à la périphérie de ces dayas. Le pistachier de l'Atlas occupe en premier les zones de parcours, avec une proportion de 68%, suivi par 32% dans les formations forestières (forêt, maquis, reboisement). Du point de vue géomorphologique, il se localise principalement au niveau des dayas sur 12 542 ha, représentant ainsi près de la moitié (48,3%) de la superficie totale du pistachier de l'Atlas dans cette zone d'étude (tableau 3).

Ces *dayas* sont des dépressions circulaires plus ou moins vastes, au sein desquelles se déversent et se concentrent les eaux de ruissellement. Elles sont fermées, de taille variée (diamètre allant du mètre au kilomètre), colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement et pourvues d'une végétation dense qui tranche par rapport à celle, steppique, des hamadas (Taibi et al., 1999). L'accumulation des éléments les plus fins vers le centre de la daya permet la constitution d'un sol relativement profond et le maintien d'un taux appréciable d'humidité. Ce caractère édaphique favorise le développement du pistachier de l'Atlas.

Tableau 3. Répartition des superficies de pistachier de l'Atlas selon la géomorphologie dans la wilaya de Laghouat (BNEDER, 2015)

Dayas		Oueds		Piémonts		Total	
Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
12 542.5	48.29	6 733.63	25.93	6 695.63	25.78	25 971.78	100

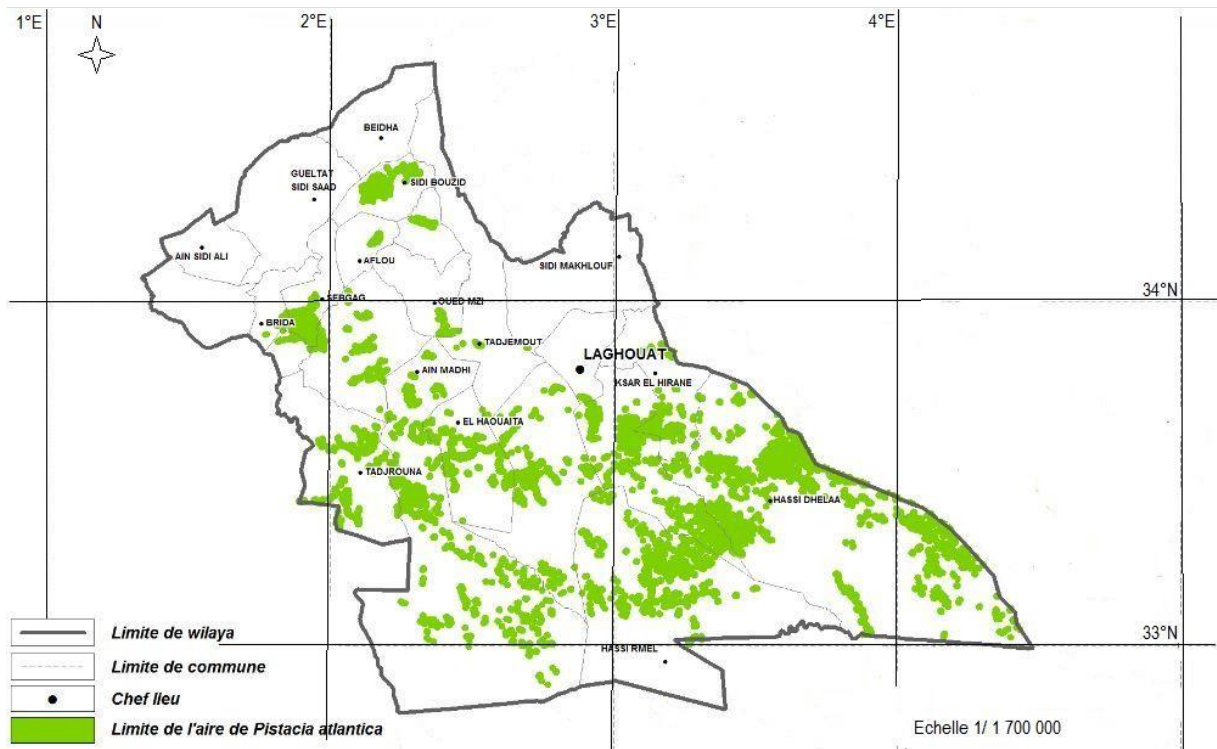


Figure 15. Aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans la wilaya de Laghouat (BNEDER, 2015)

III. Etude climatique et bioclimatique de la zone d'étude

Le climat par ses différents facteurs (température, pluviométrie, vent, ...) joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive sur la croissance et la répartition des végétaux (Dahmani, 2011).

Pour réaliser une approche climatique et bioclimatique de la wilaya de Laghouat, nous présentons une étude originale faite sur des données de l'Office National de Météorologie (ONM, 2018), relevées dans la station de Laghouat (765 m d'altitude, 33°47'59''N et 2°51'54''E), sur une période de 30 années (1987-2017).

1. Précipitations

L'étude du facteur pluviométrique du point de vue quantitatif (répartition sur toute l'année et intensité) est exprimée en général par la pluviosité moyenne annuelle et peut être utilisée comme un élément caractéristique du climat (Le Houérou, 1969).

Pour la période de 31 ans (1987-2017), le total pluviométrique annuel enregistré à Laghouat est en moyenne de 158.2 mm, réparti de façon hétérogène dans le temps (d'une année à l'autre). L'analyse de la variation annuelle des précipitations montre que l'année 2011 est la plus arrosée avec une précipitation maximale de 285.2 mm et l'année 1998 est la plus sèche avec 62.7 mm seulement. On constate que la pluviométrie annuelle est nettement inférieure à cette moyenne (moins de 150 mm) depuis 2012, soit 6 années successives déficitaires. La tendance de la pluviométrie moyenne annuelle est nettement à la baisse à Laghouat. Les précipitations annuelles sont nettement au-dessus de la moyenne durant la période 2009-2014 et sont sensiblement égales à la moyenne en 2015 et 2016. Elles sont déficitaires en 2017, avec une valeur minimale de 153.5 mm pour cette période. L'année 2011 est encore la plus arrosée, avec un maximum de 449.4 mm. (figure16).

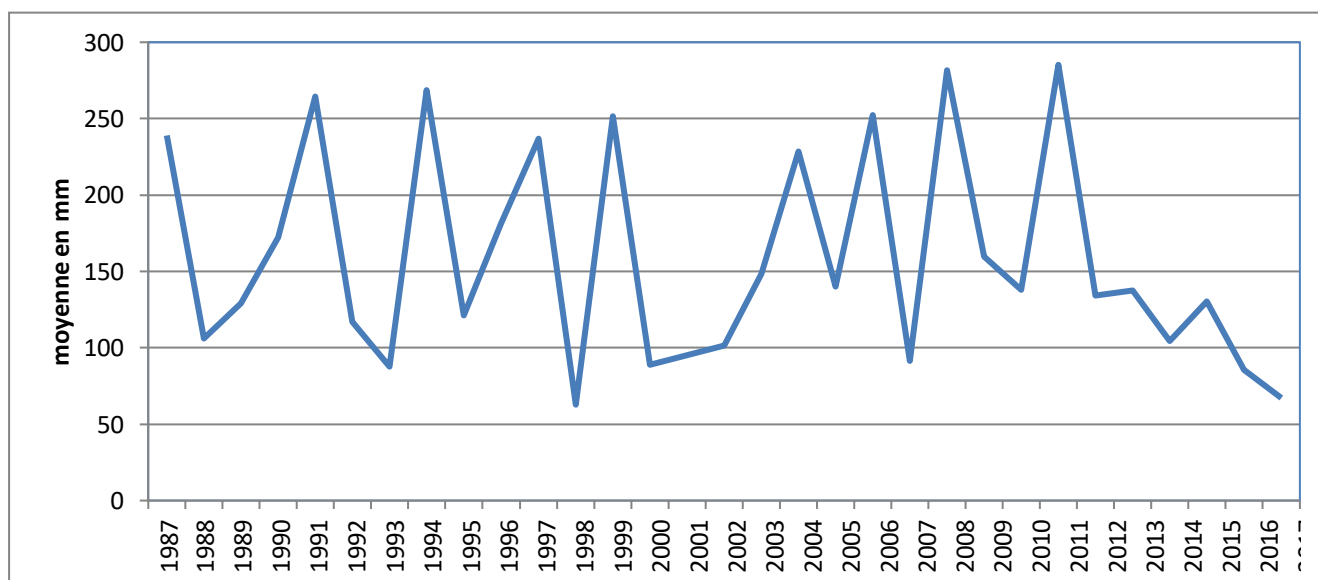


Figure 16. Variabilité de la pluviométrie moyenne annuelle à Laghouat (période 1987-2017)

La variation temporelle des précipitations mensuelles montre que le total pluviométrique est très irrégulier d'un mois à un autre (tableau4).A Laghouat, le mois le plus sec est représenté par le mois de juillet (5.6 mm) et le mois le plus pluvieux est le mois de septembre avec 22.8 mm. (figure 17).Ainsi, l'irrégularité et la variabilité temporelle, annuelles et mensuelles, des précipitations sont des facteurs climatiques caractéristiques de cette région, en plus de leur variation spatiale (d'une station à l'autre).

Tableau4.Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Laghouat (en mm) (période 1987-2017)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Ann.
P (mm) Laghouat	15,7	8,9	11,4	15,1	11,5	12,0	5,6	10,4	22,8	19,6	11,5	13,7	158,2

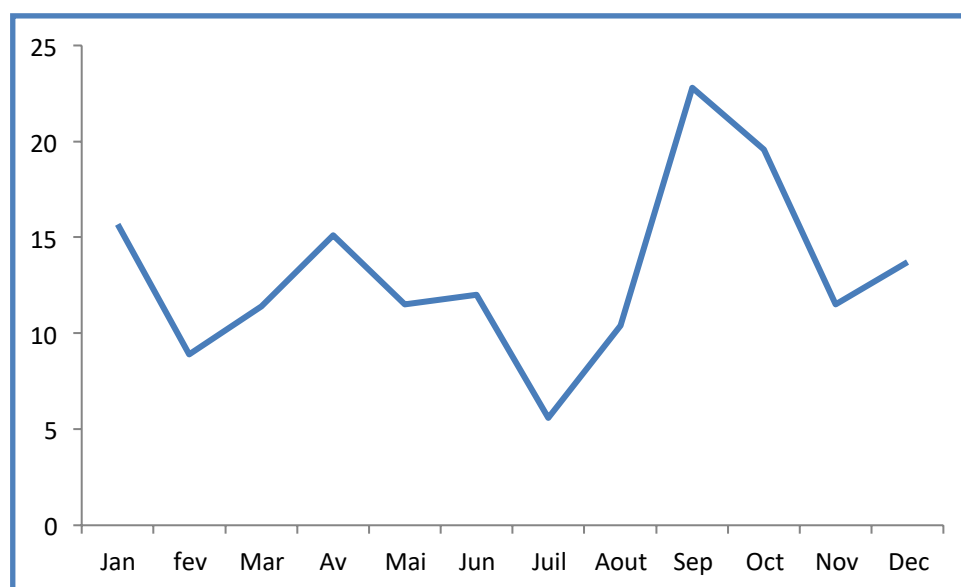


Figure 17.Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Laghouat

La distribution saisonnière des précipitations (tableau 5) montre que l'été correspond à la saison la plus sèche et l'automne représente la saison la plus humide, avec la plus grande quantité de précipitations (32 à 34% du cumul annuel). Le régime saisonnier (Musset, 1935) est de type AHPE à Laghouat. La période pluvieuse débute en automne et diminue progressivement jusqu'en été. Ces précipitations d'automne ont un rôle important dans le cycle biologique annuel des plantes (Aidoud, 1989).

Tableau 5. Régime saisonnier des précipitations à Laghouat

Stations	Automne		Hiver		Printemps		Eté	
	P (mm)	%	P (mm)	%	P (mm)	%	P (mm)	%
Laghouat	53,9	34,08	38,3	24,2	38	24,02	28	17,7

2. Températures

La température représente un facteur limitant de première importance, car elle conditionne la répartition des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984). L'examen du tableau6 montre qu'à Laghouat les mois les plus froids sont décembre, janvier et février, avec des températures minimales inférieures à 4°C. Les mois les plus chauds sont juin, juillet et août, avec des températures maximales allant de 35.44 à 39.23°C. La température moyenne maximale atteint 39.23°C le mois de juillet, mois le plus chaud (M). Par contre, au mois de janvier, mois le plus froid (m), la température moyenne minimale est de 2.15°C.

On constate que pendant 6 mois (de novembre à avril), la température moyenne mensuelle est inférieure à la température moyenne annuelle ($T = 19.04^{\circ}\text{C}$). Ceci divise l'année en deux semestres distincts : un semestre froid et un semestre chaud.

Tableau6.Variation des températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Laghouat (période 1987-2017)

Mois	Jan	Fev	Mar	Av	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
Tmax(°C)	14,71	16,24	20,67	24,71	29,54	35,44	39,23	38,9	32,61	26,21	18,82	14,95	26.00
Tmin (°C)	2,15	3,34	6,5	9,89	15,02	20,00	23,89	22,95	18,66	13,24	6,53	3,01	12,09
Tmoy (°C)	8,43	9,79	13,58	17,3	22,28	27,72	31,56	30,92	25,63	19,72	12,67	8,98	19,04

Amplitude thermique annuelle extrême : continentalité thermique

La moyenne des minima (m) du mois le plus froid et la moyenne des maxima (M) du mois le plus chaud représentent les deux extrêmes entre lesquels se déroule la vie végétale (Sauvage, 1961). La continentalité thermique des climats proposée par Debrach (1953) est fondée sur l'amplitude thermique annuelle extrême (M - m), qui permet de distinguer quatre types de climats et de préciser l'influence maritime ou au contraire le caractère continental d'une région. Cette amplitude thermique annuelle extrême exprime indirectement l'humidité atmosphérique et l'intensité de l'évaporation (Emberger, 1971). L'évaporation étant considérée comme une fonction linéaire de la température.

L'amplitude thermique annuelle extrême est de 37.08°C. Notre zone d'étude correspond donc au climat de type continental ($M - m > 35^{\circ}\text{C}$) sur le plan thermique au sens de Debrach (1953).

3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen : période sèche

Cette méthode graphique tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et des températures moyennes mensuelles (T en °C) et donne une expression relative de la sécheresse en durée et en intensité (Bagnouls et Gaussen, 1952).

La sécheresse, selon le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, s'étale sur toute l'année à Laghouat (figure 18) ; cette sécheresse se manifeste de façon permanente, avec une accentuation entre le mois d'avril et le mois d'octobre. (figure 18).

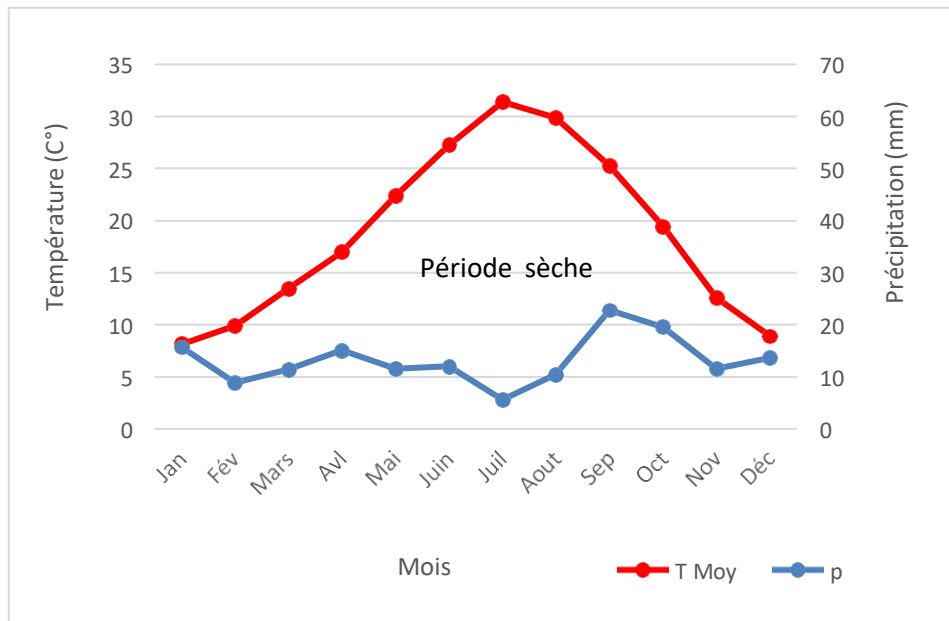


Figure18. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Laghouat (période 1987-2017)

4. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger : types de bioclimats

Pour caractériser sur le plan bioclimatique la zone d'étude, nous avons procédé à l'application de la méthode d'Emberger (1942), en calculant le quotient pluviothermique modifié par Stewart (1969) : $Q_3 = 3.43 [P / (M - m)]$. Ce quotient pluviothermique permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971).

Pour la région de Laghouat, la valeur du quotient pluviothermique est de 14.63 et pour la région d'Aflou, sa valeur est de 26.05. En reportant ces valeurs de Q_3 et de m sur le climagramme d'Emberger, nous constatons que Laghouat est située dans le bioclimat aride inférieur, à hiver frais ($m = 2.15^\circ\text{C}$) (figure19).

D'autre part, la station de Hassi R'mel, située à la même altitude que Laghouat (764 m) est classée dans l'aride inférieur à hiver frais (Zareb et al., 2018). Les régions sud des communes de Hassi R'mel et Hassi Delaa s'inscrivent dans le bioclimat saharien (ou per aride) supérieur et les sommets du djebel Amour appartiennent localement au bioclimat semi-aride (figure20).

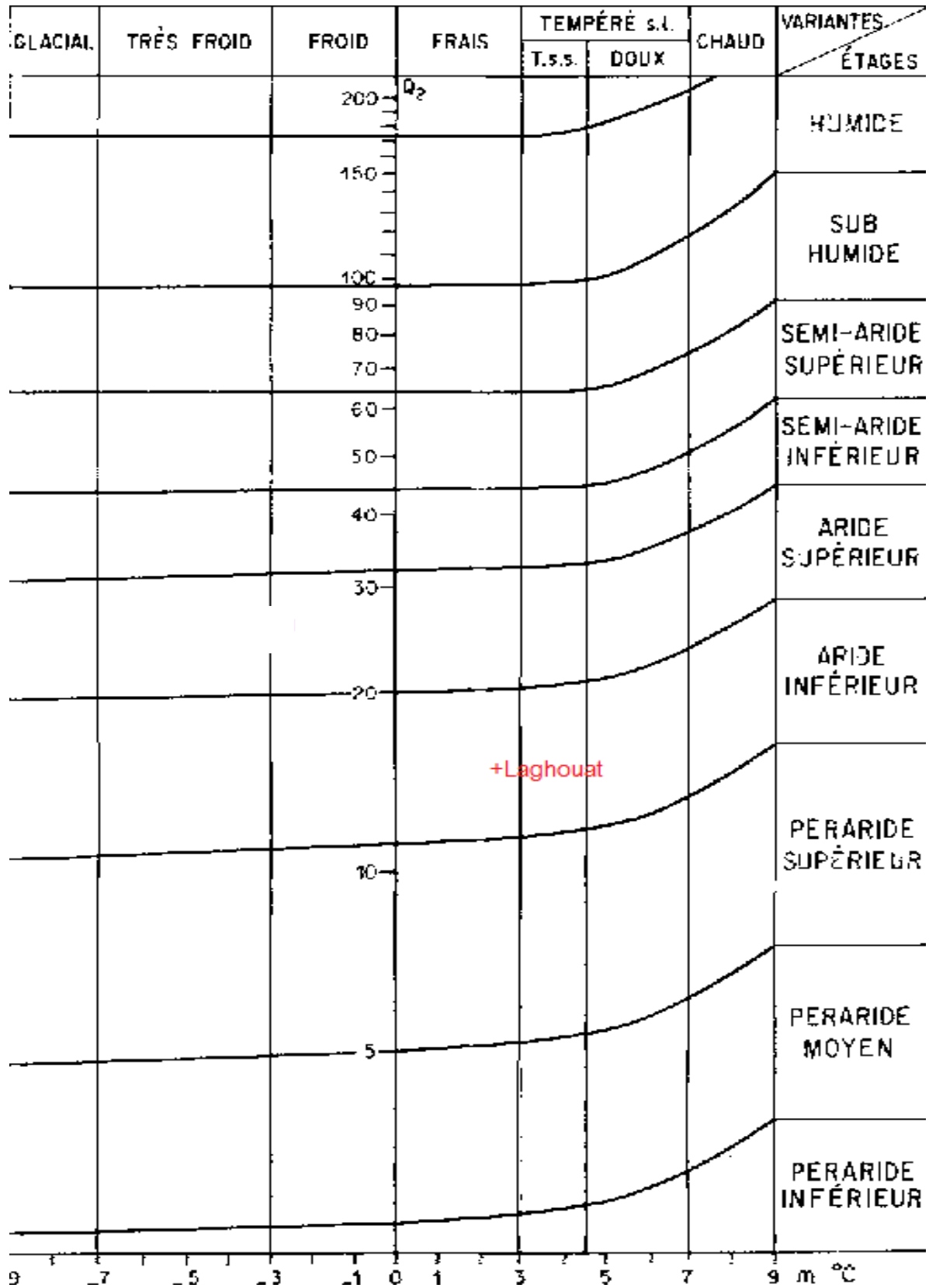


Figure 19. Position bioclimatique de la station de Laghouat sur le climagramme d'Emberger (version Daget, 1977)

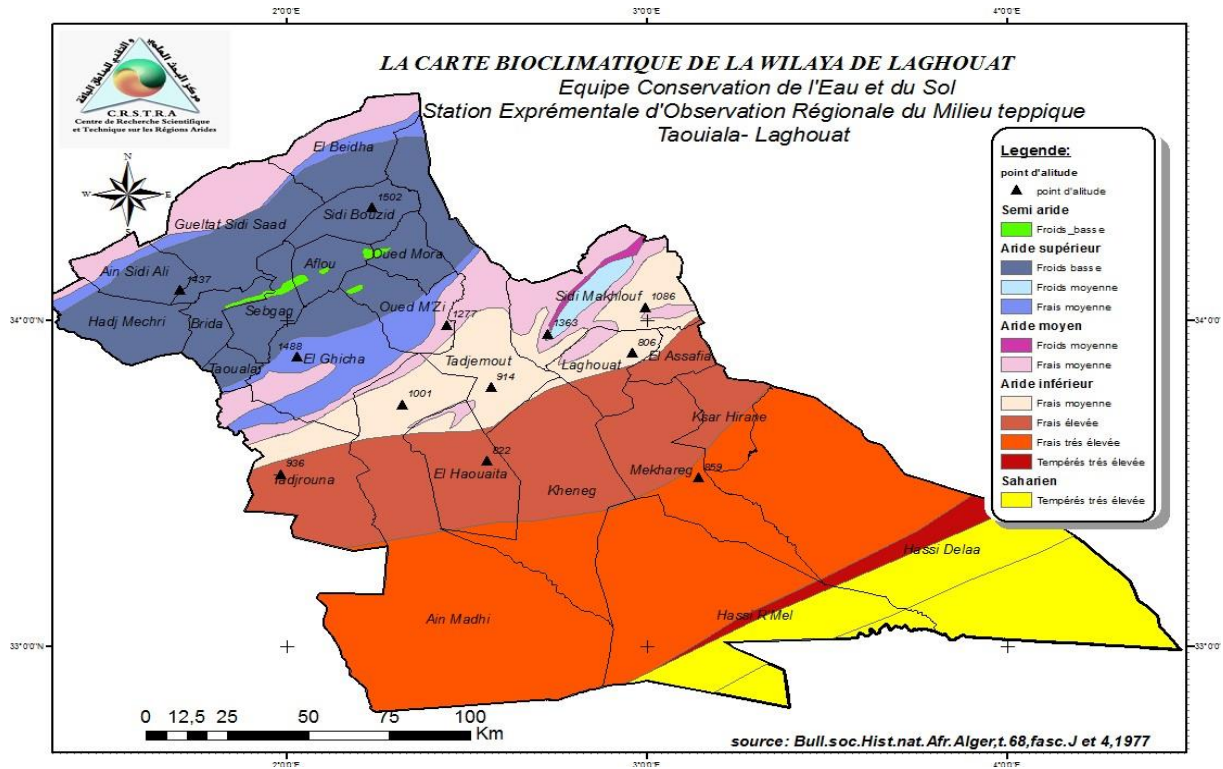


Figure 20 Carte bioclimatique de la wilaya de Laghouat (CRSTRA ,2010)

IV. Autres facteurs climatiques dans la région de Laghouat (période 1987-2017)

- L’humidité relative mensuelle de l’air est très faible en juillet et août (28.3 et 31.2%), elle atteint son maximum en décembre avec 66.2 %.
- L’ensoleillement est de 193.9 heures en janvier, valeur qui représente le minimum ; il est de 351.6 heures en juillet comme maximum.
- Les gelées apparaissent essentiellement en hiver (décembre, janvier, février) surtout durant le mois de janvier (7.7 jours).
- Les vents sont fréquents durant toute l’année avec une vitesse moyenne annuelle de 2.95 m/s. Les valeurs mensuelles de la vitesse du vent varient entre 2.5 m/s (octobre) et 4.5 m/s (avril). Mais, en période estivale, ce sont les vents chauds et desséchants venant d’est et du sud, appelés sirocco ou localement chehili (Chenafi, 2013), qui s’affirment le plus. Le sirocco souffle à partir du mois de mai et devient fréquent en juin et juillet. Seltzer (1946) note 59 jours par an de sirocco à Laghouat.

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. Présentation du Matériel végétal

Le choix du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) n'était pas arbitraire, il est connu pour ses propriétés médicinales depuis l'Antiquité. Toutes les parties de l'arbre (fruits, feuilles, gomme, écorce) possède des vertus thérapeutiques, dans son aire de distribution naturelle (Algérie, Maroc, Turquie, Jordanie, Iran, Grèce...) (cf. Bozorgi et al., 2013). Il est utilisé en Algérie, par les populations de la steppe notamment, à titre empirique, pour ses propriétés pharmaceutiques, aussi bien pour eux que pour leurs cheptels (BNEDER., 2015). La présente enquête ethnomédicinale s'inscrit ainsi dans l'objectif de recenser les usages et les maladies traitées et de recueillir l'ensemble des informations sur les applications thérapeutiques traditionnelles de *Pistacia atlantica*, auprès de la population locale et des herboristes traditionnels « achabas » ou « attars », dans la wilaya de Laghouat.

Dans un contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore présente un grand intérêt (Quézel et al., 1980). L'étude de la végétation concerne la description des groupements et leurs conditions stationnelles. Selon Ozenda (1964), la végétation est définie comme un ensemble de plantes réunis dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines.

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (Blandin, 1986), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (Ozenda, 1986).

Les études exclusivement consacrées à la flore des peuplements de Pistachier de l'Atlas de l'Algérie sont assez rares et celles effectuées jusqu'ici, restent partielles et incomplètes, portant en général sur des aires géographiques restreintes.

- Les travaux réalisés sur l'analyse floristique du pistachier de l'Atlas sont ceux de Benhassaini et al. (2007) sur la phytoécologie de *Pistacia atlantica*.
 - Mansour (2011), sur l'étude de la répartition du pistachier de l'Atlas.
 - Bouderbala (2012) sur l'écologie, diversité floristique et valeur patrimoniale.
 - Amara et Bouazza (2013) sur l'étude des groupements à *Pistacia atlantica*, phytosociologie et dynamique.
 - Benaradj et al. (2015) sur la diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf.
- Dans la région de Laghouat, Salamkour et al. (2013) avaient récolté 66 espèces dans les stations d'El Houaita, Sidi Bouzid et Gueltet Sidi Saad. Ces auteurs ont réalisés une étude

comparative des caractéristiques. Ils ont démontrés que ces derniers présentent les meilleures caractéristiques floristiques (richesse floristique et taux de recouvrement) par rapport aux parcours libres.

Forts de ce constat, nous nous proposons de présenter l'état des lieux de la flore de cette importante région pastorale, afin d'apprécier sa phytodiversité, en tant que modèle de zone des hauts plateaux.

Les pistachiers sont des espèces forestières peu étudiées en Algérie, trois travaux ont été entamés sur la dendrométrie à savoir Yahia (2011), Mansour (2011) et Benaradj (2017), Pour contribuer à combler cette lacune, une étude est réalisée dans la région de Laghouat pour chercher la variabilité biométrique des populations de *P. atlantica* et caractériser l'aspect structural des peuplements à *P. atlantica*, a pour objectif d'identifier des caractéristiques dendrométriques qui pourraient servir d'indicateurs du potentiel de production ligneuse de cette essence forestière.

L'étude dendrométrique du *P. atlantica* menée à l'échelle de Laghouat fournira aux forestiers les éléments d'interprétation et de compréhension du milieu lui permettant de fixer des choix sylvicoles. Si des critères qualitatifs sont très souvent utilisés pour décrire et comparer les peuplements, il est parfois nécessaire de faire appel à des données chiffrées pour affiner la description et mieux comprendre l'évolution d'un peuplement (Sylvain, 1996).

L'appréciation dendrométrique d'un peuplement forestier se fait par l'étude de la hauteur, du diamètre, de la surface terrière et de la densité (Rondeux, 1993).

Cette étude a été réalisée dans le but d'identifier des caractéristiques dendrométriques de pistachier de l'Atlas qui pourraient être des indicateurs d'une bonne productivité.

L'objectif principal de l'étude phytodynamique est de déterminer si le jujubier sauvage facilite l'installation d'espèces végétales propres au Pistachier de l'Atlas et s'il joue un rôle dans sa dynamique évolutive (régénération naturelle). Dans ce cas, il serait envisageable de l'utiliser pour la réhabilitation et la restauration écologique des milieux dégradés du Pistachier de l'Atlas à Laghouat.

A cet effet, un diagnostic exhaustif comprenant des mesures dendrométriques et biologiques de *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*, des relevés floristiques à l'intérieur même de ces touffes et la mesure de variables stationnels régissant les interactions au sein de leurs peuplements ont été effectués.

III.2. Dayas et période d'échantillonnage

.Afin de connaître et de recenser tous les usages actuels du pistachier de l'Atlas dans la médecine traditionnelle locale, des visites et des entretiens ont été effectuées chez et avec les populations locales de différentes communes de la wilaya et les herboristes de la ville de Laghouat, au cours du mois d'avril 2018.

L'étude a été effectuée au niveau de cinq communes de cette wilaya : Ain El Madhi, Tadjrouna, Tadjemout, Sidi Bouzid et Laghouat (Figure 21), choisies selon un gradient géographique et écologique nord-sud. Le choix de ces 5 communes, qui représentent 25% des communes de la wilaya où les peuplements de pistachier de l'Atlas sont présents (BNEDER, 2015), répond au critère de représentativité en matière d'échantillonnage. Le choix des herboristes a été fait sur la base de leur réputation dans la ville de Laghouat.

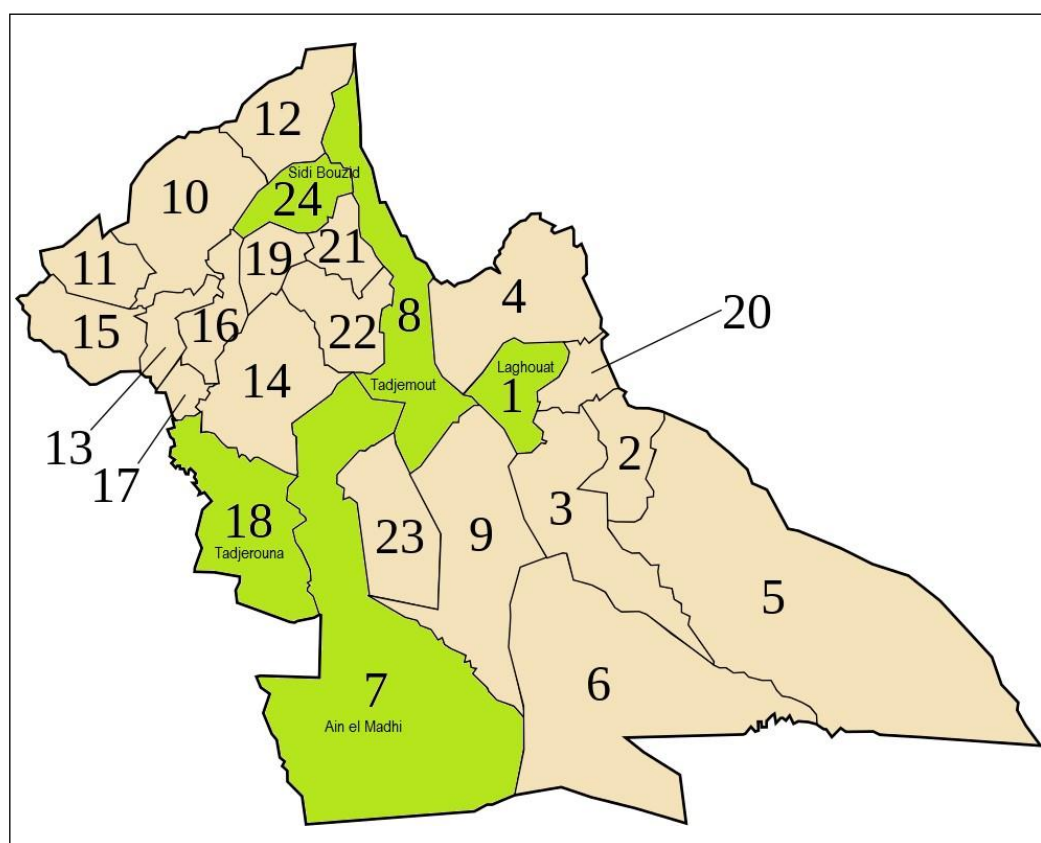


Figure 21. Localisation des 5 communes retenues pour l'étude ethnobotanique dans la wilaya de Laghouat. Du nord au sud : 8. Tadjemout, 24. Sidi Bouzid, 1. Laghouat, 18. Tadjerouna, 7. Ain Madhi.

Concernant l'étude phytoécologique, plusieurs missions sur terrain ont été organisées dans les différentes zones de Laghouat. Notre étude a été effectuée durant la saison printanière de 2018. Si l'étude de la végétation et du milieu naturel sont définis par plusieurs types d'échantillonnage, celui retenu pour notre étude est l'échantillonnage subjectif (Braun-Blanquet et De Bolos, 1957). Les relevés sont réalisés dans des zones physionomiquement homogènes. Les relevés floristiques sont exécutés sur des placettes de 100 m².

La surface de 100 m² paraît suffisamment représentative de l'aire minimale dans notre zone d'étude, méthode adoptée par Benabadji et Bouazza.(2002), Hasnaoui et al.(2011).

Le travail d'échantillonnage a été réparti sur le terrain au niveau des 52 sites. Les coordonnées de chaque site ont été notées à l'aide d'un récepteur GPS. Les 52 sites prospectés se trouvent dans les communes de Hassi Delaa, Ksar El Hiran, Kheneg, Ben Nacer Ben Chohra, Hassi R'mel, Ain El Madhi, Tadjrouna, Laghouat, Aflou et El Houita.

Ces 52 dayas sont représentés sur le tableau 7 et la figure 22.

Tableau 7 : Localisation des dayas échantillonnées.

N°	N° de la daya	Nom de la daya	Longitude	Latitude	Commune
1	P4	Magrounat 1	33°28'54.30"N	3°30'57.36"E	Hassi Delaa
2	P5	Raysa	33°28'54.30"N	3°30'57.36"E	Hassi Delaa
3	P1	Kayed	33°32'15.17"N	3°33'46.87"E	Ksar El hiran
4	P6	Mansoura	33°37'12.48"N	3°10'5.80"E	Hassi Delaa
5	P2	khaled	33°32'15.04"N	3°21'36.13"E	Ksar El hiran
6	P7	Ben terbeh	33°37'4.40"N	3° 8'54.54"E	Hassi Delaa
7	P8	Saadi	33°31'20.77"N	3°33'19.54"E	Hassi Delaa
8	P34	Oum rzaime	(33°43'9.04"N	2°17'23.16"E	Kheneg
9	P27	Timzghit	33°31'6.99"N	2°56'23.93"E	Ben nacer ben chohra
10	P9	Bouezara	33°29'39.12"N	3°28'8.92"E	Hassi Delaa
11	P10	Magrounat 2	33°28'54.30"N	3°30'57.40"E	Hassi Delaa
12	P11	Marfouaa	33°29'55.70"N	3°32'2.82"E	Hassi Delaa
13	P12	Bouti	33°29'58.00"N	3°33'18.70"E	Hassi Delaa
14	P13	Abdelkader Bouchoucha	33°32'11.62"N	3°30'46.37"E	Hassi Delaa
15	P14	Hairech	33°29'59.36"N	3°32'39.59"E	Hassi Delaa
16	P15	Hneya	33°19'13.27"N	3°25'7.97"E	Hassi Delaa
17	P16	Hejaj	33°18'22.82"N	3°26'40.55"E	Hassi Delaa
18	P17	Bounoua	33°17'52.33"N	3°25'48.92"E	Hassi Delaa
19	P20	Tilghimt	33° 9'17.57"N	3°20'53.33"E	Hassi R'mel
20	P21	Belil	33°13'59.71"N	3°15'15.19"E	Hassi R'mel
21	P28	Smahi	33°30'37.07"N	2°59'32.01"E	Ben nacer ben chohra
22	P29	Ayyat	33°31'23.08"N	2°56'52.42"E	Ben nacer ben chohra

23	P38	Boumousi	33°30'41.19"N	2°14'35.57"E	Ain Madhi
24	P39	Legrar 1	33°28'31.47"N	2°13'42.39"E	Ain Madhi
25	P35	Lihoudi	33°38'59.19"N	2°33'33.40"E	Kheneg
26	P40	Gouffa	33°29'31.30"N	2°13'23.91"E	Ain Madhi
27	P41	Legrar 2	33°28'3.35"N	2°13'31.63"E	Ain Madhi
28	P45	Lelmaya 1	33°28'36.59"N	2° 2'16.23"E	Tadjrouna
29	P46	Lelmaya 2	33°27'1.88"N	2° 3'21.99"E	Tadjrouna
30	P22	Soltan	33°14'18.58"N	3°18'34.00"E	Hassi R'mel
31	P23	Boulehya	33°11'42.87"N	3°14'59.57"E	Hassi R'mel
32	P24	Zatacha	33°10'19.23"N	3°18'49.27"E	Hassi R'mel
33	P25	Baguira 1	33°13'14.83"N	3°14'49.37"E	Hassi R'mel
34	P26	Baguira 2	33°12'43.45"N	3°13'5.11"E	Hassi R'mel
35	P51	Gatte	33°43'22.43"N	2°53'43.49"E	Laghouat
36	P30	Talmzane	33°38'42.53"N	2°55'47.89"E	Ben nacer ben chohra
37	P31	Tinsafine	33°38'25.43"N	3° 2'46.46"E	Ben nacer ben chohra
38	P52	sidi bouzid	34°11'42.77"N	2°10'10.97"E	Aflou
39	P37	Rass mabzoug	33°30'7.74"N	2°24'27.27"E	El Houita
40	P47	Dakhla	33°21'34.87"N	2° 1'16.04"E	Tadjrouna
41	P3	Kebala	33°51'13.94"N	3°12'8.67"E	Ksar El hiran
42	p42	Saadia	33°45'0.09"N	2°17'11.43"E	Ain Madhi
43	P43	Ajal	33°51'4.58"N	3°14'47.60"E	Ain Madhi
44	P36	Bouzidi	33°41'23.93"N	2°39'44.71"E	Kheneg
45	P32	Latrech	33°36'19.91"N	3° 1'54.05"E	Ben nacer ben chohra
46	P33	Bsibisa	33°36'27.30"N	3° 4'55.44"E	Ben nacer ben chohra
47	P44	Lakhal	33°23'45.76"N	2°15'34.44"E	Ain Madhi
48	P48	Terkalal	33°34'11.39"N	2° 8'39.76"E	Tadjrouna
49	P49	Hotaiba	33°36'20.55"N	2° 8'5.60"E	Tadjrouna
50	P50	Boukhalkhal	33°31'53.53"N	2°12'32.33"E	Tadjrouna
51	P18	Terfas	33°27'47.31"N	3°40'24.63"E	Hassi Delaa
52	P19	Bouziane	33°27'47.31"N	3°40'24.63"E	Hassi Delaa

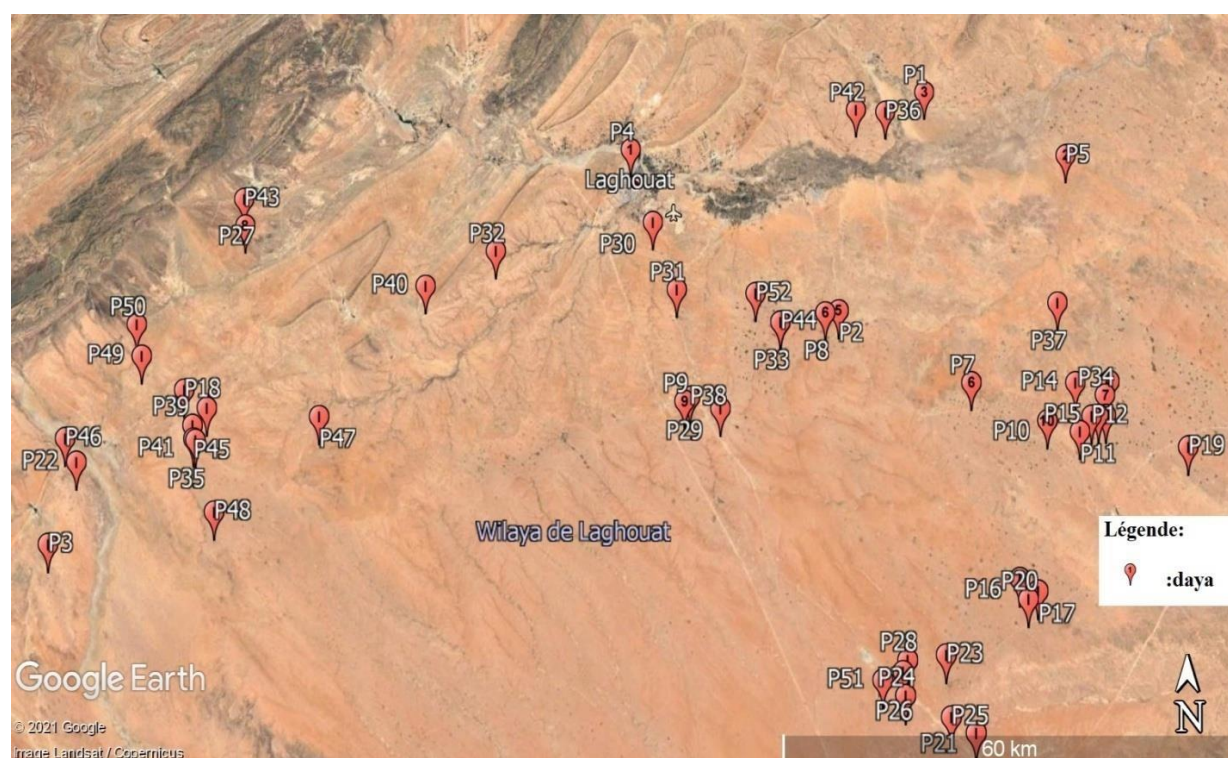


Figure 22: Carte de localisation des relevés floristiques réalisés dans la zone de Laghouat (Source : photo prise en avril 2018 sur Google Earth).

Concernant l'étude dendrométrique, une prospection de terrain a été effectuée pendant le mois d'avril 2019, afin de recenser les dayas de *P.atlantica* bien réparties dans 10 communes dans la région d'étude afin de délimiter les zones potentiellement favorables au développement du *P. atlantica*.les 52 dayas retenues pour l'étude dendrométrique sont illustrées dans le tableau 8 et figure 23.

Tableau 8. Les dayas d'étude.

Nom de la daya	Commune	Surface (Ha)	Nom de la daya	Commune	Surface (Ha)
Magrounat 1	Hassi Delaa	11.2	Legrar 2	Ain Madhi	3.4
Raysa	Hassi Delaa	3.32	Lelmaya 1	Tadjrouna	6.9
Kayed	Ksar El hiran	3	Lelmaya 2	Tadjrouna	5.3
Mansoura	Hassi Delaa	7.9	Soltan	Hassi R'mel	4.4
Khaled	Ksar El hiran	2.4	Boulehya	Hassi R'mel	5
Ben terbeh	Hassi Delaa	52.6	Zatacha	Hassi R'mel	30
Saadi	Hassi Delaa	6.8	Baguira 1	Hassi R'mel	11
Oum rzaima	Kheneg	6.3	Baguira 2	Hassi R'mel	3.1

Timzghit	Ben nacer ben chohra	5.2	Gatte	Laghouat	7.1
Bouezara	Hassi Delaa	0.9	Talmzane	Ben nacer ben chohra	25.6
Magrounat 2	Hassi Delaa	6.9	Tinsafine	Ben nacer ben chohra	17.6
Marfouaa	Hassi Delaa	4.3	Sidi Bouzid	Aflou	31
Bouti	Hassi Delaa	8.8	Rass Mabzoug	El Houita	43.7
Abdelkader bouchoucha	Hassi Delaa	4	Dakhla	Tadjrouna	4.3
Hairech	Hassi Delaa	3.5	Kebala	Ksar El hiran	9.5
Hneya	Hassi Delaa	6.6	Saadia	Ain Madhi	5.4
Hejaj	Hassi Delaa	7	Ajal	Ain Madhi	2.4
Bounoua	Hassi Delaa	10.3	Bouzidi	Kheneg	2.3
Tilghimt	Hassi R'mel	68	Latrech	Ben nacer ben chohra	14.5
Belil	Hassi R'mel	6.3	Bsibisa	Ben nacer ben chohra	37.4
Smahi	Ben nacer ben chohra	3.6	Lakhal	Ain Madhi	17.2
Ayyat	Ben nacer ben chohra	3.5	Terkalal	Tadjrouna	3.9
Boumousi	Ain Madhi	1.7	Hotaiba	Tadjrouna	3.2
Legrar 1	Ain Madhi	6.3	Boukhalkhal	Tadjrouna	2.5
Lihoudi	Kheneg	4.4	Terfas	Hassi Delaa	15.3
Gouffa	Ain Madhi	11.7	Bouziane	Hassi Delaa	6.9



Figure 23 : Carte de localisation des relevés dendrométriques réalisés dans la zone de Laghouat (Source : photo prise en Avril 2018 sur Google Earth).

L'étude à porter spécifiquement sur des peuplements à *P. atlantica*, poussant à l'état spontané dans les dayas de la région de laghouat comme matériel biologique, les matériels dendrométriques utilisés sont :

- Le dendromètre Blume-Leiss pour la mesure des hauteurs totales des arbres,
- Un ruban pour la mesure du diamètre à 1,30m du sol,
- Le GPS pour positionner les arbres.

Les caractéristiques dendrométriques mesurées sont le diamètre à hauteur de poitrine (D.H.P) et la hauteur totale.

La densité moyenne des tiges est déterminée par le nombre d'arbres du peuplement suivant la formule : $N = n S$; où n est le nombre total d'individus d'arbres inventoriés dans le peuplement et S l'aire totale échantillonnée dans le peuplement en hectare (Dossou et al. 2012).

Nous avons effectué des mesures dendrométriques sur le terrain, afin de rechercher les relations qui existent entre ces mesures : circonférence et hauteur de l'arbre.

La surface terrière est considérée comme un paramètre dendrométrique nécessaire dans le calcul du volume d'un arbre sur pied ou abattu. La surface terrière (G_i en m^2) pour chaque placette est calculée, en utilisant le diamètre à 1.30 et suivant la formule ci-dessous (Parde et Bouchon ,1988): $G_{1,30} = \pi D_i^2 / 4$ Dans la placette, la somme des surfaces terrières des arbres donne la surface terrière totale (G) en m^2 /ha.

Avec, $G_{1,30}$: Surface terrière d'arbre en m^2 .

D_i : Diamètre de l'arbre à 1.30 m en cm

C'est l'un des indicateurs utilisé pour la gestion sylvicole ou lors de l'étude de peuplements forestiers.

Pour ce qui est de l'étude phytodynamique, le travail à été réalisé pendant la période printanière de l'année 2020 dans 30 dayas des communes de Hassi Delâa, Kheneg, Ben Nacer Ben Chohra, Hassi R'mel et Ain El Madhi. Nous avons choisi ces dayas d'étude en fonction de la présence des populations de jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*). (tableau 9 et figure 24)

Tableau 9 : les dayas d'étude de la partie phytodynamique

N°	Daya	Communes	Coordonnées géographiques	
1	Legrar 1	Ain El Madhi	33°28'31.4"N	2°13'42.3"E
2	Legrar 2	Ain El Madhi	33°28'3.35"N	2°13'31.63"E
3	Gouffa	Ain El Madhi	33°29'31.30"N	2°13'23.91"E
4	Baguira 1	Hassi R'mel	33°13'14.83"N	3°14'49.37"E
5	Legrar 3	Ain El Madhi	33°28'30.7"N	2°13'10.2"E
6	Legrar 4	Ain El Madhi	33°28'47.3"N	2°13'71.1"E
7	Ain Chelif	Hassi R'mel	33°25'37.4"N	2°14'83.2"E
8	El Gossa 1	Ain El Madhi	33°23'90.9"N	2°15'96.9"E
9	El Gossa 2	Ain El Madhi	33°23'61.6"N	2°16'04.8"E
10	Oued daoura	Hassi R'mel	33°16'46.0"N	2°26'57.4"E
11	Khamsaouat 1	Hassi R'mel	33°11'28.0"N	2°36'22.5"E
12	Khamsaouat 2	Hassi R'mel	33°11'68.2"N	2°36'95.7"E
13	El Baadja	Hassi R'mel	33°11'41.6"N	2°44'25.6"E
14	Zebacha	Kheneq	33°12'66.2"N	2°45'15.6"E
15	Baguira 2	Hassi R'mel	33°12'43.45"N	3°13'5.11"E
16	Talmzane 1	Ben Nacer Ben Chohra	33°38'42.53"N	2°55'47.89"E
17	Talmzane 2	Ben Nacer Ben Chohra	33°38'85.3"N	2°55'18.2"E
18	Talmzane 3	Ben Nacer Ben Chohra	33°38'56.7"N	2°55'50.1"E
19	Nili	Hassi R'mel	33°23'28.0"N	3°03'03.8"E
20	Baguira 3	Hassi R'mel	33°19'43.2"N	3°07'48.1"E
21	Tilghimt	Hassi R'mel	33°9'17.57"N	3°20'53.33"E
22	Boukoufala	Hassi Delâa	33°14'08.8"N	3°19'98.1"E
23	Bgouga 1	Hassi R'mel	33°15'24.7"N	3°19'53.4"E
24	Soltan	Hassi R'mel	33°14'18.58"N	3°18'34.00"E
25	Bgouga 2	Hassi R'mel	33°19'85.2"N	3°17'56.5"E
26	Chaknane	Hassi Delâa	33°20'83.0"N	3°15'12.9"E
27	Djaarnia	Hassi Delâa	33°23'79.4"N	3°16'30.2"E
28	Zegrir 1	Hassi Delâa	33°24'29.7"N	3°16'14.3"E
29	Zegrir 2	Hassi Delâa	33°24'31.7"N	3°16'03.9"E
30	Bouterkfin	Ben Nacer Ben Chohra	33°30'54.1"N	2°59'50.8"E

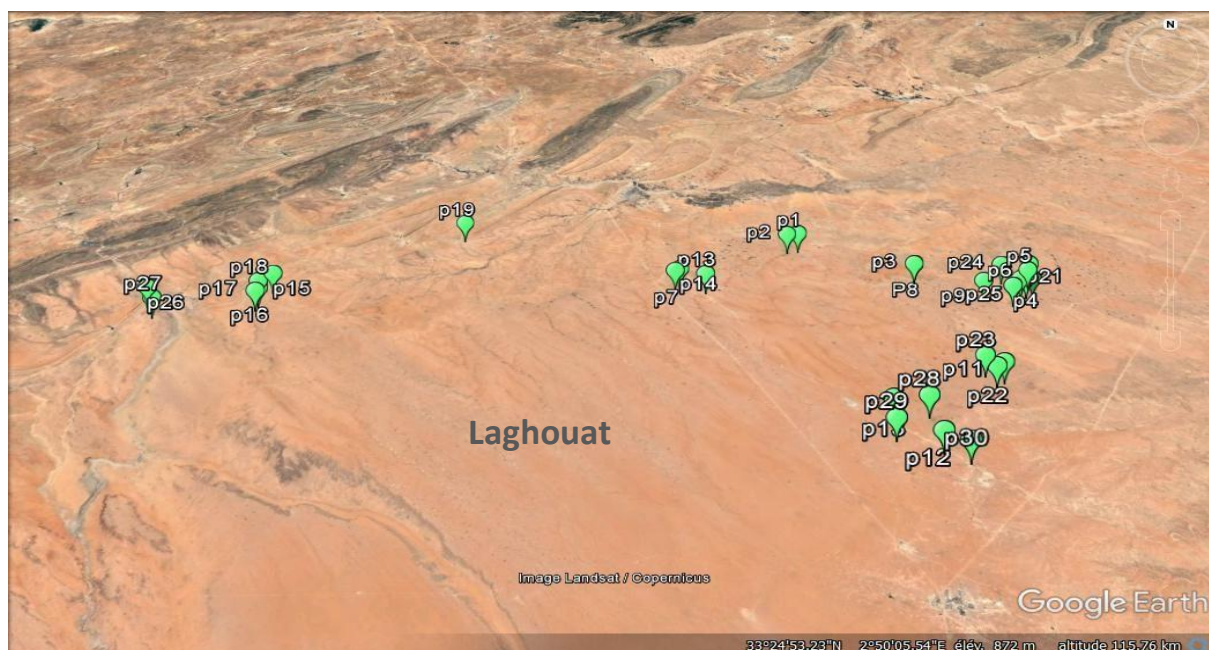


Figure 24 : localisation des dayas de Pistachier de l'atlas retenues pour cette étude

Le choix des placettes au sein de chaque daya a porté sur toutes les touffes du jujubier sauvage présentes ; elles sont délimitées par les dimensions mêmes de ces touffes.

Nous avons échantillonné toutes les tailles des touffes de jujubier (petites, moyennes, grandes), afin de faire ressortir l'effet de leurs dimensions sur le nombre d'espèces facilitées et la régénération du pistachier.

Pour les besoins de notre travail (mesures et relevés phytoécologiques), nous avons utilisé:

- Boussole,
- GPS de type Garmin,
- Instrument de mesure des dimensions (hauteurs et circonférences des arbustes de jujubier):
double décimètre, ruban mètre rigide

Ruban de couleur vive pour le marquage des sujets de jujubier.

- Appareil photographique numérique,
- Sous-main (planche) pour la prise de note,
- Fiches standardisées de collecte de données,
- flore de référence : « flore d'Algérie » de Quézel et Santa (1962-1963).

Dans chaque daya, nous avons échantillonné toutes les touffes de jujubier sauvage représentant chacune un relevé floristique. A côté de chaque touffe de jujubier sauvage, on a pris les coordonnées GPS (altitude, longitude, latitude), la pente, l'exposition et le recouvrement de la végétation (celui du couvert arboré sous pistachier notamment).

Nous avons ces variables :

III.3. Variables écologiques explicatives

1. **Altitude** : Nous avons noté l'altitude au niveau de chaque relevé à l'aide d'un GPS.

2. **Exposition** : La variable exposition a été définie à l'aide d'une boussole, nous avons pris l'exposition de chaque relevé codifiée selon un gradient thermique croissant, comme suit : 1 : E, 2 : N, 3 : NE, 4 : NW et 5 : W

3. **Pente** : La pente a été codifiée selon un gradient croissant en quatre classes, comme suit : 1: 0 à 3 %, 2 : 3 à 12,5 %, 3: 13 à 25 %, 4: ≥ 25 %.

4. **Nature de la surface du sol** : La nature de surface du sol sous le couvert des arbustes de jujubier est codifié en cinq types :

1 : RD : roche dure, 2 : P : pierraille, 3 : L : litière, **1.5** : P/L : pierraille/litière, **3.5** : L/V : litière/ végétation, 4 : V : végétation.

5. **Recouvrement de la végétation** : Nous l'avons apprécié de *visu* en fonction de la densité des branchages formant la canopée des arbres de pistachier. Sept classes de recouvrement ont été définies (David et al., 1979) : 6 : Fermé (> 90 %), 5 : Peu ouvert (75 à 90 %), 4 : Assez ouvert (50 à 75 %), 3 : Ouvert (25 à 50 %), 2 : Très ouvert (10 à 25 %), 1 : Extrêmement ouvert (0 à 10 %), 0 : Totalement ouvert (0 %).

III.4. Variables dendrométriques explicatives

Nous avons mesuré les variables dendrométriques des touffes de jujubier, afin d'établir une éventuelle corrélation entre les dimensions de ces touffes de jujubier, la régénération du pistachier et son cortège floristique (richesse spécifique). On a procédé aux mesures dendrométriques suivantes :

- nombre de touffes de jujubier par daya (densité),
- circonférences des touffes de jujubier sauvage,
- hauteurs moyennes des touffes de jujubier,

Les circonférences notées sont très variables et se présentent sous forme d'une distribution discontinue, on les regroupe donc en classes définies statistiquement comme suit :

- Etendue : $e = V_{\max} - V_{\min}$

V_{max} : Valeur de circonférence maximale.

V_{min} : Valeur de circonférence minimale.

- Nombre de classes : $K = \sqrt{N}$

N : Nombre total de circonférences des sites.

- Pas ou intervalle de la classe : $P = e/K$

III.5. Mesure des variables à expliquer

La variable à expliquer est le rôle facilitateur du jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*) sur la dynamique évolutive (installation et développement des semis) du pistachier de l'atlas et du cortège floristique qui lui est inféodé (richesse spécifique). On a donc réalisé l'inventaire de toutes les espèces végétales présentes au sein de chaque touffe de jujubier y compris les sujets de pistachier, en établissant la liste complète des espèces vasculaires.

Nous avons attribué un indice d'abondance-dominance pour chaque espèce du relevé, à l'aide de l'échelle de Braun-Blanquet (Delpech, 2006).

+ : 1 seul individu ou très peu abondant

1 : Quelques individus et recouvrement faible (< 5 %)

2 : Très abondant ou recouvrement : 5 – 25%

3 : Population formant des petits groupes ou des coussins et recouvrement compris entre 25 – 50%

4 : Petites colonies nombreuses ou formant un large tapis et recouvrement compris entre 50 -75%

5 : Population presque pure, importante et recouvrement compris entre 75 – 100%

Toutes les espèces végétales inventoriées sont consignées dans un tableau floristique. On a ensuite compté le nombre d'individus de pistachier installés dans chaque touffe, et la hauteur totale de chaque individu de pistachier.

Puis, on a noté diverses observations anthropiques, telles que les traces du passage des incendies, les coupes délictuelles, le surpâturage, le labour, etc.

1. Pâturage : l'intensité du pâturage a été estimée en fonction de la présence ou l'absence de bétail, la fréquence des espèces nitrophiles et le nombre d'arbustes ou d'arbres broutés.

2. Piétinement du bétail : on note l'absence ou la présence de piétinement sur la base du tassement du sol, la présence de sentiers et de fèces du bétail dans la daya.

3. Passage des incendies : sur la base d'observation directe de passage d'incendie récent et en questionnant l'équipe de la conservation des forêts de Laghouat, nous avons pu affirmer ou infirmer ce fait anthropique.

4. Coupes délictuelles : nous avons procédé de la même manière que pour les passages d'incendie, c'est-à-dire sur la base d'observations directes sur le terrain.

5. Pollution : on l'apprécie par la présence ou l'absence de déchets solides (plastiques, emballages, bouteilles, ...).

6. Labour : Les traces des labours des dayas sont nettement apparentes ; on a remarqué que les populations locales sèment de plus en plus des céréales, au détriment du pistachier.

III.6. Mesures de la diversité du cortège floristique

Les mesures de richesse, diversité spécifique ou d'équitabilité sont utiles pour caractériser et comparer globalement des peuplements ou des états successifs d'un même peuplement (Barbault, 1995).

1. Diversité spécifique

La richesse ou diversité spécifique d'un peuplement est le nombre d'espèces composant ce peuplement (Ramade, 2003). C'est un paramètre fondamental et une caractéristique d'un peuplement (Ramade, 1984).

1.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est couramment utilisé pour caractériser la diversité de l'habitat (ou station) en se basant sur la diversité taxonomique. Dans les milieux naturels, il est généralement compris entre 0,5 pour une faible diversité et 4,5 pour une forte diversité (Trouilhé, 2006). Cet indice est calculé à partir de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad \text{ou} \quad H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (\text{Ramade, 1984})$$

P_i : représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang i .

$$P_i = n_i/N$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce i .

N : nombre total d'individus.

1.2.Équitabilité de Piélou

Elle est utilisée pour comparer les densités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques ou taxonomiques différentes.

$$E = H / \log_2 S \quad (\text{Barbault, 1995})$$

S : Richesse spécifique (ou richesse taxonomique). Selon Dajoz (2006), l'équitabilité tend vers zéro lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle égale à un lorsque toutes les espèces ont les mêmes abondances.

1.3.Indice de similitude de Jaccard

Il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé (Ramade, 2003). L'indice de Jaccard est connu pour étudier la similarité entre les échantillons pour des données binaires, il est calculé par l'expression qui suit :

$$J = c / (a + b - c)$$

a: nombre d'espèces présentent uniquement dans le relevé a (daya a) ;

b: nombre d'espèces présentent uniquement dans le relevé b (daya b) ;

c: nombre d'espèces communes.

Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives (Youness et Saporta, 2004)

III.7. Etude ethnobotanique

Sur le plan méthodologique, nous avons tout d'abord répertorié les peuplements de pistachier de l'Atlas et délimiter des secteurs géographiques à retenir pour l'étude ethnobotanique, et ensuite identifier des personnes ressources (agents et techniciens de la conservation des forêts de Laghouat) susceptibles de nous permettre d'établir des contacts avec des habitants connaissant l'espèce, c'est-à-dire des informateurs. Dans la pratique, un informateur nous renvoie souvent vers un autre informateur au cours des discussions et des rencontres sur le terrain. Le travail de terrain ou « *in situ* », complémentaire aux recherches bibliographiques, a pour objectif l'étude des témoignages, leur transcription écrite, la mise en forme et l'analyse des données ethnomédicinales recueillies (Chaber, 2011)

Ainsi, quarante informateurs, dont 16 herboristes, répartis entre les deux sexes, ont été questionnées à l'aide d'un questionnaire semi-structuré préétabli (Atakpama et al., 2014), qui a servi de support pour l'enquête (Annexe 1).

Ce questionnaire de notre enquête est constitué de :

- 8 questions concernant l'informateur,
- 9 questions concernant la plante,
- 5 questions concernant les utilisations de cette plante.

De simples entretiens individuels (Figure 25), en leur demandant le maximum d'informations, étaient engagés avec les personnes questionnées (herboristes, tradithérapeutes et ménages), qui sont en contact direct avec le pistachier de l'Atlas. Le temps consacré à chaque entrevue était d'environ une demi-heure. Ces entretiens individuels permettent d'éviter l'influence des enquêtés par d'autres personnes (Atakpama et al., 2014). Lors de chaque entretien, qui s'est fait en arabe dialectal, toutes les informations qu'ils ont acquises sur la plante et ses vertus médicinales ont été soigneusement recueillies. Les informations recherchées sont relatives aux noms locaux et aux usages du pistachier de l'Atlas, ainsi qu'aux indications, aux affections traitées, aux modes d'administration et à la posologie. Durant chaque entretien, les informations sur les personnes questionnées (âge, niveau scolaire, situation familiale et profession) ont également été collectées. Les entretiens ont été précédés de l'exposé du but de l'étude et l'obtention du consentement des enquêtés à y participer (Uprety et al., 2012).





Figure 25. Entretien individuel avec les informateurs sélectionnés dans leurs tentes (a), à leurs domiciles (b), ou dans leurs herboristeries dans la ville de Laghouat (c, d).

Les données collectées sur les utilisations en médecine traditionnelle du pistachier de l'Atlas, enregistrées sur les fiches d'enquêtes, ont ensuite été saisies, traitées et analysées statistiquement à l'aide du tableur Microsoft Excel 2016, pour une meilleure visualisation des données obtenues. L'analyse des données a fait appel aux méthodes simples des statistiques descriptives et la construction des figures. Les informations traitées concernent les fréquences de citations des organes de *Pistacia atlantica*, les types d'usages, les fréquences des divers usages thérapeutiques et les modes de préparation. Ceci a également permis de faire ressortir les caractéristiques des personnes enquêtées. Ainsi, les variables quantitatives sont décrites en utilisant les effectifs et les variables qualitatives en utilisant les fréquences des réponses.

Pour évaluer l'importance ethnobotanique de *Pistacia atlantica* suivant les informateurs, le taux de réponse (ou fréquence de réponse) des enquêtés a été calculé pour chaque utilisation, comme suit : $T = (S/N) * 100$

avec S : nombre de personnes ayant fourni une réponse par rapport à une utilisation donnée, et N : nombre total de personnes interviewées (Kouyate., 2005, Belem et al., 2017).

On a utilisé ce taux de réponse pour tous les paramètres étudiés lors de l'enquête, avec une représentation des résultats sous forme de tableau de fréquences ou de graphes.

III.8. Etude phytoécologique

Dans un contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore présente un grand intérêt (Quézel et al., 1980). L'étude de la végétation concerne la description des groupements et leurs conditions stationnelles. Selon Ozenda (1964), la végétation est définie comme un ensemble de plantes réunies dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines.

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (Blandin, 1986), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (Ozenda, 1986).

Les études exclusivement consacrées à la flore des peuplements de Pistachier de l'Atlas de l'Algérie sont assez rares et celles effectuées jusqu'ici, restent partielles et incomplètes, portant en général sur des aires géographiques restreintes.

- Les travaux réalisés sur l'analyse floristique du pistachier de l'Atlas sont ceux de Benhassaini et al. (2007) sur la phytoécologie de *Pistacia atlantica*.
- Mansour (2011), sur l'étude de la répartition du pistachier de l'Atlas.
- Bouderbala (2012) sur l'écologie, diversité floristique et valeur patrimoniale.
- Amara et Bouazza (2013) sur l'étude des groupements à *Pistacia atlantica*, phytosociologie et dynamique.
- Benaradj et al. (2015) sur la diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. Dans la région de Laghouat, Salamkour et al. (2013) avaient récolté 66 espèces dans les stations d'El Houaita, Sidi Bouzid et Gueltet Sidi Saad. Ces auteurs ont réalisé une étude comparative des caractéristiques. Ils ont démontrés que ces derniers présentent les meilleures caractéristiques floristiques (richesse floristique et taux de recouvrement) par rapport aux parcours libres.

Forts de ce constat, nous nous proposons dans ce travail de présenter l'état des lieux de la flore de cette importante région pastorale, afin d'apprécier sa phytodiversité, en tant que modèle de zone des hauts plateaux

III.9. Etude dendrométrique

La dendrométrie est une science qui consiste à mesurer les arbres et les peuplements forestiers ; à ce titre, elle occupe une position charnière d'une part entre les études fondamentales du milieu et la sylviculture et, d'autre part, entre la sylviculture et la planification ou l'utilisation des ressources boisées. La dendrométrie concerne l'activité de production de l'écosystème forestier et plus spécialement celle des arbres, son rôle habituel étant de mesurer ou d'estimer la production utile des forêts (Rondeux , 1978)

L'étude dendrométrique permettra l'estimation de la densité et la détermination de la structure des arbres dans 52 dayas de la zone d'étude. Pour ce qui est de la structure du peuplement, on retient que la hauteur, le diamètre de la circonférence sont plus significatifs. Elle repose sur la détermination des variables dendrométriques du peuplement : diamètres et hauteurs.

La densité est définie comme le nombre total de tiges par unité de surface (Favrichon et al.,1998).

Dans un peuplement irrégulier (futaie irrégulière), en fonction du diamètre ou de la circonférence à 1,30 m du sol, les arbres peuvent être répartis en quatre catégories de dimension (IFN, 2010):

D'après Lombardini (2006), les quatre grandes catégories de diamètre pour classer les arbres sont définies dans < le tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10 . Les catégories de diamètre (ou de circonférence) des arbres.

	Catégorie du bois	Diamètre Φ (cm)	Classe de circonférence (cm)
1	Petits bois	7,5 - 22,5	[23,5- 70,5[
2	Bois moyens	22,5 - 42,5	[70,5- 149,5[
3	Gros bois	42,5 - 62,5	[149,5- 212,5[
4	Très gros bois	> 62,5	\geq 212,5

Pour caractériser la structure d'un peuplement forestier, il est nécessaire d'utiliser un indice d'occupation du sol et de l'espace par les arbres. C'est généralement la surface terrière, qui est utilisée (Bordenave et de Granville, 1998).

III.10. Etude phytodynamique

Le bétoum est une essence héliophile à l'état adulte. Pour les semis, ils se trouvent dans les touffes de *Ziziphus lotus* (L) Desf. Ils bénéficient sans difficulté de la lumière pour leur croissance (Ait Radi, 1979). En général, cette espèce se régénère et pousse toujours à l'intérieur des touffes de *Ziziphus lotus* (L.) Desf. qui constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le pâturage. Son système racinaire vigoureux lui assure une bonne fixation au sol (Monjauze, 1968). Il existe, dans la nature, des mécanismes de réparation et des interactions positives pouvant amener un végétal à faciliter la réimplantation d'espèces sylvatiques préexistantes. On suggère que la germination, la croissance et l'établissement d'espèces ligneuses seraient facilités sous la canopée d'arbustes ligneux du fait des conditions édaphiques et microclimatiques qu'elle fournit. Ainsi, le jujubier sauvage aurait la capacité de réimplanter graduellement le pistachier de l'atlas et le cortège floristique qui lui est associé.

L'objectif de cette étude est de mettre en relief la nature de ces interactions et leur impact sur la dynamique de la végétation dans les dayas de Laghouat. Il a aussi pour but la praticabilité d'une telle notion sur la conservation et la restauration écologique des milieux dégradés. A cet effet, un diagnostic exhaustif comprenant : des mesures dendrométriques et biologiques de *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus*, des relevés floristiques à l'intérieur même de ces touffes et la mesure de variables stationnelles régissant les interactions au sein de ces peuplements ont été effectués.

III.11. Analyse statistique

Les informations ethnobotaniques obtenues ont été rassemblées dans un fichier type tableur Excel avec, en lignes, les différentes personnes enquêtées et, en colonnes, les différentes questions. Les statistiques descriptives ont été calculées pour chacun des paramètres (moyennes, écart-types et proportions).

Le traitement numérique de la partie phytoécologique a consisté en une analyse de la matrice globale. Cette matrice est soumise à l'analyse des correspondances détendancées (DCA), puis la classification hiérarchique ascendante (CHA). Le logiciel utilisé est PC-ORD (Mc Cune et Mefford, 1999).

L'analyse des correspondances détendancées (DCA) est considérée actuellement comme étant la mieux adaptée pour l'identification des ensembles floristiques et des gradients écologiques (Ejrnaes, 2000). La DCA a été retenue dans l'analyse de nos données.

La classification hiérarchique ascendante (CHA) est une méthode de classification qui cherche à regrouper par similitude les individus d'un ensemble donné tel les relevés ou les espèces. Cette similitude est estimée par un critère de proximité ou de distance choisi à priori. L'algorithme de base de la CHA (Classification hiérarchique ascendante) repose sur la partition la plus fine (individu) où est construit progressivement une suite de partitions emboîtées. A chaque étape, cet algorithme réunit deux classes de la partition ainsi obtenue précédemment. La construction s'arrête dès qu'il ne reste plus qu'une seule classe (Thompson, 2002).

Dans l'étude dendrométrique, nous avons étudié le coefficient de corrélation entre la hauteur et le diamètre à l'aide de l'Excel, La droite de régression fournit une idée schématique, mais souvent très utile, de la relation entre les deux variables. En particulier, elle permet facilement d'apprécier comment évolue l'une des variables.

Nous avons réalisé dans l'étude phytodynamique , l'analyse en composantes principales(ACP) , afin d'apprécier les diverses corrélations linéaires qui peuvent exister entre les dimensions des touffes de l'espèce facilitatrice *Ziziphus lotus* (circonférence, hauteur moyenne) à travers les paramètres, nombre de touffe de jujubier par daya ,le nombre de semis de pistachier de l'atlas dans la touffe, la hauteur moyenne du pistachier de l'atlas au sein des touffes de jujubier, pour l'ensemble des 598 relevés effectués au niveau des 30 days d'étude.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1.Résultats

IV.1.1.Etude ethnobotanique

L'analyse synthétique des fiches questionnaires a permis de confirmer l'importante utilisation du pistachier de l'Atlas par la population locale pour traiter différentes pathologies humaines. Après traitement informatique, les différents résultats sont présentés sous forme de tableaux et de graphes, ils concernent plusieurs informations sur l'informateur et sur l'usage de la plante:

- Caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe, niveau d'instruction, profession, lieu de résidence, groupe ethnique) des informateurs,
- Les catégories d'utilisation (médicinale, alimentaire, etc.) du pistachier, les modes de préparation, les organes utilisés, etc.
- Les maladies traitées, le diagnostic de la pathologie et les effets du traitement.

a. Profil sociodémographique des informateurs

a.1.Répartition des informateurs selon le genre

Durant cette enquête, parmi les 40 informateurs questionnés, les hommes sont plus nombreux que les femmes. Le sexe ratio est disproportionné. En effet, les hommes représentent 67.5 %, contre 32.5 % de femmes (Tableau 11). Cela est lié au biais introduit par l'échantillonnage et au fait que le métier d'herboriste reste majoritairement un domaine réservé aux hommes en Algérie. Toutefois, l'utilisation thérapeutique des plantes médicinales par les femmes au foyer, de par leur responsabilité en tant que mères, est très présente dans la région d'étude.

Tableau 11. Répartition des personnes enquêtées selon le genre

	Effectifs	Taux (%)
Masculin	27	67.5
Féminin	13	32.5
Total	40	100

a.2 .Répartition des informateurs selon l'âge

L'analyse des données obtenues montre que l'âge des informateurs varie de 21 à 85 ans, avec une moyenne de 44 et $\frac{1}{2}$ ans. Ils appartiennent surtout à la tranche d'âge de [41,50 ans] avec un taux de 25% et ensuite à celles des [21,30 ans] et [31,40 ans], avec 22.5% chacune (Figure 26). Enfin, les informateurs enquêtés de plus de 50 ans représentent un taux cumulé de 30%, il apparaît dans notre cas que les jeunes générations sont toutes aussi bien informées que les anciennes. Leur mode de vie en contact direct avec l'environnement naturel pouvant expliquer cet état de fait.

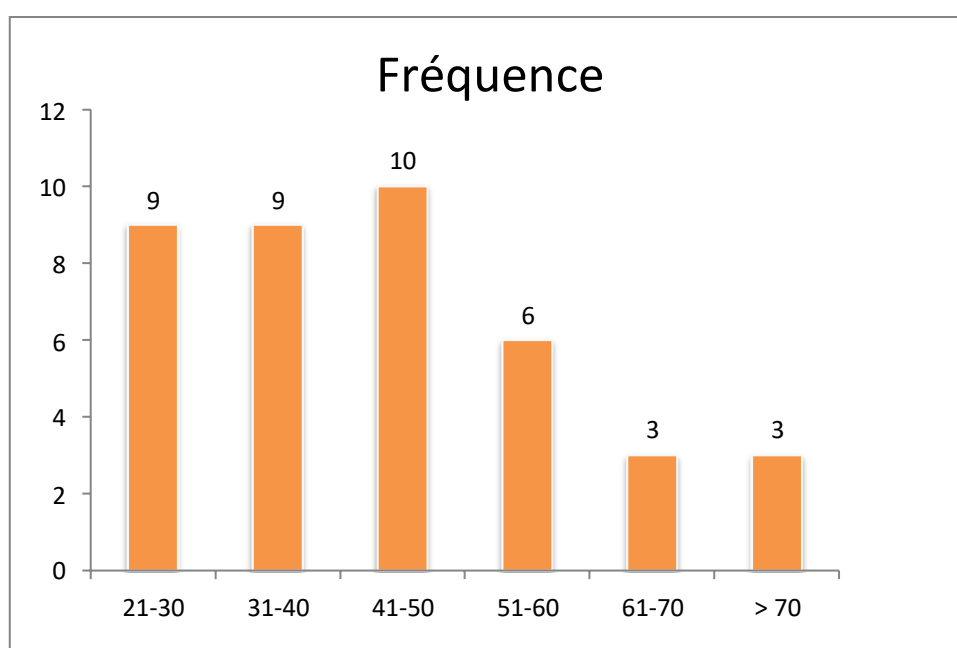


Figure 26. Répartition des informateurs selon l'âge

a.3. Répartition des informateurs selon le niveau scolaire

Dans la zone d'étude, plus de la moitié des personnes interrogées sont analphabètes, soit 52.5% (Figure 27). Les autres ont un niveau de scolarisation secondaire, avec un pourcentage de 40%, ou moyen (7.5%). Aucun des informateurs n'a un niveau primaire ou universitaire. Ce pourcentage élevé d'informateurs sans aucune instruction est en corrélation directe avec le niveau de scolarisation de la population locale.

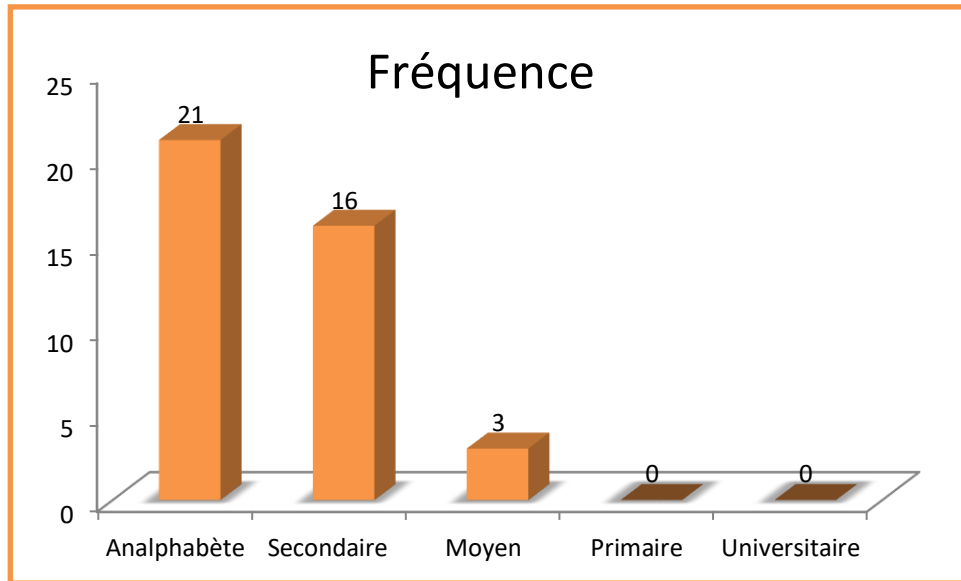


Figure 27. Répartition des informateurs selon le niveau académique

a.4. Répartition des informateurs selon leur occupation principale

La figure 28 montre que 40% des informateurs sont des herboristes, 27% des personnes interrogées représentent des femmes au foyer, 15% sont des pasteurs, 7% des fonctionnaires et 5% des paysans. Les 6 % restants sont sans travail ou retraité. On signale que les catégories femmes au foyer, paysans et pasteurs recouvrent celles des personnes non alphabétisées, alors que les herboristes ont en général un niveau secondaire ou parfois moyen.

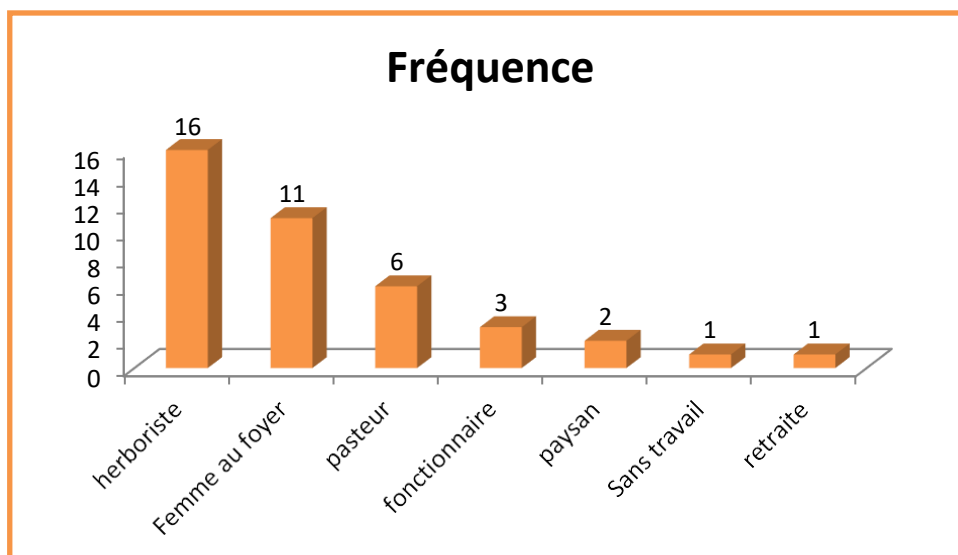


Figure 28. Répartition des informateurs selon leur occupation principale

a.5. Répartition des informateurs selon leur lieu de résidence

Nous constatons que 40% des informateurs sont de la commune de Laghouat, il s'agit des herboristes. Viennent ensuite ceux des communes d'Ain El Madhi (30%), Tadjrouna (17.5%), Sidi Bouzid (10%) et ceux de la commune de Tadjemout, avec 2.5 % (Figure 29).

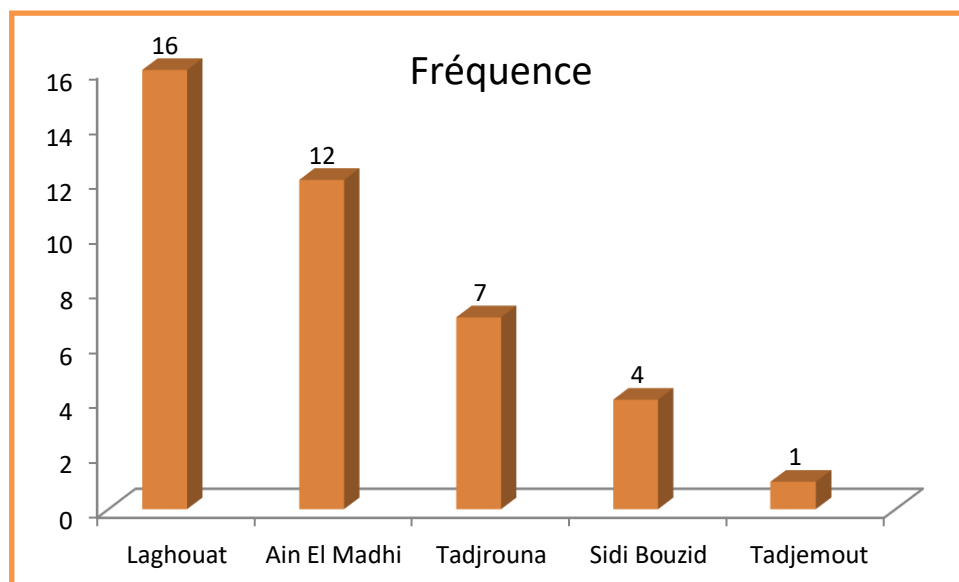


Figure 29. Répartition des informateurs selon leur lieu de résidence

a.6 - Répartition des informateurs selon leur ethnie

Les 40 informateurs de notre échantillon appartiennent à 10 ethnies différentes (Figure 30). La répartition de ces informateurs selon leur appartenance ethnique montre que ceux de la tribu de Hadjadj représente le taux le plus élevé (32.5%), suivis de ceux appartenant aux tribus des Ouled Ziane (30%) et Ouled Sidi Youcef (12.5%), soit 75% de l'ensemble des informateurs. Deux autres tribus sont assez bien représentées dans l'échantillon : les Ouled Nail de Djelfa (7.5%) et Ouled Ziri(5%). Enfin, les 5 autres ethnies (Ammour, Chakala, Abadlia, Sidi Makhoulf et Houaita), ne sont présentes qu'avec un taux très faible de 2.5% chacune. La tribu des Hadjadj, qui est dominante, fait partie des 4 tribus nomades d'origine de Laghouat².

²A Laghouat, les tribus de pasteurs nomades étaient à l'origine quatre, les Hadjadj, Maamra, OuledZid et Ouled Salah d'où leur nom des quatre, el-Arbaa (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Laghouat>).

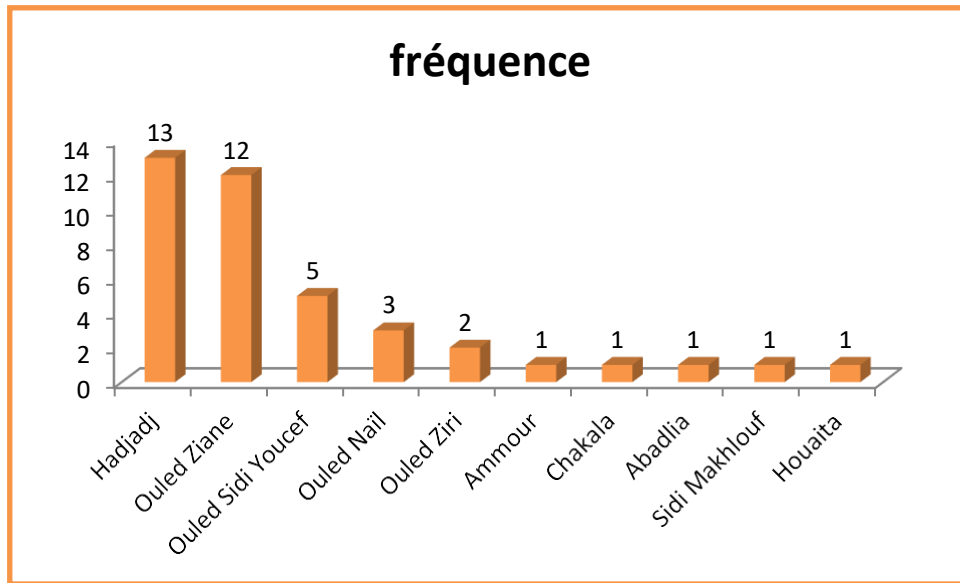


Figure 30. Répartition des informateurs selon leur ethnie ou tribu d'origine

a.7. Répartition des informateurs selon leurs origines des connaissances ethnobotaniques

Dans la zone d'étude, 60 % des origines sont divisées entre Ain El Madhi et Laghouat, alors que les 40% correspondent à différentes origines (15% Tadjrouna, 7.5% Djelfa ,5% Aflou et 2.5 % chacune de Sebgag, Chakala, Abadlia, Sidi Makhoulouf et Houaita). (Figure 31).

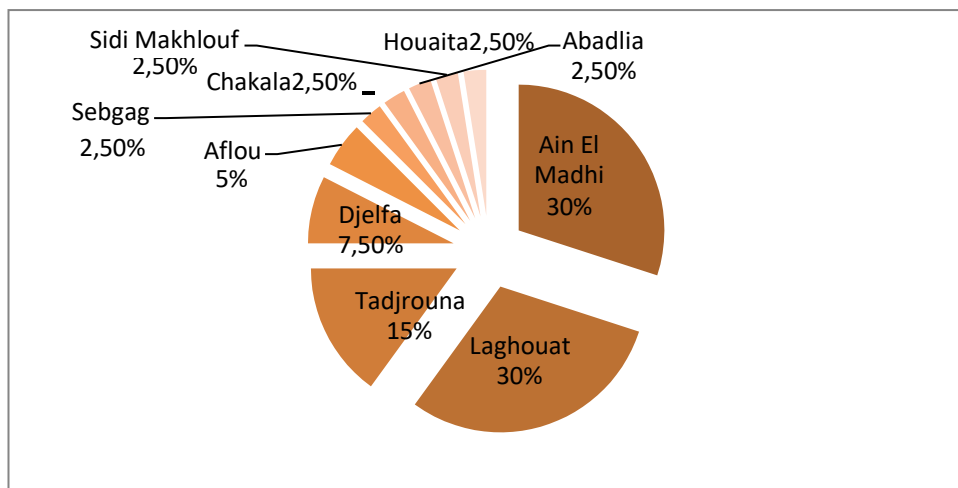


Figure 31. Répartition des informateurs selon leur origine des connaissances ethnobotaniques

b. Analyse des types d'usages traditionnels du pistachier de l'Atlas

b.1. Les multiples usages traditionnels

Le pistachier de l'Atlas, communément appelé dans la région de Laghouat « El Botma » (100% des informateurs), est une plante médicinale par excellence. Ceci est prouvé par les résultats obtenus concernant son utilisation thérapeutique à Laghouat, où tous les informateurs lui reconnaissent des usages médicaux (100% des informateurs), mais également de multiples usages traditionnels (Tableau 12) : alimentaire (100% des réponses), fourrager (35%), cosmétique (27.5%) et même tinctorial (avec 2.5%). Cette plante est précieuse en raison de son importance socio-économique et ses divers intérêts pour les populations locales. Les fruits sont comestibles. L'arbre fournit par ses feuilles un aliment apprécié par le bétail en période de pénurie. L'huile extraite du fruit est utilisée aussi bien à des fins alimentaires que cosmétiques. L'usage tinctorial est cité également, mais une fois seulement.

Tableau 12. Fréquences des réponses sur les usages de pistachier de l'Atlas

Usages	Fréquences des réponses	Taux (%)
Thérapeutique	40	100
Alimentaire	40	100
Fourrager	14	35
Cosmétique	11	27,5
Tinctorial	1	2,5

b.2. Les parties et organes utilisés en médecine traditionnelle

Au total, 5 parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle (Figure 32), particulièrement les fruits, les feuilles, la résine ou gomme et l'écorce (polypore, tanins, suc). Le classement de ces parties végétales utilisées par ordre d'importance décroissante est le suivant : les fruits (140%), les feuilles (17.5%), le polypore (17.5%), les galls (5%) et la gomme (5%) (Tableau 13).

Tableau 13. Fréquence des réponses sur les parties utilisées

	Fréquences des réponses	Taux (%)
Fruits (et graines)	56	140

Feuilles	7	17.5
Polypore	7	17.5
Galles	2	5
Gomme	2	5
Ecorce (suc)	1	2.5



Figure 32. Les différentes parties du pistachier de l'Atlas utilisées en médecine traditionnelle à Laghouat : **a.** feuilles, **b.** fruits mûrs, **c.** fruits mélangés avec des dattes écrasées roulées en boules, forme la plus consommée (à gauche) et corbeille de graines vertes (à droite), **d.** polypore du pistachier de l'Atlas ou el-sorra (photos avril 2018, Laghouat).

Dans la région de Laghouat, les fruits, nommés *Khodiri* (36 citations) ou *Godhim* (18 fois cité) par la population locale de cette région, sont la partie la plus utilisée (56 citations) contre plusieurs maladies. Ils sont beaucoup consommés en mélange avec divers ingrédients.

Le polypore du pistachier de l'Atlas (*Polyporus tinctorius* Quel.), dit *ssrā*, *surrat l-bṭūm* (سرة البطمة), apparaît les années où les précipitations sont suffisantes, traduisant une bonne santé de l'arbre et une bonne production de fruits. Il est relativement utilisé, puisque cité plusieurs fois (7 citations) ; il est séché, réduit en poudre et administré par voie orale.

Les feuilles sont également citées 7 fois en infusion ou parfois réduites en poudre et mélangées à du henné pour traiter plusieurs maladies.

Les galles des feuilles de pistachier de l'Atlas, connues dans la région d'étude sous le nom de *afse* (العفص), elles sont citées 2 fois, écrasées et mélangées à du lait, consommées pour diverses fins médicinales.

La résine qui suinte de l'écorce du pistachier de l'Atlas, donne une gomme quelquefois utilisée (2 citations seulement), mélangée à de l'ail écrasée et à l'huile d'olive, à des fins thérapeutiques dans la région de Laghouat.

Enfin, un suc noirâtre, dit *samagh*, soluble dans l'eau, est extrait de l'écorce de l'arbre pour fabriquer une encre, qui sert à écrire le Coran sur des tablettes (*tolbas*) ; 1 seule citation.

b.3. Les modes de préparation

Plusieurs modes de préparation sont employés pour faciliter l'administration des préparations médicamenteuses (ou recettes) aux malades dans notre étude : l'infusion est le mode le plus utilisé avec 41% des réponses, suivis du broyat (24%), de l'huile (17%) et de la poudre (10%) (Figure 33).

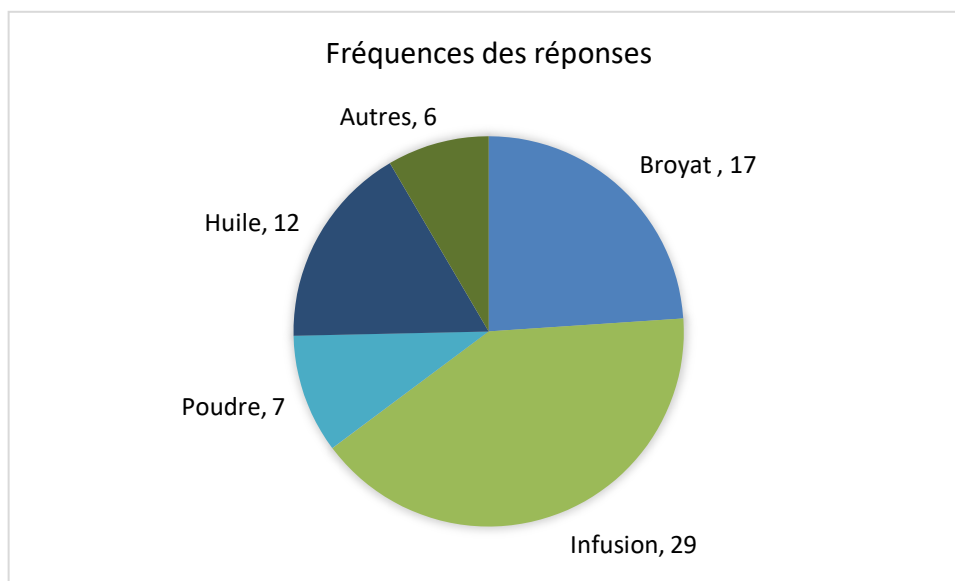


Figure 33. Fréquence des réponses sur les modes de préparations médicamenteuses

b.4. Les modes d'administration

Les préparations sont administrées presque toujours par voie interne, c'est-à-dire par ingestion orale (97% des réponses), sous différentes formes : tisane, par infusion de fruits ou de feuilles, broyat ou pâte malaxée (mélange de drupes et dattes le plus souvent), huile extraite du broyat, poudre pure ou mélangée. L'usage par voie externe, sous forme de massage d'huile extraite des drupes pressées, est cité 2 fois uniquement (3%).

b.5. La toxicité

Le pistachier de l'Atlas est signalé par tous les informateurs comme une plante médicinale non toxique pour l'homme et le bétail, avec un pourcentage de 100%. En effet, l'utilisation des différentes parties de la plante (fruits, feuilles, gomme) essentiellement par voie interne, souvent sous forme de tisane, par la population locale de Laghouat le montre bien.

Cependant, la prescription de plantes médicinales étant similaire à celle des médicaments synthétiques, les herboristes doivent être vigilants lors de la recommandation d'une plante médicinale, même non toxique.

b.6. Les additifs et le mélange avec d'autres plantes

Plus d'une vingtaine de substances liquides ou solides sont ajoutées aux préparations médicamenteuses pour faciliter leur administration aux patients. Les plus fréquemment citées sont (Tableau14): l'eau (72.5% des réponses ou citations), les grains d'orge, *Hordeum vulgare* (60%), les dattes (47.5%), les soies du maïs, *Zea mays* (25%) et l'huile d'olive (17.5%). Les fruits du pistachier de l'Atlas sont consommés en mélange avec de l'orge (24 citations), des dattes écrasées (19) ou plus rarement des figues sèches (2). Le plus souvent, ces fruits sont séchés, écrasés, mélangés avec ces ingrédients et consommés sous forme de pâtes malaxées en boulettes (forme la plus consommée) ou pressés pour en extraire l'huile. Les fruits sont également séchés, réduits en poudre et mélangés avec divers additifs liquides, pour leur ingestion orale, sous forme d'infusion, notamment de l'eau (29 citations), de l'huile d'olive (7 fois citée), du miel pur (4 fois), du lait (3) ou plus rarement du jus de citron (1 fois). De plus, le mélange des diverses parties du pistachier de l'Atlas (fruits, feuilles, gomme) avec d'autres plantes fait intervenir l'écorce des grenades, *Punica granatum* (10%), les feuilles de genévrier, *Juniperus oxycedrus* (10%), du henné, *Lawsonia inermis* (7.5%) et plus rarement du jonc (*Juncus acutus*) et des gousses d'ail, *Allium sativum* (5% chacun). Enfin, 5 autres plantes sont citées une seule fois (2.5%) chacune pour leurs feuilles : la germandrée ou Jaïda (*Teucrium polium*), le jujubier (*Ziziphus lotus*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus* sp.), ou leurs graines : la coriandre (*Coriandrum sativum*) et la carotte (*Daucus carota* subsp. *sativa*).

Tableau 14. Fréquence des réponses sur les additifs cités plus de deux fois

Additifs	Fréquences des réponses	Taux (%)
Eau	29	72,5
Dattes	19	47,5
Huile d'olive	7	17,5
Miel pur	4	10
Lait	3	7,5
Henné	3	7,5
Beurre	2	5
Figues sèches	2	5
Végétaux		

Orge (grains)	24	60
Maïs (soies)	10	25
Grenades (écorce)	4	10
Genévrier (feuilles)	4	10
Jonc piquant	2	5
Ail (gousses)	2	5

c. Analyse des types de maladies traitées

c.1. Types de maladies et d'affections traitées

Au total, ce travail ethnobotanique a permis de répertorier pas moins de 22 affections différentes traitées par les diverses parties végétales du pistachier de l'Atlas. Ces affections sont regroupées en 8 catégories de maladies. Le pistachier de l'Atlas figure dans le traitement des maladies respiratoires, avec 6 maladies différentes (85% des réponses), des affections génito-urinaires (77.5%), des affections du tube digestif (65%), des pathologies neurologiques (40%), des maladies de la peau (17.5%), des maladies cardiovasculaires et ostéo-articulaires (15% chacune) et enfin des maladies endocriniennes avec seulement 2.5% (Tableau 15).

Ainsi, les catégories d'affections les plus fréquemment traitées par *P. atlantica* sont les maladies respiratoires, génito-urinaires et gastriques dans la région de Laghouat. Toutes ces indications traduisent la forte prévalence de ces maladies dans notre zone d'étude et révèlent l'importance que le pistachier de l'Atlas joue dans le traitement de ces maladies.

Tableau 15. Fréquences des réponses pour les groupes de maladies traitées

Groupes de maladies	Nombre de maladies	Fréquences des réponses	Taux (%)
Maladies respiratoires	6	34	85
Maladies génito-urinaires	3	31	77,5
Maladies gastriques	4	26	65
Maladies neurologiques	2	16	40
Maladies dermiques	2	7	17,5
Maladies cardio-vasculaires	2	6	15
Maladies ostéo-articulaires	2	6	15
Maladies endocriniennes	1	1	2,5

Les 10 affections les plus traitées sont les calculs des reins et de l'uretère (67.5% de fréquence des réponses), les ulcères d'estomac (32.5%), la toux (30%), la constipation (22.5%), les maux de tête et migraine (20%), la bronchite (17.5%), l'asthme (15%), la grippe (12.5%) et les brûlures de la peau (10%) (Figure 34).

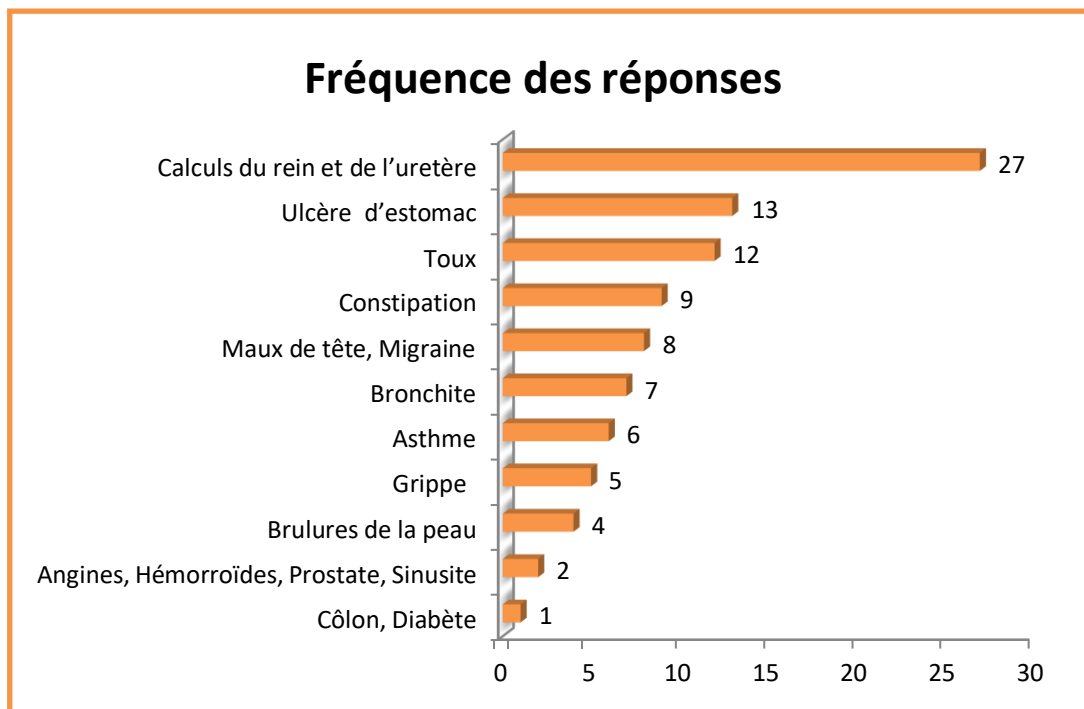


Figure 34. Classement des maladies traitées selon les fréquences des réponses

c.2.Maladies et organes utilisés pour les traiter

Le Pistachier de l'Atlas est très prisé par les tradipraticiens comme remède à de nombreuses maladies. Cette plante est utilisée dans le traitement des nombreuses affections, comme Calculs du rein et de l'uretère , Brûlures d'estomac ,l'angine, l'arthrose, l'asthme, bronchite, , le rhumatisme, le cholestérol, chute des cheveux, brûlures de la peau , cœur , Côlon, constipation , diabète, grippe ,les hémorroïdes, Lissage et renforcement des cheveux , Maux de tête, Migraine, Prostate, Rhumatisme , Sinusite , Touxetc.

L'enquête ethnobotanique a mis en évidence l'usage médical traditionnel des différentes parties (graines, feuilles, résine, gomme, écorce et fruits) du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf). Les résultats sont rassemblés dans le tableau 16.

Tableau 16. Maladies et organes utilisés pour les traiter

Maladies traitées	Parties utilisées	Préparations	Administrations
Maladies respiratoires	Graines, feuilles, résine, gomme	Broyat, infusion, poudre	Externe, massage, interne, oral
Maladies génito-urinaires	Graines, feuilles Résine, gomme,	Broyat, infusion, macération, poudre	Oral, interne, externe
Maladies gastriques	fruit, graines, écorce, feuilles	Broyat, infusion, macération, poudre	Oral, interne, externe
Maladies neurologiques	Graines, feuilles	Broyat, infusion, poudre	interne, externe, oral
Maladies dermatiques	Graines, feuilles	Broyat, poudre	Externe
Maladies cardio-vasculaires	Graines	Broyat, infusion, poudre	Interne, oral
Maladies ostéo-articulaires	Graines	Broyat, infusion, macération	Interne, oral
Maladies endocriniennes	Graines, feuilles	Broyat, infusion	Interne, oral

c.3. Dosage et durée du traitement

Le nombre de prises des remèdes traditionnels est généralement de 2 fois/jour (82.5% des réponses), pourcentage le plus élevé par rapport à celui de 1 fois/jour (7.5%) et 3 fois/jour (10%). La durée d'utilisation de traitement est toujours d'une semaine (100%).

c.4. Diagnostic de la maladie

Le diagnostic des maladies se fait généralement par l'herboriste (50%), suivi du diagnostic établi par le patient lui-même (45%). On remarque aussi un faible recours à l'intervention des médecins dans le diagnostic des maladies (5%) (Tableau 17). Les personnes qui vont voir le médecin pour un diagnostic de leur maladie ne représentent qu'un faible pourcentage.

Tableau 17. Fréquences des réponses sur le diagnostic de la maladie

	Fréquences des réponses	Taux (%)
Herboriste	20	50
Patient	18	45
Médecin	2	5

c.5.Résultats après traitement

D'après les réponses des herboristes et des informateurs interrogés, 92.5% des personnes qui ont recours au pistachier de l'Atlas pour traiter des maladies ont déclaré être guéries et 7.5% des patients sont revenus avec des signes d'amélioration de leur état de santé. De plus, aucun d'eux ne signale des effets secondaires ou des cas de toxicité (100% des répondants).

Ces affirmations sont difficiles à vérifier. En effet, la déclaration des herboristes ou même des tradithérapeutes concernant l'amélioration ou la guérison des personnes traitées pourrait être purement commerciale.

IV.1.2.Etude phytoécologique

Les différents relevés ont été analysés. La biodiversité floristique des parcours peut être mesurée par leur richesse floristique (Daget, 1982 , Daget et Poissonet,1997). Certains spécimens de plants ont pu être identifiés sur place. Nous avons aussi bénéficié de l'aide du Pr . Kouidri Mohamed du département d'Agronomie (université Amar Telidji de Laghouat).

Pour l'évaluation de la diversité de la flore de Laghouat, nous nous sommes basés sur trois paramètres principaux : la diversité biologique, taxonomique et biogéographique des écosystèmes présahariens et steppiques au sein des groupements à *P.atlantica*.

Nous avons inventorié 46 espèces spontanées appartenant à 40 genres et 24 familles. Le tableau 18 montre les familles rencontrées dans la wilaya de Laghouat.

La flore de Laghouat révèle une répartition inégale des espèces entre les familles : 06 familles à elles seules se partagent plus de 57% des espèces, alors que 18 familles se partagent les 43% restants, où la plupart ne sont représentées que par un seul taxon. Les Poacées et les astéracées renferment 20% chacune et sont les mieux représentées. Alors que les malvacées, les borraginacées, les zygothyllacées et les plantaginacées renferment 4.44 % chacune. D'autres familles les Géraniacées, les Euphorbiacées, les Polygonacées, les Rutacées, les Lamiacées, les Brassicacées, les Capparidacées, les Convolvulacées, les Papaveracées, les

Orobanchacées, les Cistacées, les Thymelaeacées , les Oxilidacées , les Caryophyllacées et les Apiacées avec 2.22% chacune (Fig 35).

Cette diversité floristique est liée à la diversité des climats, à la géomorphologie, à la nature des sols et à l'action anthropique (Benaradj et al.,2012).

La famille des Astéracées domine le plus dans les dayas avec 09 espèces identifiées (*Matricaria recutita*, *Launaea resedifolia*, *Leontodon saxatilis*, *Onopordum macracanthum*, *Podospermum laciniatum*, *Reichardia tingitana*, *Silybum marianum*, *Santolina africana* et *Sonchus arvensis*). Les Poacées sont aussi bien présentes sur les parcours de la wilaya avec un groupe de 8 espèces. Les espèces inventoriées se résument à (*Triticum repens*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Stipa tenacissima*, *Cynodon dactylon*, *Stipagrostis obtusa* et *Hordeum vulgare*. Chez les Fabacées, les espèces inventoriées se résument à *Astragalus armatus*, *Medicago polymorpha*, parmi les Malvacées inventoriées (*Malva parviflora*, *Malva aegyptica*) et les Zygophyllacées (*Fagonia glutinosa*, *Peganum harmala*).

Tableau 18 : Familles de la flore de Laghouat

Nom de la famille	Nombre de genres	Nombre d'espèces
Polygonaceae	01	01
Rutaceae	01	01
Lamiaceae	01	01
Brassicaceae	01	01
Capparaceae	01	01
Convolvulaceae	01	01
Thymelaeaceae	01	01
Papaveraceae	01	01
Orobanchaceae	01	01
Rhamnaceae	01	01
Malvaceae	01	02
Boraginaceae	01	02
Geraniaceae	01	01
Euphorbiaceae	01	01
Zygophyllaceae	02	02
Cistaceae	01	01
Asteraceae	09	09
Oxilidaceae	01	01
Chenopodiaceae	01	01
Caryophyllaceae	01	01
Fabaceae	02	02
Apiaceae	01	01
Poaceae	07	08
Plantaginaceae	01	02

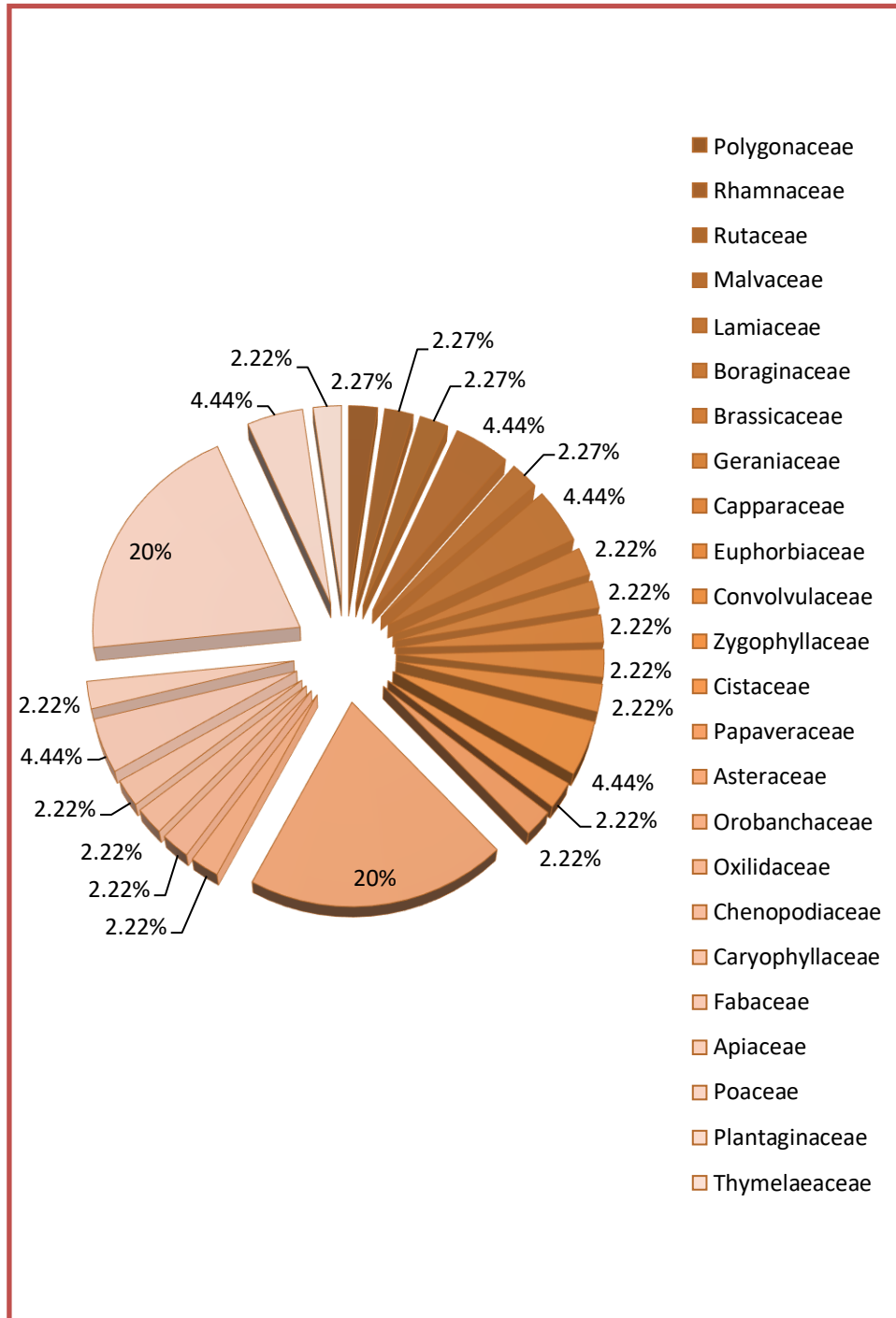


Figure 35. Principales familles de la flore des 52 days de Laghouat

Selon le type biologique, les espèces se répartissent en 21 thérophytes, 14 hémicryptophytes, 07 chaméphytes, 02 géophytes et 01 phanérophyte (Fig.36)

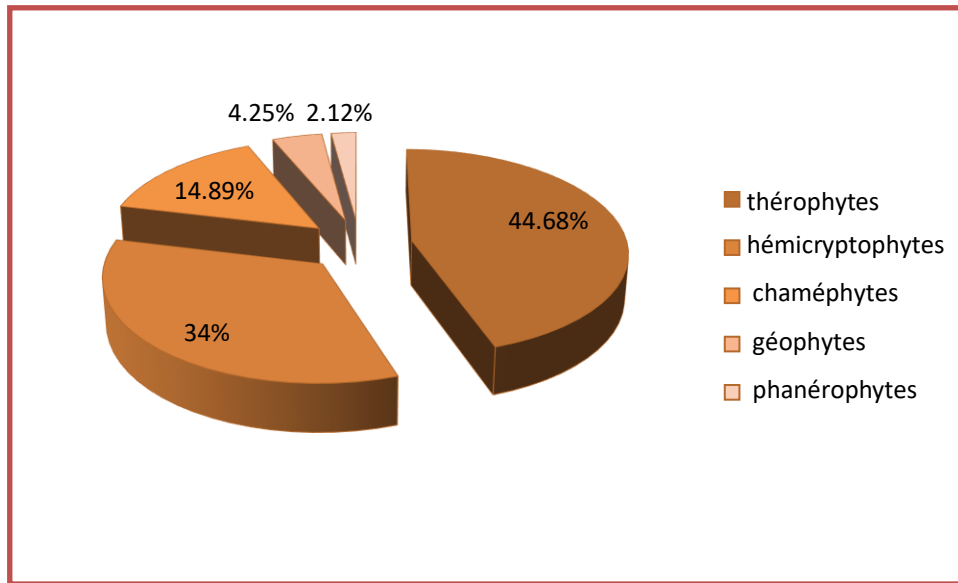


Figure 36. Spectre biologique des espèces inventoriées

Au plan biogéographique, la distribution spécifique montre que 29% des espèces sont méditerranéenne ; 11% des plurirégionales et endémiques, 09% des espèces saharo-sindienne-méditerranéenne, saharo-méditerranéenne et saharo-sindienne, 07% des ibéro-mauritaniennes ; 4% des eurasiatiques et 2% des paléotempérées (Fig.37).

La caractérisation des groupements à *P. atlantica* sur le plan biogéographique montre une prédominance de l'élément Méditerranéen. Cette analyse présente une bonne distinction entre l'élément méditerranéen et les autres types phytochoriques est encore plus marqué.

Les espèces steppiques qui dominent dans la région de Laghouat sont celles qui sont adaptées à la sécheresse ainsi qu'aux températures élevées on y rencontre (*Hammada scoparia*, *Hordeum murinum*, *Triticum repens*, *Ziziphus lotus*, *Thymelaea microphylla*, *Euphorbia calytrata*, *Ammosperma cinereum*, *Cleome arabica*, *Plantago ciliata*).

L'endémisme est dominé par les espèces telles qu'*Astragalus armatus*, *Euphorbia calytrata*, *Stipagrostis obtusa*, *Thymelaea microphylla* et *Ammosperma cinereum*. Ces espèces possèdent des affinités endémiques.

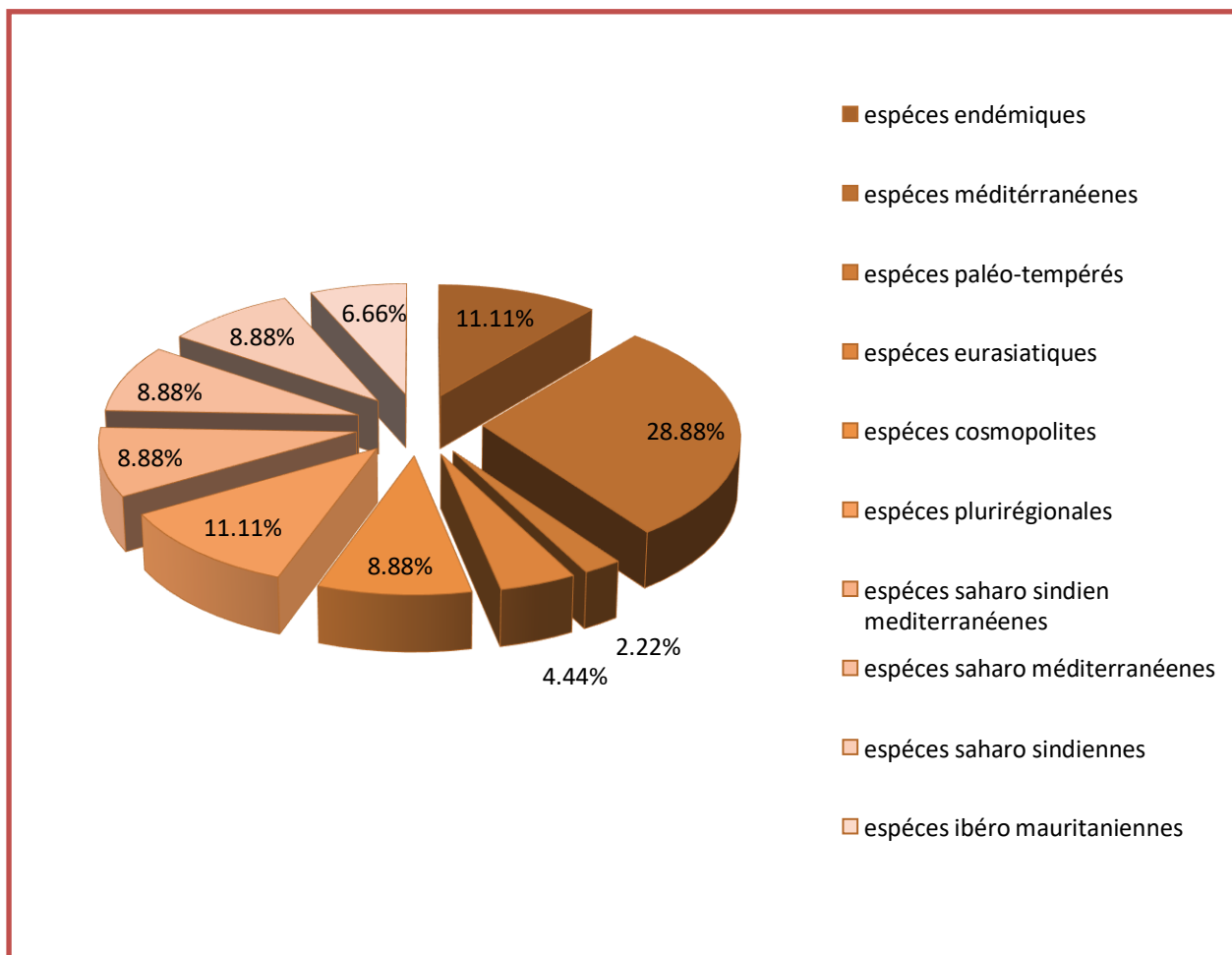


Figure 37. Distribution biogéographique des taxons récoltés.

a. Analyse des données

a.1. Analyse des correspondances détendancées

Les résultats de la DCA fournissent les valeurs propres relatives aux trois premiers axes et sont reportés dans le tableau 19 suivant:

Tableau 19 : Valeurs propres des trois premiers axes de la DCA.

Axes	Valeurs propres
Axe 1	0,345
Axe 2	0,256
Axe 3	0,183

Ces valeurs propres quantifient la part de l'information contenue dans la matrice des données et constituent de ce fait une aide de premier ordre quant aux nombres d'axes à retenir.

Notons que ce sont les premiers axes qui fournissent le maximum d'informations contenues dans le nuage de points (Bonin et Taton, 1990). Ainsi pour la présente analyse, en raison de l'écart entre l'axe 2 et 3, seuls les deux premiers axes seront retenus pour l'analyse des ensembles relevés et espèces.

Les valeurs propres obtenues à partir de la DCA (0,35 pour le premier axe et 0,26 pour le second axe), cependant l'individualisation des différents ensembles écologiques ressort beaucoup plus clairement avec la DCA. C'est donc pour cette raison que nous avons opté pour cette dernière pour l'interprétation de nos résultats.

a.1.1. Caractérisation écologique et floristique des ensembles identifiés

La caractérisation des ensembles identifiés s'effectue grâce à la superposition de la carte factorielle des relevés (Figure 38) et celle des espèces (Figure 39).

De plus, l'utilisation des informations écologiques et floristiques recueillis sur le terrain, permet de décrire les deux ensembles de relevés obtenus sur le premier plan factoriel.

L'individualisation des groupes de relevés a été réalisée sur la carte factorielle représentée par les axes 1 et 2.

L'ensemble A : occupe la partie positive de l'axe 1. Il renferme 39 relevés : R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10, R11, R12, R13, R14, R16, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R33, R34, R35, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43 et R44. Cet ensemble est représenté par les relevés réalisés sous *Pistacia atlantica*. Il est constitué de 39 relevés réalisés à une altitude moyenne de 900 m sur substrat argileux-sableux. Le recouvrement global de la végétation varie de 10 à 15 %. Physiologiquement un milieu soumis à l'action anthropique, notamment le surpâturage, le labour et la mise en culture des céréales, ce qui a permis le développement des espèces rudérales telles que *Hordeum murinum*, *Hordeum vulgare* et *Triticum aestivum* ainsi que des espèces psamophiles, électives de voiles sableux tel que *Euphorbia calyptrata* (Mallem et al., 2017).

Le côté positif regroupe des espèces de pâturage qui se développent le plus souvent sur des surfaces plus au moins encroûtées, telles que *Erodium triangulare* qui est une thérophyte indicatrice de pâturage, ainsi que *Malva egyptiaca* et *Stipa parviflora* (Salamkour et al., 2013).

-L'ensemble B : occupe la partie négative de l'axe 1 ; il représente les dayas les plus arides. Il renferme 13 relevés : R9, R15, R17, R32, R36, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51 et R52. Il est constitué de 13 relevés réalisés à une altitude moyenne de 800 m sur substrat sableux-argileux caractérisé par un taux de sable plus élevé par rapport aux relevés se trouvant du côté positif. Le recouvrement global de la végétation varie de 5 à 10 %. Sur le plan physiognomique, cet ensemble est caractérisé par *Arthrophytum scoparium* et *Ammosperma cinereum* on note également un bon développement de *Hammada scoparia*, et *Ziziphus lotus* bien représentés au sein de cet ensemble. Bien qu'à faible fréquence, notons la présence de *Triticum repens*.

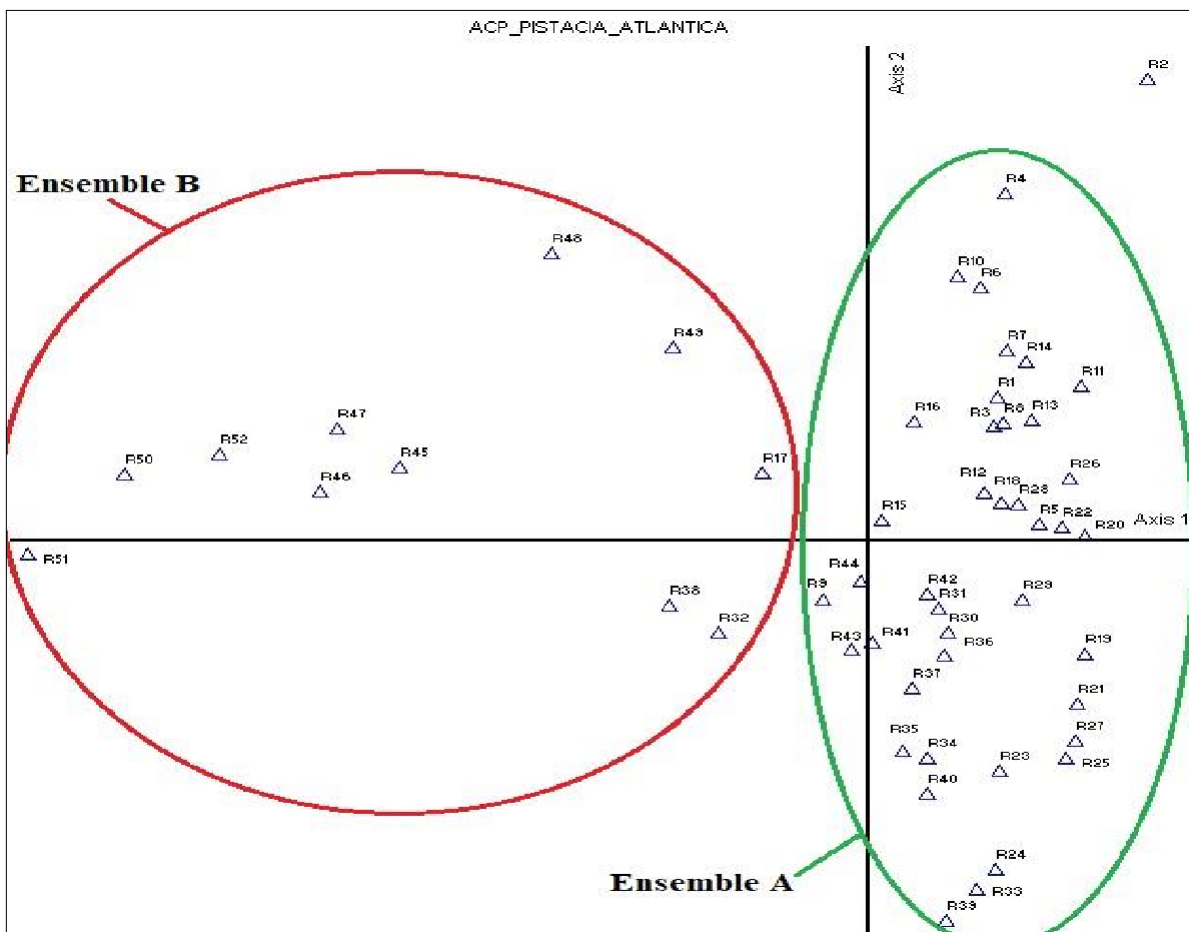


Figure 38: Carte des relevés sur le plan factoriel 1/2 de la DCA

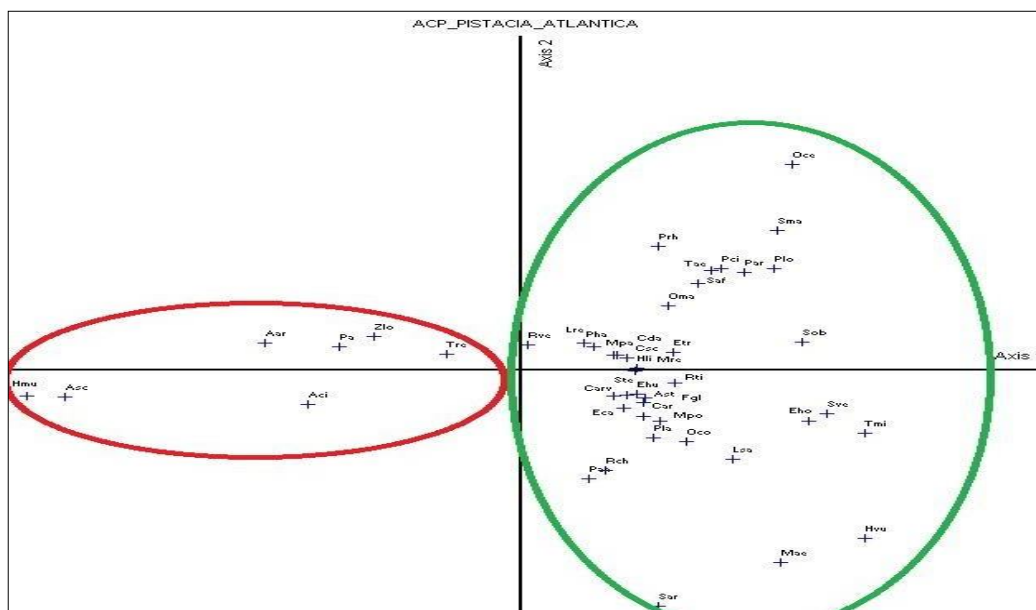


Figure 39: Carte des espèces sur le plan factoriel 1/2 de la DCA Signification écologique des axes factoriels

La distinction des groupements végétaux et leur définition phytoécologique sont basées sur la composition floristique qui est fonction de multiples facteurs historiques écologiques ou anthropiques (Aidoud-Lounis et Slimani., 1997). L'interprétation écologique est souvent délicate car chaque axe peut intégrer plusieurs facteurs à des proportions différentes (Dervin, 1988). La mise en évidence des facteurs écologiques agissant sur la répartition de la végétation est basée sur l'autoécologie des espèces, d'une part, et sur les données stationnelles récoltées dans les relevés d'autre part les espèces et les relevés pris en considération sont ceux dont les contributions relatives sont les plus élevées.

L'axe 1 dénote le stress hydrique et aussi la richesse floristique qui est importante (partie positive de l'axe 1) est réduit (partie négative de l'axe 1).

On note la présence d'espèces relativement exigeantes en eau et en fertilité telles qu'*Avena sterilis*, *Santolina africana* et *Schismus barbatus* (Mallem et al., 2017). S'opposant aux espèces moins exigeantes en eau et en fertilité du sol, bien adaptées aux conditions arides de ces types de biotope, telles que : les phanérophytes *Pistacia atlantica* accompagnées par : *Plantago ciliata*, *Euphorbia calyptrata*, *Medicago polymorpha* et *Rumex vescarius* (Bouderbala, 2012).

Ce groupe est marqué par la dominance des espèces suivantes: *Pistacia atlantica*, *Ziziphus lotus* mais le nombre total des espèces y est réduit. Ces dayas à pistachiers présentent un

recouvrement de la végétation élevé à 60-75%, un taux moyen de litière ne dépassant guère les 20%.

L'axe 2 met en évidence un gradient de perturbation, Le second axe est très clairement représenté par un gradient lithologique.il permet de classer les dayas les moins dégradées (Tilghimt, Belil, soltane, Boulehya, Zatacha, Baguira 1 et Baguira 2 pour la commune de Hassi Rmel et les dayas de Kayed, Khaled et Kebala pour la commune de Ksar El Hirane.) dans sa partie positive et celles dégradées (Daya lihoudi, saadia, ajal et bouzidi de la commune de Ain El Madhi) dans la partie négative,et confirme qu'un gradient de perturbation anthropique qui permet de classer les dayas et correspond au facteur déterminant dans la distribution de groupement à *Pistacia atlantica*. L'action anthropique est apparente grâce à la présence d'espèces de pâturage, *Peganum harmala* témoigne la pression du surpâturage et du caractère Postculturelle de ces dayas, *Malva parviflora* connues comme rudérale et de surpâturage (Le Houerou, 1969).

Du côté positif, se regroupent des espèces pour la plupart des thérophytes qui semblent être liées aux conditions plus rudes telles que *Launaea resedifolia*, *Rumex vesicarius*, etc. et se développent en bioclimat aride (saharien). Cette richesse en thérophytes est liée à une humidité occasionnelle.

Sur plan F1/F2, on constate que la valeur de contribution *Pistacia atlantica* est forte (7,35) et plus proche de l'espèce *Ziziphus lotus* (4, 38). Les 2 espèces positionnent plus proche dans une seule côté, ce qui explique que la régénération du *Pistacia atlantica* ne se manifeste le plus souvent que sous abri de la touffe de *Ziziphus lotus* (Monjauze, 1968 ; Amara, 2014 ; Benaradj, 2010). Selon Dutuit et al., (1991) et Monjauze(1968), le *Pistacia atlantica* ne se régénère que dans les touffes de *Ziziphus lotus* dont il est abrité, qui protège ces nouveaux plants contre les animaux et les vents violents. Il constitue une association appelée *Pistacietum atlanticae* limitée par deux espèces : une strate arborée (*Pistacia atlantica*) et une strate arbustive (*Ziziphus lotus*). Cette régénération se fait en général à l'intérieur de touffes de *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae) qui protège les jeunes pousses du pistachier de l'Atlas contre le pâturage, et favorise la germination de ses graines et la croissance de ses jeunes pousses en enrichissant le sol par la matière organique (Yaaqobi et al., 2009).

Selon Kaabeche (2005), ce phénomène remarquable dit « de facilitation » est à signaler à propos de cette espèce : ce terme « facilitation », regroupe toute situation où un végétal favorise l'implantation et le développement d'un autre végétal grâce à des relations

interspécifiques privilégiées. Il y a lieu de remarquer que ce phénomène est connu en Algérie depuis très longtemps. Trabut (1889) a signalé que les inter-relations étroites qui existent entre le pistachier de l'Atlas et le jujubier : en effet, du fait d'un pâturage excessif, les seules possibilités de régénération et surtout de développement du *P. atlantica* n'existent qu'au sein des touffes du *Z. lotus* ; les jeunes plants de bétoum sont ainsi assurés d'une protection inexpugnable face aux herbivores d'ailleurs sauvages ou domestiques.

b. Classification hiérarchique ascendante

La CHA est le complément d'une analyse factorielle. Elle consiste à regrouper par similitudes les individus d'un ensemble de données et permet donc de confirmer les résultats obtenus au préalable avec la DCA. Les résultats sont présentés sous forme de dendrogramme regroupant les relevés selon leur degré de similitude (Figure 40). Les 2 ensembles mis en évidence sont ainsi délimités et confirment les résultats obtenus par la DCA.

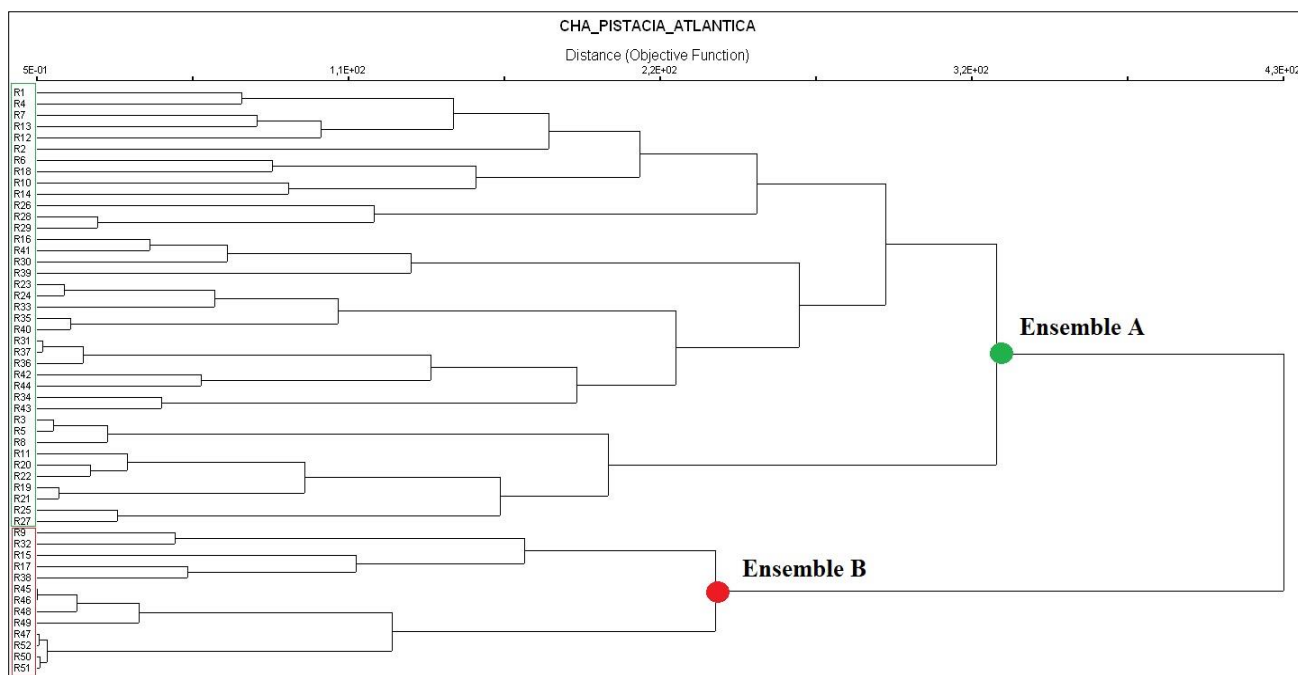


Figure 40 : Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante de la matrice totale

Le dendrogramme de la CHA montre deux grands ensembles (A et B), ce qui corrobore les résultats obtenus lors de l'analyse numérique, et confirme que la géomorphologie correspond au facteur déterminant dans la distribution de notre groupement à *Pistacia atlantica* ssp.

atlantica.

La figure 40 représente la répartition schématique des noyaux dans les axes. L'analyse a permis un découpage net des groupes floristiques en zones floristiquement et écologiquement homogène. Deux ensembles (A et B) ont été mis en évidence et sont ainsi délimités.

Groupe A: Il est caractérisé par *Arthrophytum scoparium* et *Ammosperma cinereum*, on note également un bon développement de *Hammada scoparia*, et *Ziziphus lotus* bien représentés au sein de cet ensemble.

Groupe B: représente le mosaïque entre les différents types biologiques (phanérophytes, chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes), avec une remarquable richesse en espèces thérophytiques, parmi ces espèces on distingue: *Euphorbia calytrata*, *Medicago polymorpha*, *Erodium triangulare*, *Reichardia tingitana*, *Pimpinella anisum*, etc

IV.1.3. Etude dendrométrique

L'analyse dendrométrique a porté sur 1564 arbres (individus) du *P. atlantica* dans 52 dayas, dans la région étudiée.



Figure 41 (a) et (b) : mesures dendrométriques sur le terrain

L'étude dendrométrique du *P. atlantica* menée à l'échelle de Laghouat. Les résultats obtenus sur paramètres dendrométriques de cette espèce sont très intéressants, Elle fournit aux forestiers les éléments d'interprétation et de compréhension du milieu lui permettant de fixer des choix sylvicoles (Fig.41).

Pour ce qui est de la structure du peuplement, on retient que la hauteur, le diamètre de la circonférence sont plus significatifs.

a. Distribution des arbres par classes d'hauteur

Les résultats obtenus (tableau 20) de la distribution des arbres par classes d'hauteur sont donnés sous forme d'histogrammes (Fig. 42). La figure montre la structure verticale du peuplement ligneux à *P. atlantica* dans la région d'étude.

Tableau 20 . Répartition des arbres par classes d'hauteur

Classes	Hauteur(m)	Nombre des arbres	Pourcentage(%)
Classe 1	< 3	27	1.72
Classe 2	3-6	747	47.76
Classe 3	6-9	719	45.97
Classe 4	9-12	42	2.81
Classe 5	12-15	16	2.68
Classe 6	>15	13	0.83
Total		1564	100 %

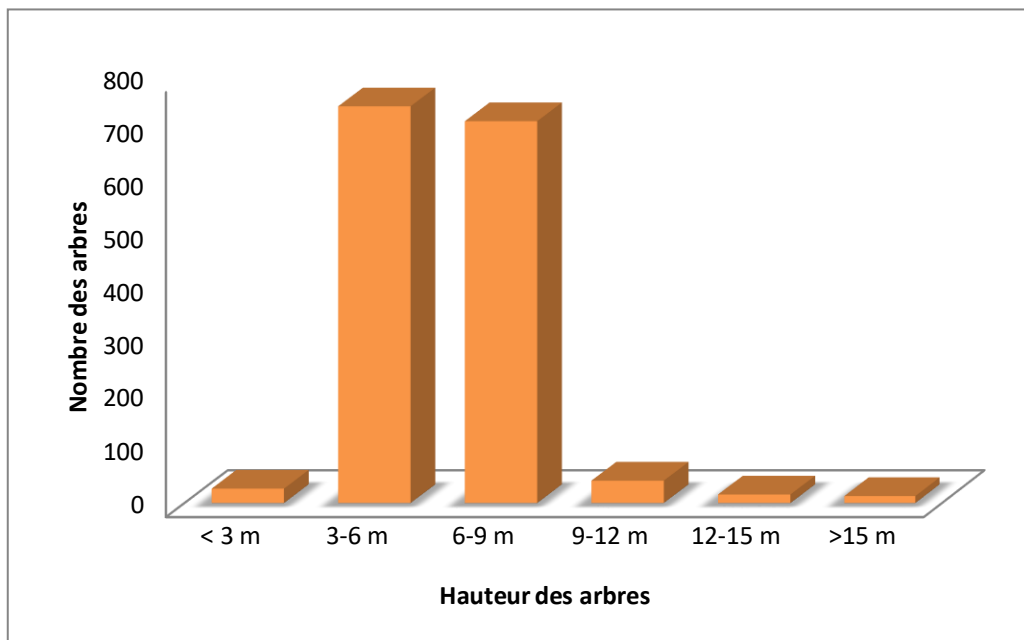


Figure 42. Répartition des arbres par classes d'hauteur (en m) des sujets de *P. atlantica*

La figure 42 de la distribution des arbres par classes d'hauteur montre la structure verticale du peuplement ligneux à *P. atlantica* dans la région d'étude est assez hétérogène, en raison de la grande variabilité des arbres.

L'essentiel des individus est groupé dans la classe 2 [3-6m], c'est la classe dominante, elle représente 47.76% du total des individus d'arbre recensés dans la zone d'étude. Les individus de la classe 3 [6-9m] représentent 45.97%. Les individus à hauteur supérieure à 12 m sont moins représentés (2,68% et 0,83%) respectivement pour les deux classes [12-15m] et [>15m] des pistachiers de l'Atlas.

Les individus de la classe 1 [< 3 m] représentent la 4^{ème} place avec 1.72% du total des arbres mesurés, ce indique l'importance des individus de hauteur inférieure à 3m témoigne aussi d'une régénération naturelle accrue.

L'interprétation des résultats permet de montrer que :

- Dominance des hauteurs de 3 à 9 m dans 31 dayas (Mansoura,Bouti,Abdelkader Bouchoucha,Hairech,Hneya, Baguira1, Baguira2, Soltan, Kayed, Khaled,Kebala, Smahi,Ayyat,Tinsafine,Timzghit, Boumoussi,Legrar1,Lakhal,Legrar 2, Saadia, Ajal, Lelmaya 1, Lelmaya2, Dakhla,Terkalal,Hotaiba,Boukhalkhal,Sidi Bouzid,Rass Mebzoug, Lihoudi et Bouzidi).
- une dominance des hauteurs de 3 à 12 m, au niveau du peuplement de 10 dayas (Saadi, Bouezara, Marfoua, Bounoua, Bouziane, Tilghimt, Belil, Boulehya, Zatacha et Gouffa);
- les hauteurs oscillent principalement entre 3 à 6m au niveau de 3 dayas (Latrech, Talmzane et Bsibisa),
- la dominance de la classe de < 3 à 9m pour 2 dayas (Magrounat 1 et Magrounat 2).et la dominance de la classe de 6 à 9 m pour 2 dayas (Oum Rzaimet Gatte).
- les classes de Hauteur dans les autres dayas (Raysa, Ben Terbeh, Hejaj et Terfas) sont très variables.

b. Hauteur moyenne du peuplement

La hauteur moyenne d'un peuplement peut constituer un critère d'appréciation très utile de la productivité forestière.

La hauteur moyenne du peuplement est la moyenne des hauteurs de tous les arbres de la daya (figure n° 43).Elle varie entre un minimum de 2.95 m (daya Hejaj) à un maximum de 10.2

m (daya Raysa). La hauteur moyenne est de $5.43 \text{ m} \pm 1.8$ pour l'ensemble du peuplement. Le coefficient de variation a une valeur élevée de 70,91 %, traduisant une hétérogénéité de cette hauteur moyenne du peuplement.

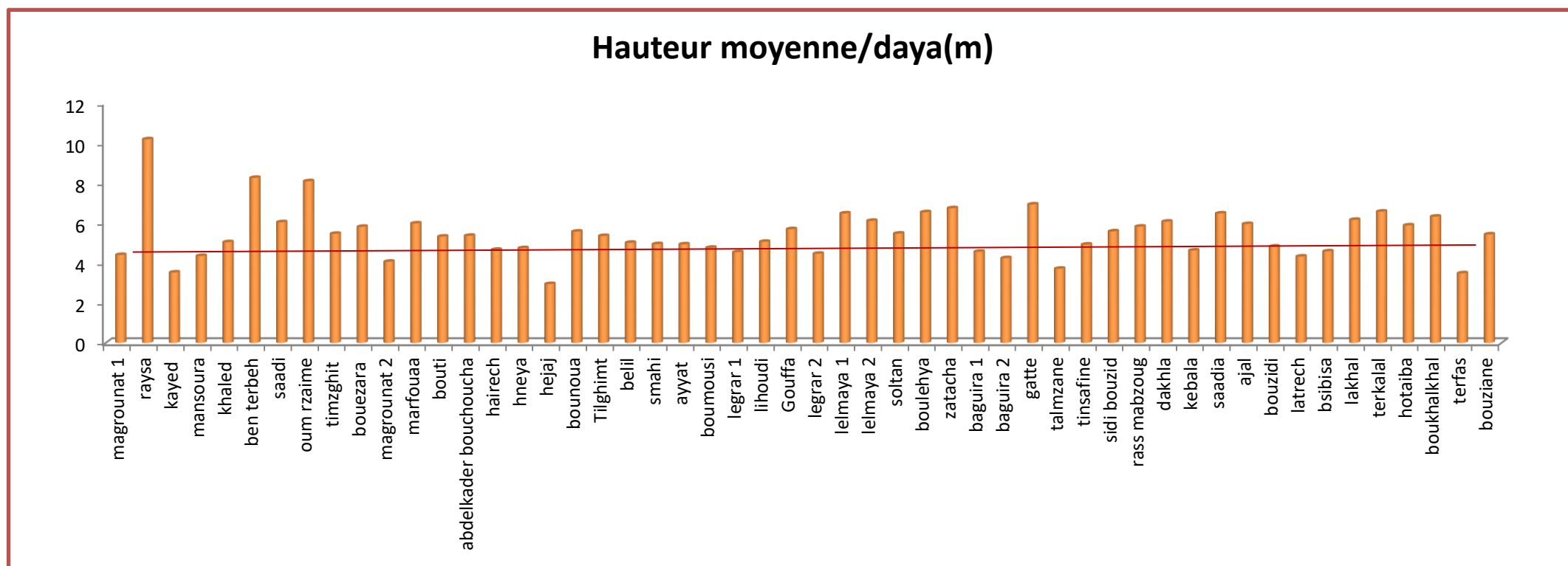


Figure 43 : Hauteur moyenne du peuplement par daya. Le trait horizontal en rouge indique la moyenne

c. Circonférence

Les circonférences sont très variables et se présentent sous forme d'une distribution discontinue (de 22 à 557 cm). On a donc choisi de les distribuer en 7 classes de circonférence avec un intervalle de classe de 50 cm (tableau 21 et figure n°44).

Tableau 21. répartition du nombre de tiges par classe de circonférence

Classes (cm)	Nombre d'arbres	Taux (%)
[0 – 50[	29	1,85
[50 – 100[	178	11,38
[100 – 150[	269	17,19
[150 – 200[	370	23,65
[200 – 250[	436	27,87
[250 – 300[	159	10,16
>300	123	7,86

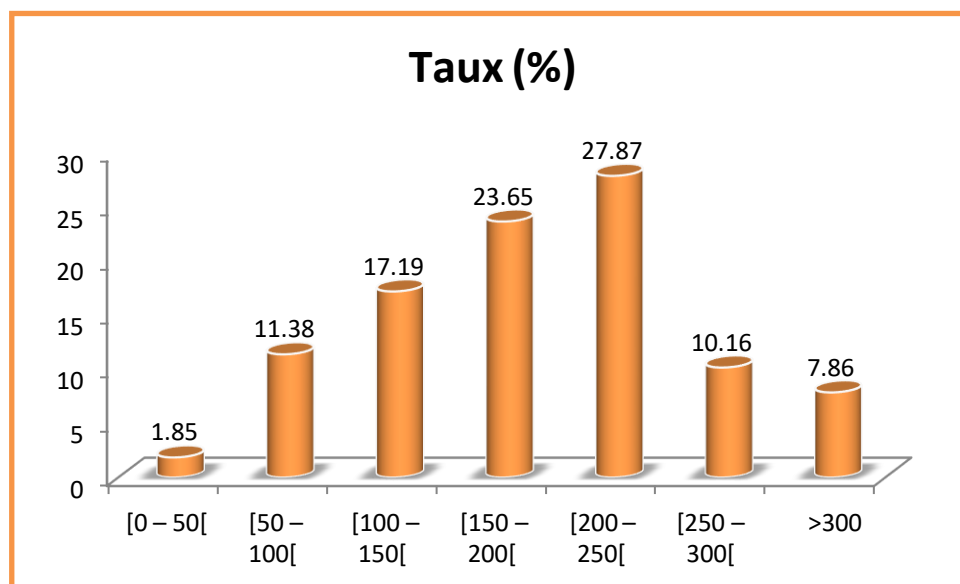


Figure 44 : Distribution du nombre de tiges du peuplement dans les classes de circonférences

La répartition des 1564 tiges mesurées durant le sondage dans ces 07 classes de circonférence détermine la structure du peuplement. L'allure de l'histogramme donnant le nombre de tiges par classes de circonférences montre une distribution assez hétérogène dans la zone d'étude

du nombre de tiges de classe en classe. Si l'on considère les fréquences relatives des tiges du peuplement en fonction des classes de circonférence, les 5 classes de 0-250 cm renferment 81.94 % des individus et 27.87 % de ces individus sont représentés dans la classe 200-250 cm. Au niveau des classes supérieures (plus de 250 cm), les individus sont faiblement représentés avec une fréquence cumulée de près de 18 %. On observe également un faible taux des jeunes sujets de 22 à 50 cm de circonférence, traduisant un déficit dans la régénération naturelle du peuplement.

d. Circonférence moyenne du peuplement par daya

La circonférence moyenne du peuplement est la moyenne des circonférences de tous les arbres de la daya (figure n°45). Elle varie entre un minimum de 44 cm (daya Legrar 2) à un maximum de 536 cm (daya Tilghimt.). La circonférence moyenne est de $178.61 \text{ cm} \pm 1.8$ pour l'ensemble du peuplement. Le coefficient de variation a une valeur assez élevée de 70,91 %, traduisant une hétérogénéité de cette circonférence moyenne du peuplement.

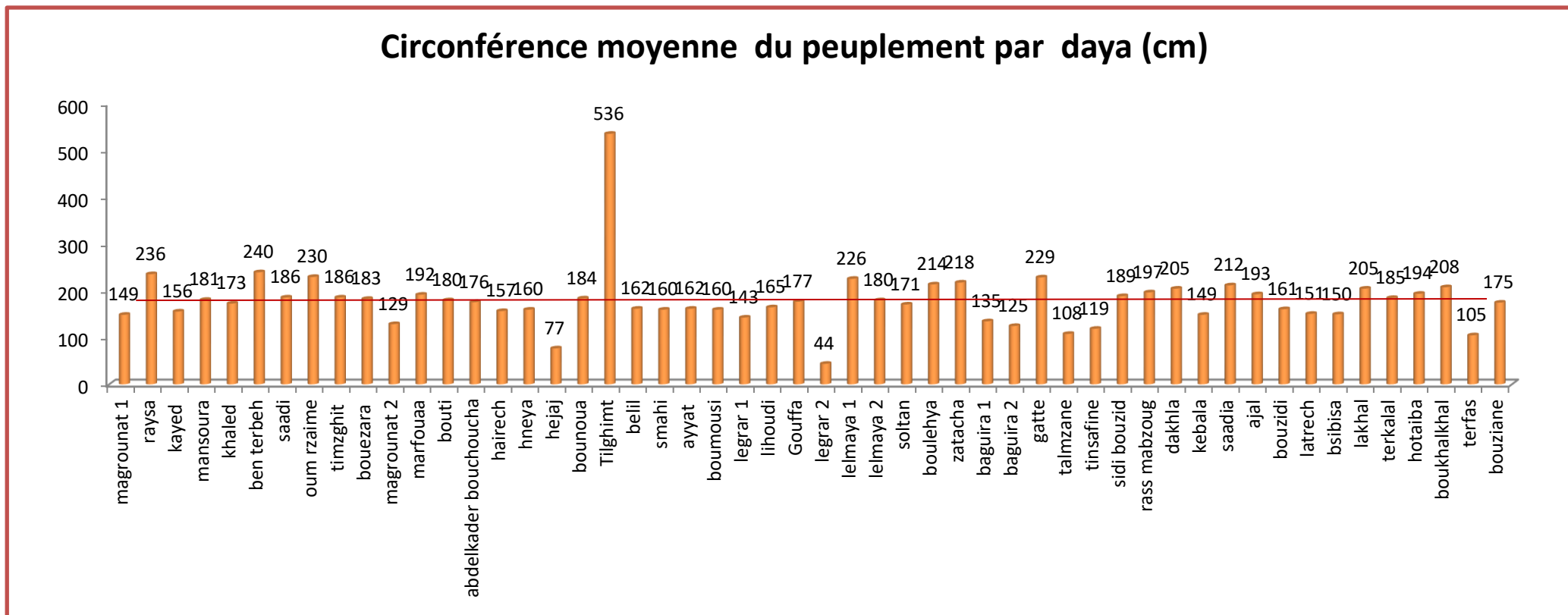


Figure 45 : Circonférence moyenne du peuplement par daya. Le trait horizontal en rouge indique la moyenne

e. Diamètre

Nous avons ainsi réparti l'ensemble des tiges mesurées durant l'échantillonnage en 4 catégories de grosseur (Tableau n°22). Les quatre grandes catégories de diamètre pour classer les arbres sont définies comme indique le tableau ci-dessous.

Tableau 22. Répartition des arbres par classe de diamètre

Catégories du bois	Diamètre (cm)	Nombre des arbres	Pourcentage (%)
Petits bois	7,5 – 22,5	80	5.11
Bois moyens	22,5 – 42,5	278	17.77
Gros bois	42,5 – 62,5	491	31.39
Très gros bois	> 62,5	715	45.71
Total		1564	100

La figure 46 sous forme d'histogramme ci-après représente la distribution des arbres du *P. atlantica* par classes de diamètre.

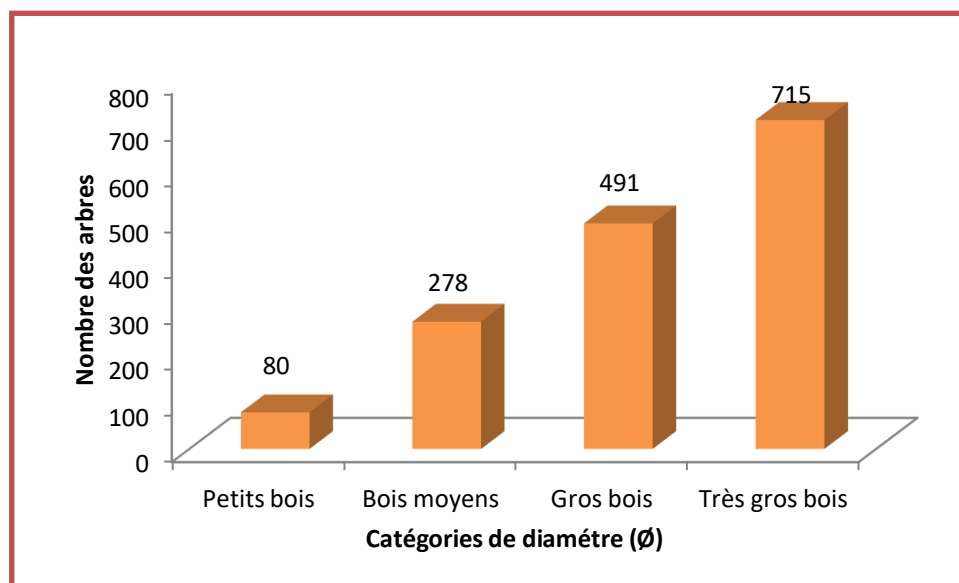


Figure 46. Répartition des arbres par classe de diamètre des sujets de *P. atlantica*

L'analyse du tableau et la figure montrent que la distribution des classes de diamètre est assez hétérogène dans la zone d'étude. En effet, la majorité des individus se retrouve dans la catégorie de très gros bois [$> 62,5$ cm]. Cette catégorie représente 715 arbres, soit 45.71% des individus recensés dans la zone d'étude, dont la présence de vieux sujets de Pistachier (avec parfois un diamètre supérieur à 1m).



Figure 47. Arbres remarquables (grandes dimensions) du *P. atlantica*, dayas de Hassi delaa (Ben terbeh et Bouezara).

Pour les autres catégories, les individus de diamètres [22,5 – 42,5 cm] et [42,5 – 62,5 cm] représentent respectivement 17.77% et 31.39%.

Les individus qui sont de la catégorie Petits bois [7,5 – 22,5 cm] ne représentent que 5,11% du total des arbres mesurés. Cette dernière catégorie de bois très jeune est surtout présente sous l'abri des touffes de jujubier (*Ziziphus lotus*, Rhamnaceae) ce qui montre les possibilités de régénération du pistachier dans la zone d'étude.

f. Corrélations entre le diamètre et la hauteur moyenne des arbres de chaque daya

On doit faire une étude statistique et étudier le coefficient de corrélation.

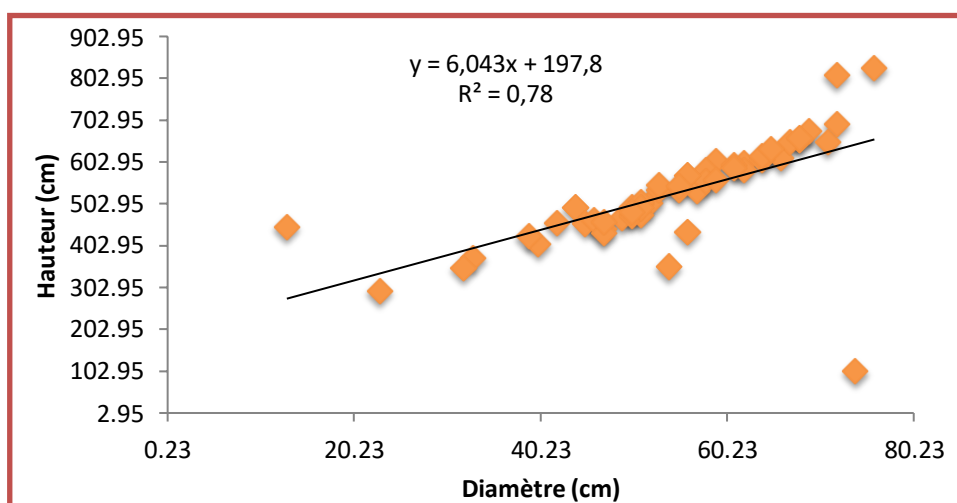


Figure 48 : Relation Hauteur moyenne arbre /diamètre de pistachier d'Atlas

Les résultats permettent de constater que le coefficient de corrélation obtenu est supérieur à zéro ($r = 0,87$). La relation que nous avons trouvée entre les paramètres mesurés (Figure 48) peut être expliquée par l'influence des facteurs stationnels et microclimatique sur Les dimensions des arbres de *P. atlantica*.

g. Sex ratio

Les résultats indiquent que sur 1564 sujets de pistachier observés, on a une prédominance des mâles sur les femelles, des dimensions plus élevées chez les mâles par rapport aux femelles, la présence d'une régénération (hauteurs inférieures à 150cm).

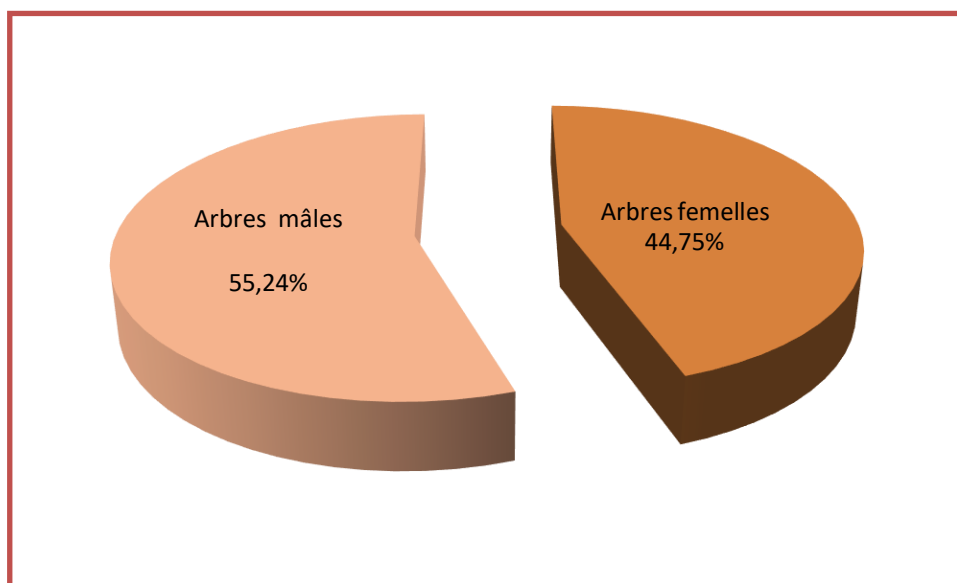


Figure 49: Sex -ratio du peuplement

Le sex-ratio du peuplement (Fig 49) est équilibrée avec une dominance peu sensible des sujets males (55,24%) par rapport aux femelles (44,75%).

h. Nombre d'arbres par daya

Le tableau 23 donne les résultats le nombre d'arbres par daya au sein de l'aire de répartition de pistachier dans Laghouat.

Tableau 23: nombre des arbres par daya

Dayas	Nombre des arbres	Dayas	Nombre des arbres
magrounat 1	17	gatte	10
raysa	26	talmzane	13
kayed	11	tinsafine	48
mansoura	9	sidi bouzid	72
khaled	110	rass mabzoug	34
ben terbeh	52	dakhla	12
saadi	25	kebala	18
oum rzaime	15	saadia	64
timzghit	19	ajal	15
bouezara	51	bouzidi	30
magrounat 2	13	latrech	9
marfouaa	18	bsibisa	11
bouti	12	lakhhal	80
abdelkader bouchoucha	13	terkalal	22
hairech	11	hotaiba	14
hneya	8	boukhalkhal	29
hejaj	13	terfas	38
bounoua	37	bouziane	42
Tilghimt	160		
belil	18		
smahi	20		
ayyat	20		
boumousi	9		
legrar 1	27		
lihoudi	20		
Gouffa	67		
legrar 2	25		
lelmaya 1	26		
lelmaya 2	24		
Soltan	28		
Boulehya	54		
Zatacha	30		
baguira 1	7		
baguira 2	8		

L'analyse du tableau 23 indique que la densité des arbres la plus importante se trouve dans les dayas de Tilghimt et Khaled avec respectivement 160 et 110 sujets alors que la plus faible est constatée dans la daya de Baguira 1 avec uniquement 07 arbres.

Les investigations sur le terrain ont montré une grande densité des arbres (entre 60 et 80) également observés dans les dayas (Lakhel, Sidi Bouzid, Gouffa et Saadia).

i. Densité des tiges par daya et par hectare

La figure 50 donne la densité des arbres au sein de l'aire de répartition de pistachier dans Laghouat. On constate sur la figure n° 50 que la densité des tiges de l'espèce par daya, montre une forte variabilité d'une daya à une autre, avec une moyenne pour le peuplement de 516 arbres à l'hectare (avec un écart-type de ± 94.37 tiges). On constate également que 17.31% des dayas sondées présentent des densités supérieures à la moyenne, tandis que 82.69% des dayas présentent des densités de tiges inférieures à cette moyenne du peuplement. La densité maximale est enregistrée au niveau de la daya de Tilghimt avec 10880 arbres à l'hectare, alors qu'au niveau de la daya Baguira2, on a enregistré la plus faible densité avec seulement 24.8 arbres à l'hectare (toutes les deux situées à Hassi R'mel).

Cette variabilité de la densité est liée au moins en partie à une influence des conditions du milieu.

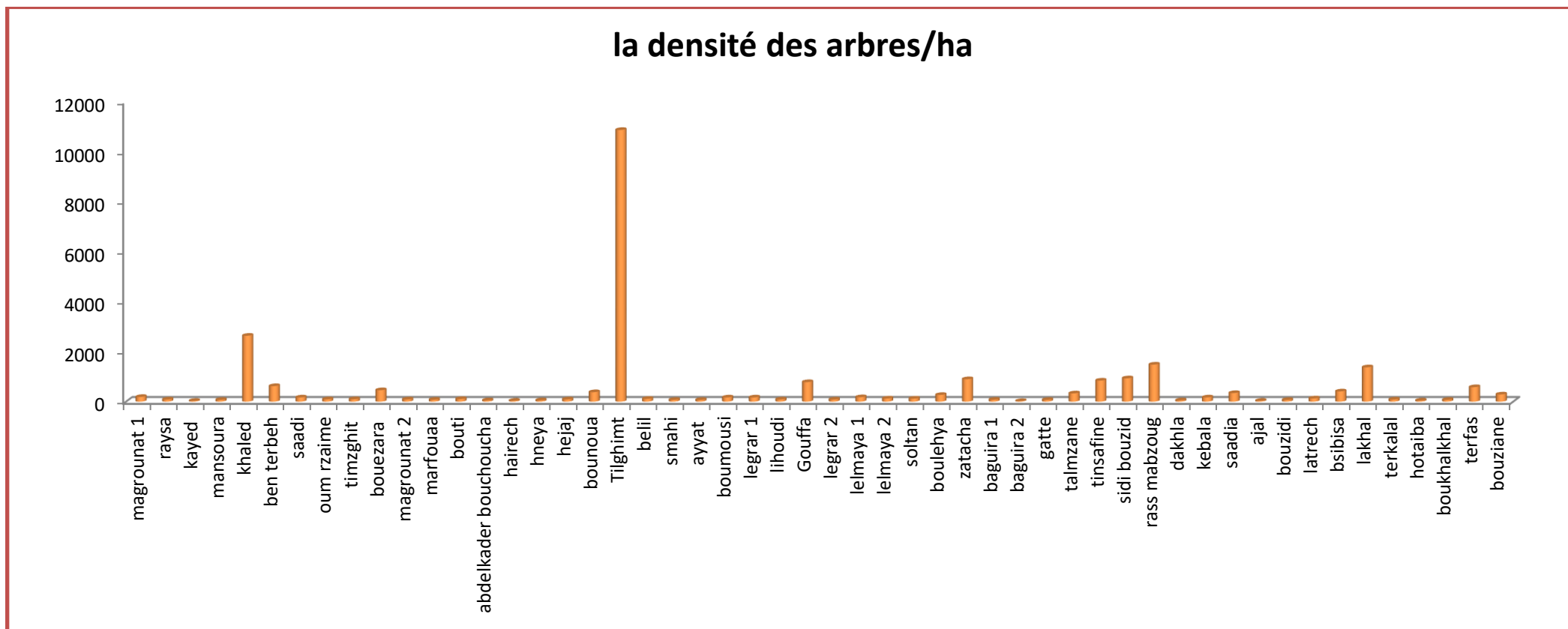


Figure 50 : Distribution de la densité des tiges du peuplement à l’hectar

j. Surface terrière

Dans notre cas, la surface terrière moyenne par daya est de 4.86 m²/ha (figure n°51). On constate que la distribution de la surface terrière est très variable d'une daya à une autre, avec un minimum de 0.26m²/ha (daya legrar 2) et un maximum de 9.05 m² (daya Ben Terbah).

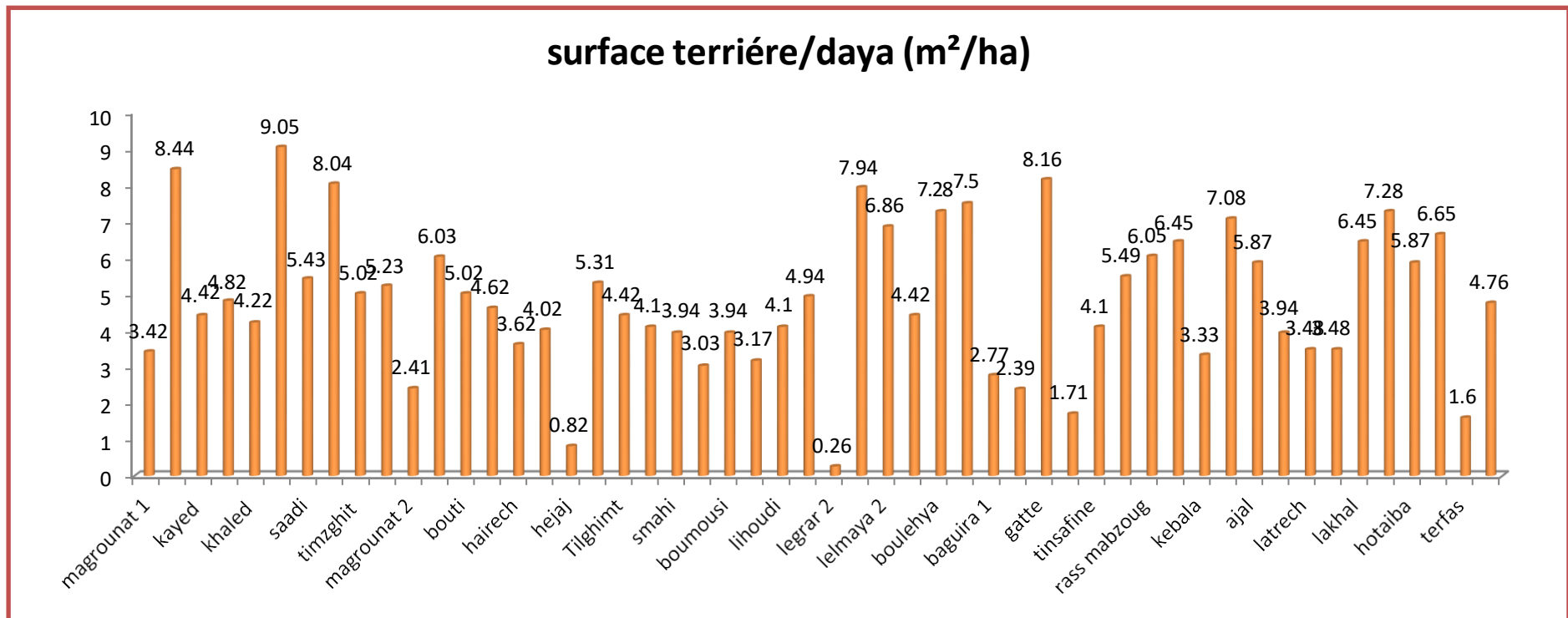


Figure 51: La distribution de la surface terrière par daya

IV.1.4. Etude phytodynamique (facilitation)

a. Nombre total de touffes de jujubier par daya

Le nombre total de touffes mesurées dans les 30 stations concernées est de 598, soit une moyenne de 19.93 touffes par daya. Il ressort de la figure 53 que la plus petite des densités des touffes (**02**) est observée dans la daya d'Oued Daoura (D10) et la plus grande valeur (61) au niveau de la daya de Soltan (D24). (figure 52).

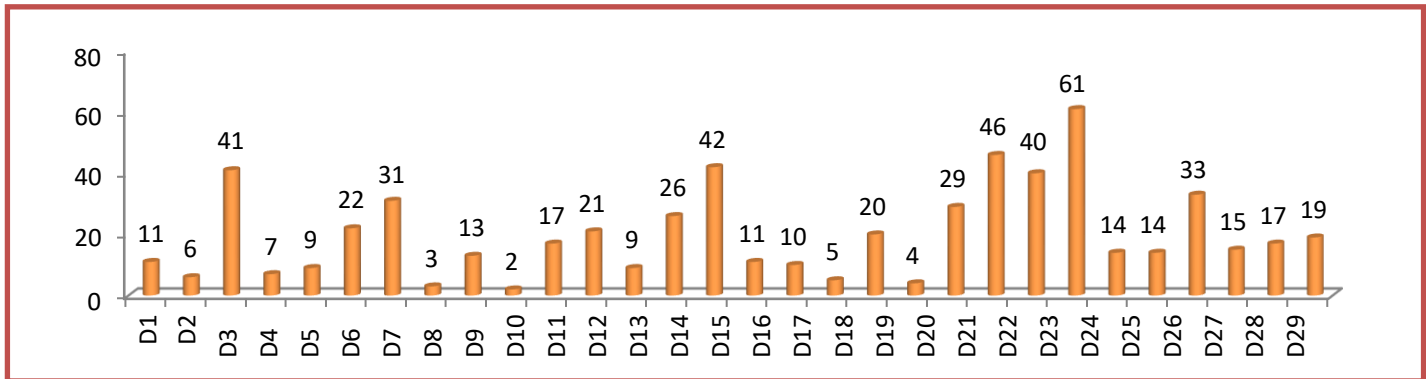


Figure 52: nombre total de touffes de jujubier /daya

b. Etude de la variabilité dendrométrique

b.1. Circonférences

Les circonférences mesurées pour l'ensemble des individus de *Ziziphus lotus* sur les 30 sites étudiés sont regroupées en classes définies statistiquement comme suit (tableau 24).

Etendue: $e = 37.68 - 1.57 = 36.11$

Nombre de classes : $K = \sqrt{30} = 5.47 \approx 6$

Pas : $P = 36.11 / 6 \approx 7$

Pas : $P = e / K$

$P = 36.11 / 6 \approx 7$

Tableau 24: Distribution des classes de circonférences (m)

Classes(m)	ni	Fr (%)
[1.57 – 8.57[	216	36.12
[8.57 – 15.57[	201	33.61
[15.57 – 22.57[	128	21.40

[22.57 – 29.57[	47	7.85
[29.57 – 36.57[	4	0.66
[36.57 – 43.57[	2	0.33
Total	598	≈100

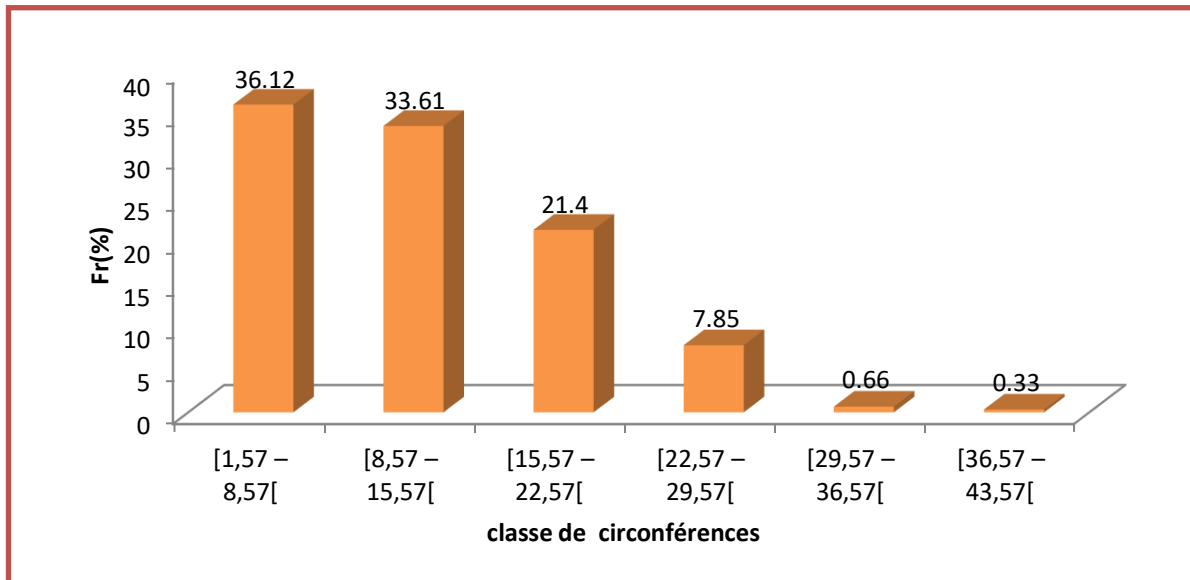


Figure 53. Distribution des classes de circonférences des individus de *Ziziphus lotus*

Selon la figure 53, la première classe de circonférence (1.57-8.57 m) englobe la majorité des jujubiers échantillonnés. La majorité de ceux-ci sont donc de petites circonférences.

La circonférence moyenne globale (pour l'ensemble des 598 touffes) est de : $X = \frac{\sum ni}{N} = \frac{7116.96}{598} = 11.90$ m

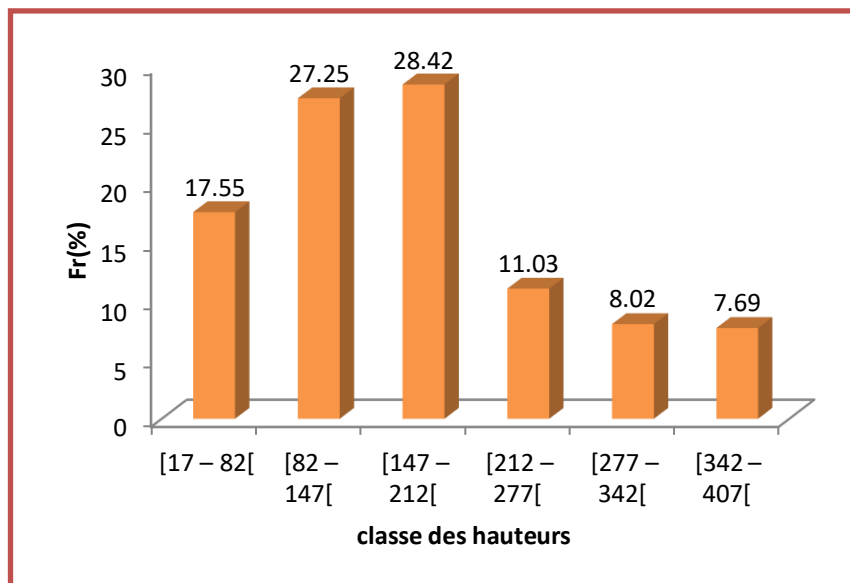
b.2. Hauteur moyenne du jujubier sauvage

Les hauteurs moyennes mesurées pour l'ensemble des individus de *Ziziphus lotus* sur les 30 sites étudiés sont regroupées en classes définies statistiquement comme suit (tableau 25).

- Etendue : $e = 402 - 17 = 385$
- Nombre de classes : $K = 6$
- Pas : $P = 65$

Tableau 25: Distribution des classes de hauteurs moyennes (cm)

Classes(cm)	ni	Fr (%)
[17 – 82[	105	17.55
[82 – 147[	163	27.25
[147 – 212[	170	28.42
[212 – 277[	66	11.03
[277 – 342[	48	8.02
[342 – 407[	46	7.69
Total	598	≈100

Figure 54 : Histogramme de distribution en classes de hauteurs moyennes des individus de *Ziziphus lotus*.

La hauteur moyenne des jujubiers sauvages échantillonnés est de taille variable, mais les hauteurs moyennes des touffes par classes sont surtout petites (moins de 2.12 m). Le taux cumulé des trois premières classes est de 73.22%. (figure 54).

b.3. Hauteurs moyennes (m) des jujubiers sauvages par daya

L'analyse des données relatives aux calculs des hauteurs moyennes de jujubier par daya, mentionnées dans la figure ci-dessus (55), montre que la hauteur moyenne la plus élevée se trouve dans la daya Baguira 2(2.84 m), alors que la plus petite valeur se trouve dans la daya Talmzane 3(0.76 m).

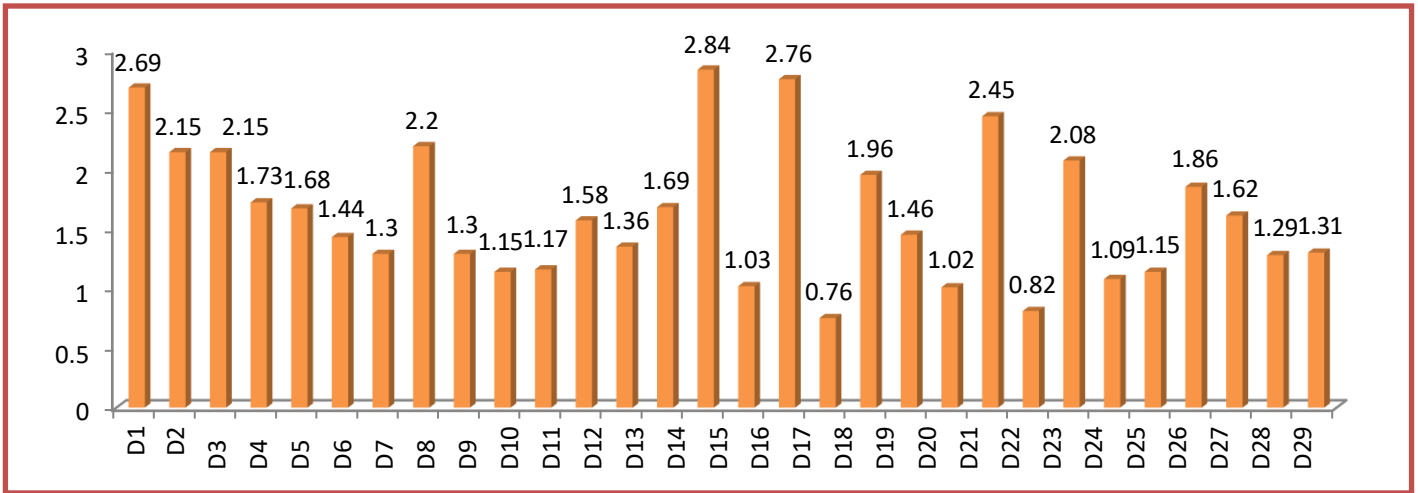


Figure 55 : Hauteurs moyennes des jujubiers sauvages par daya

b.4. Nombre de sujet de pistachier dans les touffes de jujubier

On a remarqué que la régénération naturelle du pistachier reste limitée à quelques jujubiers au sein d’une même daya. Parmi les 30 dayas, il se développe en général un à trois jeunes pistachiers par daya (dans 21 dayas au total) dans les touffes de jujubier. Dans certaines dayas (Ain Chelif, Oued Daoura , Talmzane 3 et Khamsaouat 2), on a remarqué absence de semis du *Pistacia atlantica* à l’intérieur des touffes de Jujubier. Dans d’autres (5 dayas), on a inventorié 4, 5 et même un maximum de 8 sujets de pistachier dans la daya Zegrir 1 (daya 28) dans les touffes de jujubier. On a recensé un total de 61 sujets de pistachier au sein de l’ensemble des touffes de jujubier dans les 30 dayas étudiées, soit une moyenne faible de 2 individus par daya.(figure 56).

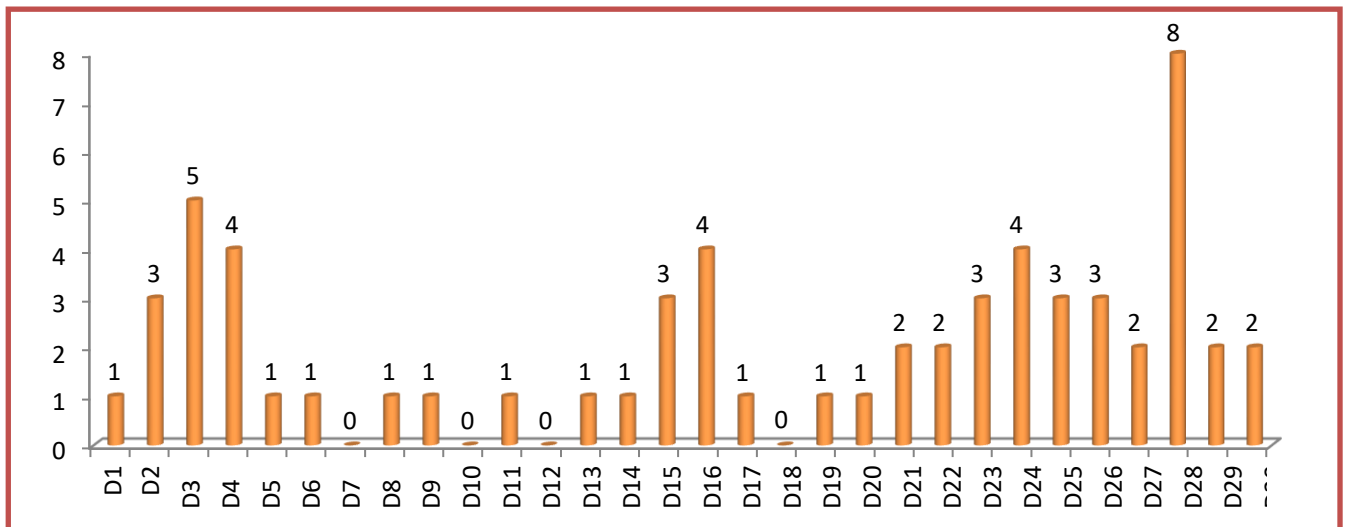


Figure 56 : nombre de sujets de pistachier dans les touffes de jujubier

b.5. Hauteur moyenne des sujets de Pistachier de l'atlas

La figure 57 illustre la hauteur moyenne des sujets du Pistachier de l'atlas installés dans les touffes de jujubier de chaque daya étudiée. La Daya 20 (Baguira 3) présente une hauteur moyenne la plus élevée avec une valeur de 7.41m, suivie par la daya 22 (Boukoufala), qui enregistre une valeur estimée à 5.45 m. La plus petite valeur moyenne est observée à Zegrir 2 (0.12 m).

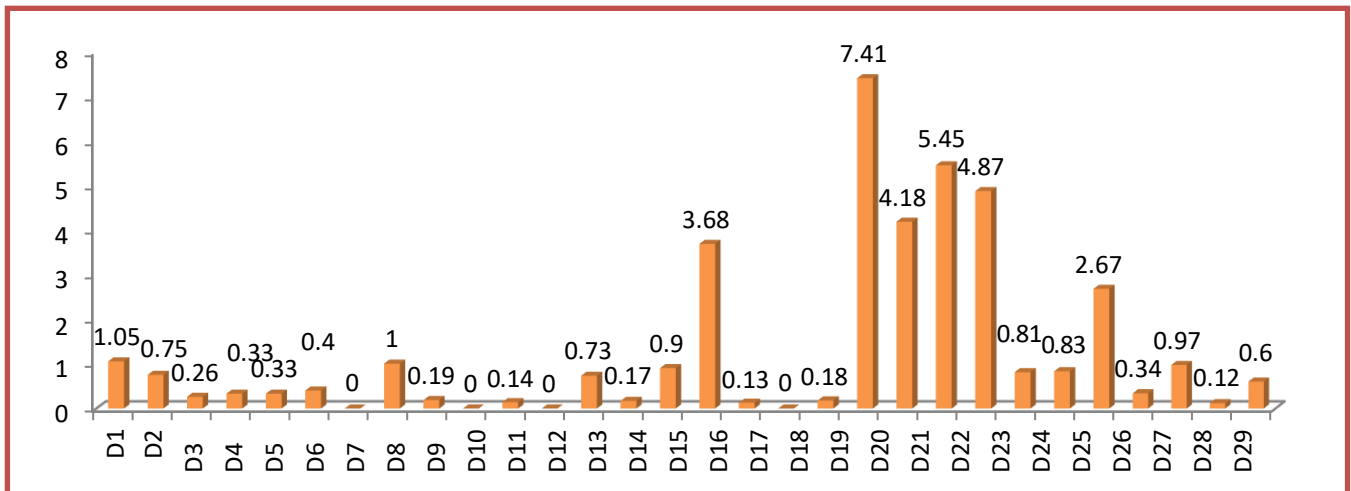


Figure 57 : Hauteur moyenne des sujets de Pistachier de l'atlas

c. Corrélations entre les divers facteurs estimés ou mesurés

Afin d'apprécier les diverses corrélations linéaires qui peuvent exister entre les dimensions des touffes de l'espèce facilitatrice *Ziziphus lotus* (circonférence, hauteur moyenne) à travers les paramètres, nombre de touffe de jujubier par daya, le nombre de semis de pistachier de l'atlas dans la touffe, la hauteur moyenne du pistachier de l'atlas au sein des touffes de jujubier, pour l'ensemble des 598 relevés effectués au niveau des 30 stations d'étude, nous avons soumis ces variables à une analyse de données multivariée, l'analyse en composantes principales (Tableau n° 26).

Les facteurs écologiques (altitude, pente, exposition) et les facteurs anthropiques (surpâturage et piétinement, pollution, coupes délictuelles, trace des incendies, labours) ont été également considérés dans cette analyse, afin de saisir leurs éventuelles influences sur les paramètres de facilitation.

Les résultats sont présentés sur la matrice de corrélation linéaire (Tableau n° 27) et le plan factoriel principal des variables mesurées ou estimées (Fig.58)

Tableau 26 : Tableau de données soumis à l'ACP (14 variables mesurées ou estimées et codifiées x 30 stations échantillonnées)

Relevés	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30
Altitude	972	977	956	952	948	945	924	911	910	881	833	826	798	822	833	813	817	814	832	802	734	771	769	769	779	791	788	798	800	872
Exposition	5	1	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	1	4	2	2	1	1	1	4	3	5	1	1	1	1	1	2
Pente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Surpâturage et Piétinement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Pollution	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Coupes	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Labour	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Incendies	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Circonférence	18	13,7	13	13	7,58	17,11	8	11,51	9	6,28	7,82	7,91	9,2	12,44	12	16	14	10	10,84	14,96	3,03	17,13	10	12,39	12,8	9,04	13,3	7,72	11,2	13,74
Hauteur moyenne	2,7	2,15	2,2	1,7	1,68	1,44	1,6	2,2	1,3	1,15	1,17	1,58	1,36	1,69	2,8	5,5	2,8	0,76	1,96	1,46	1,02	2,45	0,8	2,08	1,09	1,15	1,86	1,62	1,29	1,31
Nombre de touffes de jujubier/daya	11	6	41	7	9	22	31	3	13	2	17	21	9	26	42	11	10	5	20	4	29	46	40	61	14	14	33	15	17	19
Nombre de semis	1	3	5	4	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	3	4	1	0	1	1	2	2	3	4	3	3	2	8	2	2
Richesse spécifique	8	14	13	26	9	11	12	12	15	7	6	5	13	17	26	21	34	18	20	28	30	20	24	23	23	26	26	28	28	32
Hauteur de semis	1,1	0,75	0,3	0,3	0,33	0,4	0	1	0,2	0	0,14	0	0,73	0,17	0,9	3,7	0,1	0	0,18	7,41	4,18	5,45	4,9	0,81	0,83	2,67	0,34	0,97	0,12	0,6

Tableau 27 : Matrice de corrélation (coefficient de corrélation linéaire de Pearson)

	Altitude	Exposition	Pente	Surpâturage et piétinement	Pollution	Coupes	Labour	Incendies	Circonférence	Hauteur moyenne	Nombre de touffes de jujubier/daya	de de Nombre de semis	Richesse spécifique	Hauteur de semis
Altitude	1	0,48	-0,63	0,31	-0,27	0,22	0,40	0,00	0,45	0,11	-0,32	-0,13	-0,53	-0,43
Exposition	0,48	1	-0,40	0,17	-0,25	0,18	0,05	-0,02	0,05	0,13	0,02	-0,27	-0,67	-0,23
Pente	-0,63	-0,40	1	-0,53	0,22	-0,07	-0,06	0,13	0,14	0,07	0,16	0,29	0,55	0,12
Surpâturage et piétinement	0,31	0,17	-0,53	1	0,20	0,47	0,03	0,17	0,02	0,12	-0,20	-0,33	-0,35	0,18
Pollution	-0,27	-0,25	0,22	0,20	1	0,22	-0,22	0,52	0,09	-0,15	-0,14	-0,18	0,33	0,38
Coupes	0,22	0,18	-0,07	0,47	0,22	1	0,21	0,36	0,07	0,14	-0,15	-0,10	-0,08	-0,04
Labour	0,40	0,05	-0,06	0,03	-0,22	0,21	1	0,09	0,17	0,34	-0,07	0,10	0,00	-0,04
Incendies	0,00	-0,02	0,13	0,17	0,52	0,36	0,09	1	0,09	0,05	0,24	0,19	0,18	0,09
Circonférence	0,23	0,05	0,14	0,02	0,09	0,07	0,17	0,09	1	0,52	0,08	0,10	0,54	0,18
Hauteur moyenne	0,11	0,13	0,07	0,12	-0,15	0,14	0,34	0,05	0,52	1	0,06	0,24	0,04	0,13
Nombre de touffes de jujubier/daya	-0,32	0,02	0,16	-0,20	-0,14	-0,15	-0,07	0,24	0,08	0,06	1	0,28	0,17	0,14
Nombre de semis	-0,13	-0,27	0,29	-0,33	-0,18	-0,10	0,10	0,19	0,10	0,24	0,28	1	0,43	0,14
Richesse spécifique	-0,53	-0,67	0,55	-0,35	0,33	-0,08	0,00	0,18	0,12	0,04	0,17	0,43	1	0,35
Hauteur de semis	-0,43	-0,23	0,12	0,18	0,38	-0,04	-0,04	0,09	0,18	0,13	0,14	0,14	0,35	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

d. Interprétation de l'ACP

L'interprétation de l'ACP est basée sur le plan factoriel principal F1 : 25 % de l'information et F2 : 16 %, soit 41% d'inertie pour ce plan (Fig. 58).

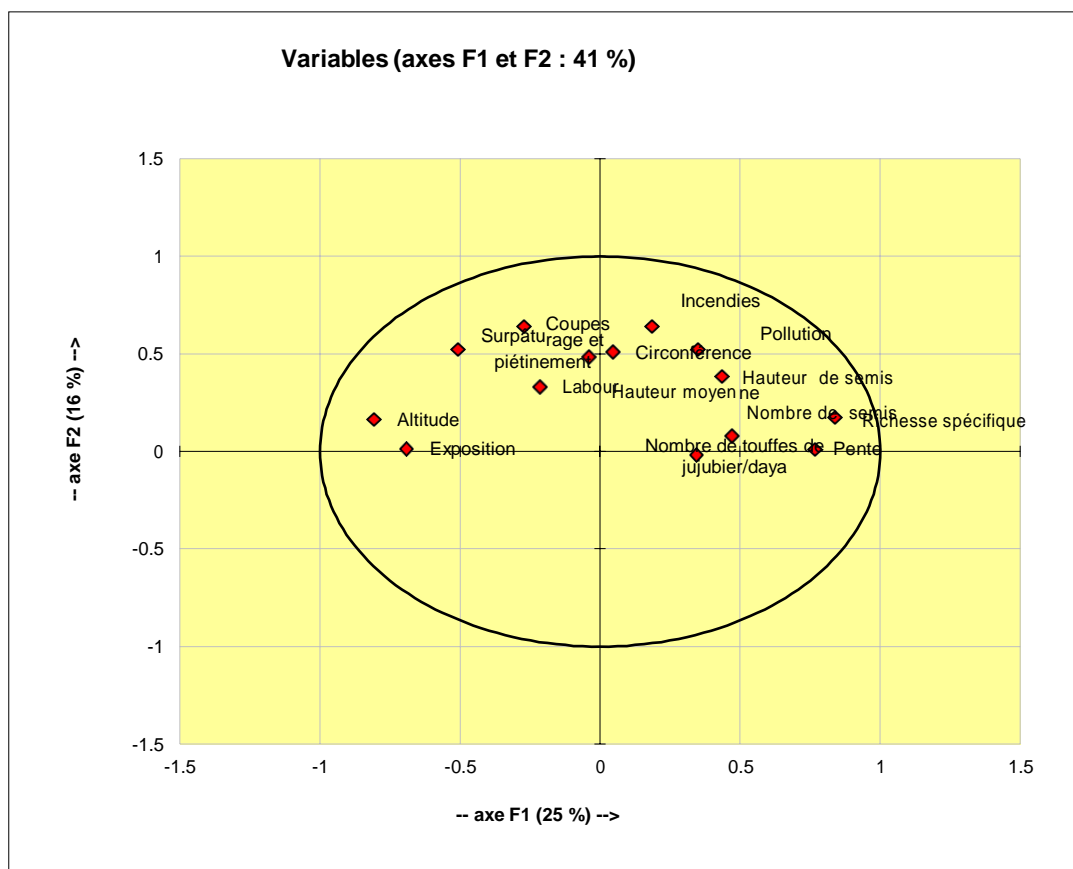


Figure 58 : Analyse en Composante Principale des variables.

Plusieurs corrélations significatives existent entre variables liées aux dimensions des touffes de Jujubier sauvage avec les paramètres traduisant la facilitation ,abondance-dominance du Pistachier de l'atlas installé dans les touffes de jujubier avec leur effet de plante nurse. Le piétinement du bétail et le surpâturage sont deux variables corrélées fortement et positivement entre elles ($r = 0.5$), la menace provient principalement de la conjonction de deux phénomènes, la dégradation par le surpâturage (ébranchage excessif, tassement du sol) (Harfouche et al. ,2005) . L'ennemi du pistachier de l'Atlas n'est pas le climat mais l'homme avec son troupeau (Monjauze, 1967). En région méditerranéenne, le pâturage inhibe particulièrement l'installation et la croissance de la végétation ligneuse. En forêt, il a pour effet d'éliminer par broutage les jeunes régénérations, les branches basses et les rejets, et même en année de disette tout le feuillage et les branches des arbres alors coupés par les bergers pour assurer la survie des troupeaux (Quézel et Médail, 2003).

Il y a une forte intensité du pâturage et des cultures céréalières. Les labours se font jusqu'au pied des arbres de pistachiers et par endroit uniquement au pourtour de la limite de l'ombre portée du houppier.

L'impact des perturbations anthropiques étudiées a une influence nuancée par son intensité sur la dynamique de ces populations. Les très jeunes arbres et les plantules observés sont plus importants dans les stations à plus ou moins faible activité anthropique et avec une forte présence de jujubier et d'oiseaux frugivores.

La pente et le piétinement du bétail-surpâturage sont des variables inversement corrélées ($r = -0.53$), car les endroits pentus sont difficiles d'accès voire inaccessibles pour le cheptel. Les lieux à pentes élevées sont, aussi, soumis à de fortes érosions et sont pauvres en ressources fourragères naturelles subissant ainsi une faible pression de surpâturage et donc de piétinement. C'est pourquoi le nombre de semis de Pistachier dans la touffe et la richesse floristique sont plus importantes avec les fortes pentes ($r = 0.29$ et $r = 0.55$ respectivement). Ce facteur mésologique représente donc un frein naturel à l'action perturbatrice du milieu. On constate que le diamètre et la circonférence des touffes de jujubier sauvage sont deux variables très fortement corrélées entre elles et positivement ($r = 0.64$) ; la valeur du diamètre de la touffe du jujubier augmente ou diminue proportionnellement selon la circonférence de ce dernier.

La pollution est fortement corrélée avec les incendies ($r=0.52$). Les principaux facteurs qui contribuent à la dégradation du Pistachier de l'atlas sont l'action anthropique, les problèmes écophysologiques, les incendies, les défrichements (Benhassaini et al. 2007). La richesse spécifique est fortement corrélée avec le nombre de semis de pistachier dans la touffe ($r=0.43$)

D'autre part, la circonférence est de même corrélée à la richesse spécifique, c'est-à-dire au nombre total d'espèces végétales que ces jujubiers abritent ($r = 0.54$). Cela dénote **le rôle facilitateur de *Ziziphus lotus* dans la réimplantation des espèces herbacées et vivaces**, (Fig.59). Enfin, l'altitude, est elle aussi, corrélée significativement et positivement aux dimensions des touffes (circonférence avec $r = 0.42$) de l'espèce facilitatrice (*Ziziphus lotus* et par conséquent aux espèces facilitées. L'altitude joue un rôle sur la facilitation du fait de la rigueur des facteurs abiotiques qui augmentent à mesure qu'on monte en altitude (amplitudes thermiques, gel, vent...). Or, on admet que la facilitation augmente avec l'augmentation du stress environnant. Le meilleur développement de *P. atlantica* se situe entre 600 et 1200 m,

mais peut atteindre quelque fois 2000 m d'altitude dans les montagnes sèches et même jusqu'à 3000 m à l'orient de son aire (Zohary, 1952).

Dans les zones arides et désertiques, la distance entre les arbres détermine la notion d'espace vital et est fonction de la richesse en eau et en éléments minéraux de la station, mais aussi des pressions anthropiques exercées sur les arbres (Ozenda, 1977).

e. Etude indicielle de la diversité spécifique au sein des touffes de jujubier

Dans cette partie nous établissons une comparaison entre la distribution des taxons pour la caractérisation de la structure du peuplement et les dayas. Cela à l'aide des indices de diversités à savoir, la diversité de Shannon-Weiner, l'équitabilité de Pielou et l'indice de similitude de Jaccard.

e.1. Richesse spécifique S

La richesse spécifique est plus élevée dans la daya Talmzane 2 avec 34 espèces : *Pistacia atlantica*, *Arthrophytum scoparium*, *Astragalus armatus*, *Hordeum murinum*, *Triticum repens*, *Ammosperma cinereum*, *Hordeum vulgare*, *Rumex vesca*, *Launaea resedifolia*, *Euphorbia calyptata*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Santolina africana*, *Malva parviflora*, *Avena sterilis*, *Erodium triangulare*, *Cleome arabica*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Echium humile*, *Fagonia glutinosa*, *Hélianthemum lippii*, *Plantago ciliata*, *Stipa tenacissima*, *Reichardia tingitana*, *Peganum harmala*, *Matricaria recutita*, *Malva aegyptiaca*, *Teucrium campanulatum*, *Pimpinella anisum*, *Muricaria prostrata*, *Rhus tripartitum*, *Medicago polymorpha*, *Ruta chalepensis* et *Onopordum macracanthum*. Alors que la daya Khamsaouat 2 présente la richesse spécifique la plus faible avec 05 espèces à savoir : *Pistacia atlantica*, *Arthrophytum scoparium*, *Astragalus armatus*, *Retama retam* et *Geranium rotundifolium*. (figure 59).

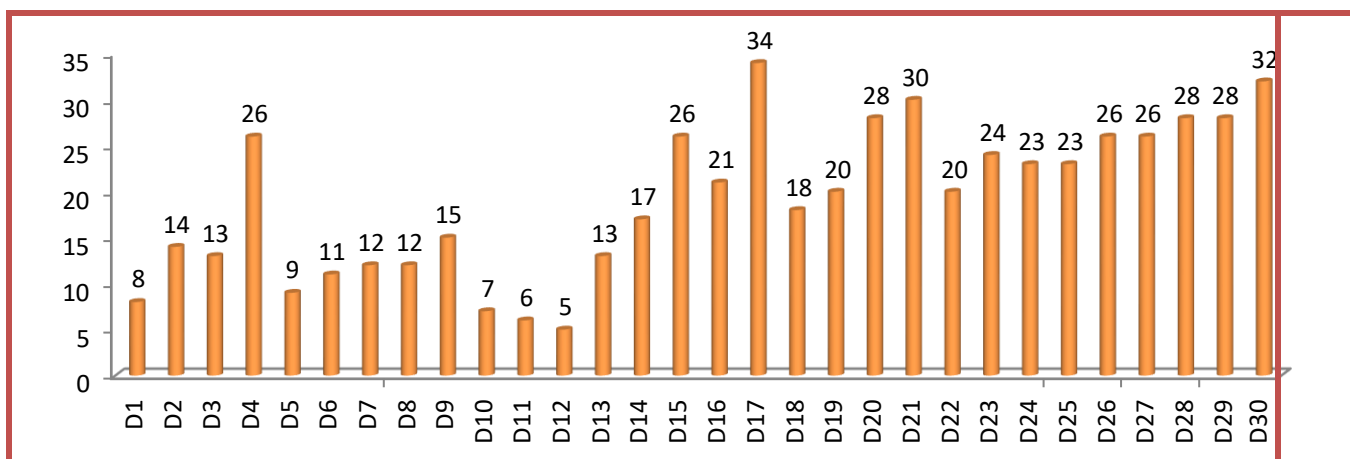


Figure 59 : richesse spécifique dans les touffes de Jujubier par daya

e.2.Indice de Shannon- Wiener

L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 2003).

L'indice de diversité spécifique (Indice de Shannon-Wiener) est élevé lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons est équilibrée.

Sur l'ensemble des dayas, l'indice H' atteint une valeur remarquable de 2.91 bits. Les valeurs enregistrées au niveau des groupements végétaux sont importantes et témoignent de la codominance de plusieurs espèces (Fig.60).

L'indice de Shannon-Wiener H' varie de 2.91 bits (daya Talmzane2) et 0.5 bits (daya Khamsaouat 2). Le faible indice de diversité (H') rencontré dans cette daya (Khamsaouat 2) coïncide avec la densité relativement faible et une faible richesse spécifique (05 espèces).

La valeur maximale de H' correspond au daya Talmzane 2 où la richesse spécifique et la densité globale sont maximales.

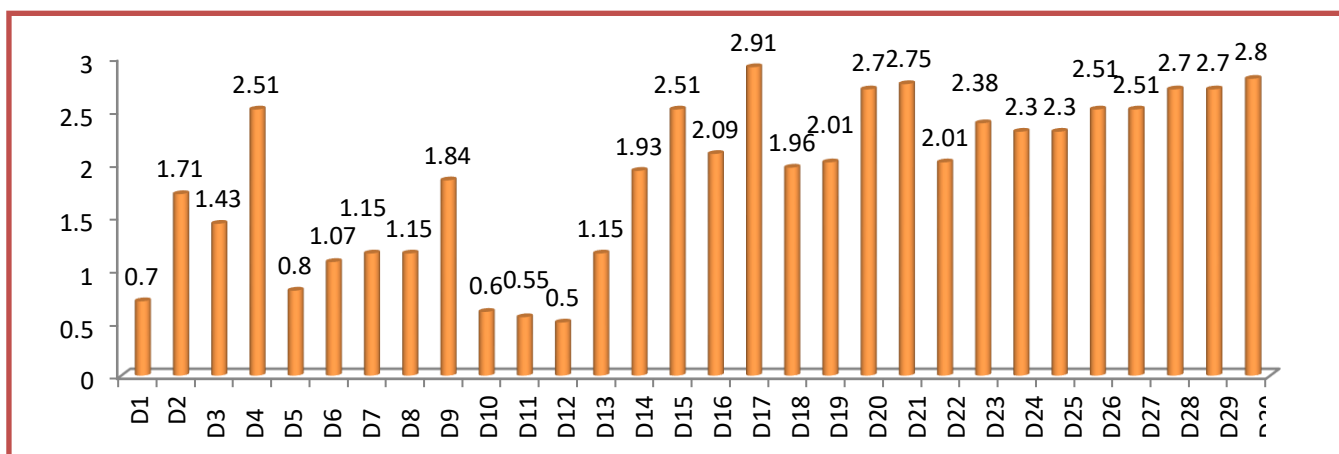


Figure 60 : Variation spatiale de l'indice de diversité de Shannon-Wiener

e.3.Indice d'équitabilité J' de Piélou

L'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

La figure suivante montre l'évolution spatiale de l'équitabilité J' de Piélou qui varie très peu, elle oscille entre un minimum de 0.16 (daya Khamsaouat 2) et un maximum de 0,93 (daya Talmzane2). Ces valeurs témoignent aussi d'une régularité des peuplements au niveau de toutes les dayas et justifient la valeur de 0.16 atteinte pour l'ensemble des dayas (figure 61).

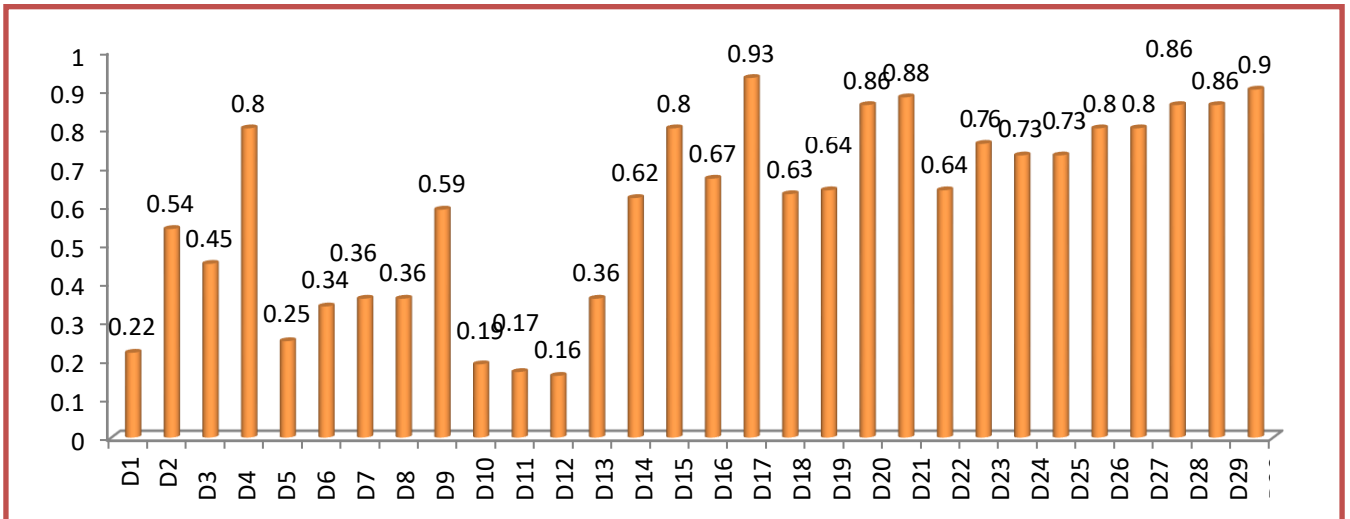


Figure 61 : Variation spatiale de l'indice de Piélou

La courbe de l'indice de diversité (H') et de celle de l'équitabilité (J') (Fig.62), montrent des évolutions semblables dans toutes les days. Ces deux paramètres varient peu d'une daya à une autre.

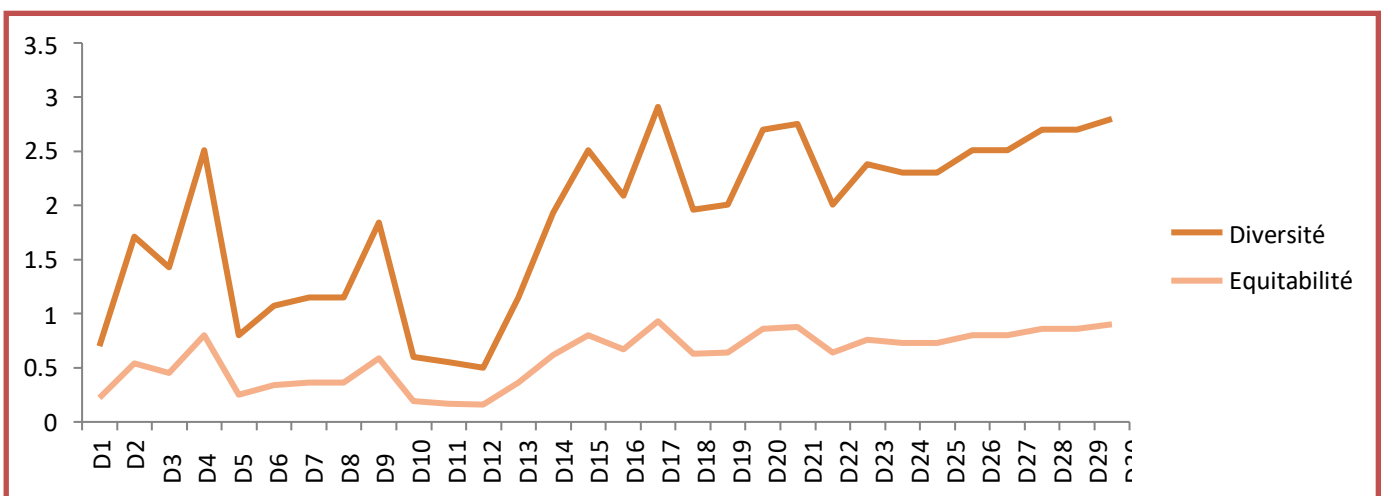


Figure 62 : Evolution spatiale des indices de diversité et d'équitabilité

e.4.Indice de similitude de Jaccard

L'indice de Jaccard est un coefficient d'association utilisé pour dégager la similarité entre les échantillons pour des données binaires. Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives (Youness et Saporta, 2004).

La matrice de similitude (Tab. 28), établie à partir de l'indice de similitude de Jaccard « J » calculé pour les peuplements dans les 30 dayas de végétation, montre que les peuplements des différents dayas sont très peu semblables entre eux. La valeur de l'indice de Jaccard la plus élevée enregistrée est de 31.65% entre daya 15(Baguira 2) et 20 (Baguira 3). A l'opposé, les plus basses valeurs de similitude sont entre daya 5(Legrar 3) et daya 12(Lhamsaouat 2) , daya 5(Legrar 3) et Daya 13 (El Baadja), daya 12 (Khamsaouat 2) et daya 16(Talmzane 1), daya 11 (Khamsaouat 1) et daya 16 (Talmzane 2) , daya 10(Oued Daoura) et daya 16 (Talmzane 2) et daya 13((El Baadja) et daya 16 (Talmzane 2) .II présentant respectivement une valeur de 12.50%, 8.33%, 7.14% ,6.89% ,6.66% et 5.55% chacune. Il y a très peu d'espèces communes entre ces peuplements (02 espèces).

Tableau 28 : Indices de similitude de Jaccard et nombre d'espèces en commun dans les 30 days.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30
D1	1																													
D2	0.2 6(8)	1																												
D3	0.2 5(7)	0.27 (10)	1																											
D4	0.1 2(5)	0.18 (9)	0.17 (8)	1																										
D5	0.1 5(3)	0.23 (7)	0.15 (4)	0.14(6)	1																									
D6	0.2 0(5)	0.28 (10)	0.22 (7)	0.17(8)	0.2 5(7)	1																								
D7	0.2 0(5)	0.18 (6)	0.24 (8)	0.13(6)	0.1 2(3)	0.1 7(5)	1																							
D8	0.1 6(4)	0.16 (5)	0.19 (6)	0.11(5)	0.1 6(4)	0.1 7(5)	0.1 7(5)	1																						
D9	0.1 4(4)	0.19 (7)	0.24 (9)	0.13(6)	0.1 4(4)	0.1 8(6)	0.2 0(7)	0.25 (9)	1																					
D10	0.1 6(3)	0.16 (4)	0.13 (3)	0.08(3)	0.1 5(3)	0.1 8(4)	0.1 3(3)	0.13 (3)	0.1 2(3)	1																				

e.5.Indice de Jaccard (pourcentage de similarité des deux communautés)

$C_j = j / (a + b - j)$ (Jaccard, 1901)

Les indices de Jaccard des peuplements des espèces situés dans les dayas et ceux situés dans les touffes de Jujubier révèlent similarité moyenne de leurs diversités spécifiques (Tableau 29). La plus faible similarité est enregistrée pour la daya Khamsaouat 2 (8%) avec 02 espèces communes et la plus forte est observée pour la daya Baguira 2 (63.63 %) avec 21 espèces communes. Il y a peu d'espèces communes entre ces peuplements (deux à vingt six espèces) où ce nombre atteint sa valeur maximale de 26 dans les dayas de Talmzane 2 et Tilghimt.

Tableau 29 : Nombre d'espèces et indices de Jaccard pour les peuplements des dayas et des touffes de Jujubier dans les 30 stations.

Daya	Nom des dayas	nombre d'espèces dans les touffes de jujubier(a)	nombre d'espèces dans les dayas(b)	nombre d'espèces communes(j)	Indice de Jaccard (Cj)	pourcentage de similarité(%)
D1	Legrar 1	8	30	4	0.1176	11.76
D2	Legrar 2	14	37	10	0.2439	24.39
D3	El Gouffa	13	32	5	0.1250	12.50
D4	Baguira1	26	29	15	0.3750	37.50
D5	Legrar 3	9	32	6	0.1714	17.14
D6	Legrar 4	11	35	8	0.2105	21.05
D7	Ain Chelif	12	31	5	0.1315	13.15
D8	El Gossa1	12	25	7	0.2333	23.33
D9	El Gossa 2	15	27	11	0.3548	35.48
D10	Oued Daoura	7	28	4	0.1290	12.90
D11	Khamsaouat 1	6	23	3	0.1153	11.53
D12	Khamsaouat 2	5	22	2	0.080	8.00
D13	El Baadja	13	33	6	0.1500	15.00
D14	Zebacha	17	32	9	0.2250	22.50
D15	Baguira 2	26	28	21	0.6363	63.63
D16	Talmzane1	21	30	7	0.1590	15.90
D17	Talmzane 2	34	36	26	0.5909	59.09
D18	Talmzane 3	18	27	12	0.3636	36.36
D19	Nili	20	30	8	0.1904	19.04
D20	Baguira 3	28	30	21	0.5675	56.75
D21	Tilghimt	30	42	26	0.5652	56.52
D22	Boukoufala	20	32	11	0.2682	26.82
D23	Bgouga 1	24	35	15	0.3409	34.09
D24	Soltane	23	34	19	0.5000	50.00
D25	Bgouga 2	23	34	13	0.2954	29.54
D26	Chaknane	26	38	20	0.4545	45.45
D27	Djaarnia	26	38	18	0.3913	39.13

D28	Zegrir1	28	40	21	0.4468	44.68
D29	Zegrir 2	28	40	21	0.4468	44.68
D30	Bouterkfin	32	35	21	0.4565	45.65

d.Espèces facilitées

La flore recensée à l'intérieur des touffes compte 36 espèces dont 19 plantes annuelles, 13 plantes herbacées vivaces, 02 arbustes, 01 plante herbacée bisannuelle et 01 plante parasite (voir tableau 30). L'analyse de la diversité relative des familles inventoriées dans ces touffes, montre que la famille des Astéracées est la plus abondante, elle renferme 10 espèces représentées par 27.77 % .La 2^{ème} place est occupée par les Poacées renferme sept espèces représentées par 17.44 % . En suite les Fabacées renferment trois espèces représentées par 8.33%. Le reste des familles sont moins abondantes, elles ne sont pas représentées que par une ou deux espèces comme Boraginacées, Convolvulacées, Anacardiacees.....etc.

Geranium rotundifolium est l'espèce facilité le plus abondant suivi de *Retama retam* et de *Rhus tripartitum*.

Tableau 30 : espèces recensées dans les touffes de Jujubier

N	espèce facilitée	Famille	Forme biologique	Fréquence
1	<i>Geranium rotundifolium</i>	Géraniacées	plante annuelle	12
2	<i>Retama retam</i>	Fabacées	arbuste	10
3	<i>Rhus tripartitum</i>	Anacardiacees	plante vivace	9
4	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Asphodelacées	plante annuelle	8
5	<i>Teucrium campanulatum</i>	Lamiacées	plante vivace	6
6	<i>Bromus rubens</i>	Poacées	plante annuelle	2
7	<i>Moricandia arvensis</i>	Brassicacées	plante annuelle	2
p8	<i>Megastoma pusillum</i>	Boraginacées	plante annuelle	2
9	<i>Ebenus pinnata</i>	Fabacées	plante vivace	2
10	<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthacées	plante annuelle	2
11	<i>Medicago laciniata</i>	Fabacées	plante vivace	2
12	<i>Launaea acanthoclada</i>	Astéracées	plante annuelle	2
13	<i>Artemisia herba-alba</i>	Astéracées	plante vivace	2
14	<i>Cistanche violacea</i>	Orobanchacées	plante parasite	1
15	<i>Reseda lutea</i>	résédacées	plante herbacée bisannuelle	1
16	<i>Atractylis flava</i>	Astéracées	plante vivace	1
17	<i>Scorzonera undulata</i>	Astéracées	plante vivace	1
18	<i>Schismus barbatus</i>	Poacées	plante annuelle	1
19	<i>Farsetia hamiltonii</i>	Brassicacées	plante vivace	1
20	<i>Lygeum spartum</i>	Poacées	plante annuelle	1
21	<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	plante annuelle	1
22	<i>Aristida pungens</i>	Poacées	plante annuelle	1
23	<i>Stipa parviflora</i>	Poacées	plante annuelle	1
24	<i>Calendula arvensis</i>	Astéracées	plante annuelle	1

25	<i>Ifloga spicata</i>	Astéracées	plante annuelle	1
26	<i>Xeranthemum inapertum</i>	Astéracées	plante annuelle	1
27	<i>Micropus bombycinus</i>	Astéracées	plante annuelle	1
28	<i>Pulicaria laciniata</i>	Astéracées	plante annuelle	1
29	<i>Ephedra fragilis</i>	Ephedracées	arbuste à feuilles persistantes	1
30	<i>Scolymus maculatus</i>	Astéracées	plante annuelle	1
31	<i>Teucrium polium</i>	Lamiacées	plante vivace	1
32	<i>Echiochilon fruticosum</i>	Boraginacées	plante annuelle	1
33	<i>Silene dioica</i>	Caryophyllacées	plante herbacée vivace	1
34	<i>Paspalum dilatatum</i>	Poacées	plante herbacée vivace	1
35	<i>Cressa cretica</i>	Convolvulacées	plante vivace	1
36	<i>Artemisia campestris</i>	Astéracées	plante vivace	1

IV.2.Discussion

IV.2.1.Etude ethnobotanique

Les informations reçues auprès des enquêtées révèlent que les graines du Pistacher de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf) sont les plus utilisées dans la région de Laghouat. L'utilisation abondante des graines sous diverses formes est à mettre en parallèle. Elle peut être expliquée par le fait qu'elles sont riches en lipides notamment en acides gras insaturés (oléique et linoléique) et en phytostérols, présentant des intérêts diététiques et nutritionnels. Cela est conforme aux résultats de plusieurs études qui rapportent que les graines sont les plus utilisées dans les recettes médicinales (Ghalem et Benhassaini, 2007). Les graines ayant des capacités antioxydantes à usage interne par voie orale, préconisé pour traiter : les maladies de reins, bronchite et asthmes et les maux d'estomac. Ces graines de Bétoum (El Botma) sont très riches en lipides avec une grande teneur en acides gras mono-insaturés et en phytostérols, teneurs comparables à celle de l'huile d'olive. On commence à peine à entrevoir ses vertus thérapeutiques envers certaines pathologies (cholestérol, diabète, effets anti-tumoraux) et nutritionnelles. (BNEDER., 2015). Des études épidémiologiques ont démontré un risque réduit de maladies cardiovasculaires avec de fréquentes consommations de graines (Kris-Etherton *et al.*, 2008). Les études cliniques sur les graines ont montré des effets d'abaissement du cholestérol total et du LDL-cholestérol (Kris-Etherton *et al.*, 2008, Griel *et al.*, 2006).

Les graines de *Pistacia atlantica* sont utilisées aussi pour extraire l'huile utilisée en industrie cosmétique (Fida., 2008, Nemarundwe *et al.*, 2008). Certaines études ont été menées pour déterminer les propriétés physiques et chimiques des fruits et de l'huile de graines, on peut citer : Daneshrad et Aynehchi (1980), Yousfi *et al.* (2003), Ghalem et Benhassaini (2007) et Ghalem et Mohamed (2009). Les fruits sont très énergétiques (Belhadji., 2001). Dans leur

étude, Ghalem et Benhassaini (2007) notent également que les fruits sont les plus utilisés dans les recettes médicinales traditionnelles. Les fruits de bétoum sont très riches en lipides avec une grande teneur en acides gras mono-insaturés et en phytostérols, teneurs comparables à celle de l'huile d'olive. Le plus souvent, les fruits du pistachier de l'Atlas sont séchés, écrasés et consommés sous forme de boulettes ou pressés pour en extraire l'huile, qui a un goût très proche de celui du beurre et est très appréciée dans la région (Belhadj., 2001). Selon Benaradj et al. (2015), les fruits ayant des capacités antioxydantes sont préconisés pour traiter les maladies des reins, la bronchite, l'asthme et les maux d'estomac, dans la région de Béchar. Ceci est en accord avec les résultats de notre étude. l'huile extraite des fruits est utilisée pour préparer des cosmétiques (Chief, 1982). Le polypore du pistachier de l'Atlas (*Polyporustinctorius* Quel.), dit ssrā, surrat l-bṭūm (سرة البطمه) (litt. : nombril du pistachier de l'Atlas, à cause de sa forme), est un champignon parasite qui se développe sur le tronc (Bellakhdar, 1997), utilisé aussi à des fins médicinales.

Les galles des feuilles de pistachier de l'Atlas, connues dans la région d'étude sous le nom de *afse* (العفص), sont induites par l'infection d'une variété d'insectes gallicoles (Gerchman et Inbar, 2011 ; Sifi et Yousfi, 2019), riches en tanins (Evreinoff., 1955), écrasées et mélangées à du lait, consommées pour diverses fins médicinales. Ces galles sont utilisées en médecine traditionnelle à Béchar (Benaradj et al., 2015). En effet, si l'étude de la toxicité aiguë a montré que les feuilles de *Pistacia atlantica* n'étaient pas toxiques (Ziane., 2014), par contre, la résine brute sans aucun traitement préalable est signalée comme toxique (Rankou et al., 2018). La résine qui suinte de l'écorce du pistachier de l'Atlas, dont l'odeur rappelle celle de la térébenthine (Yousfi et al., 2003), L'arbre procure jusqu'à 0,35 unités fourragères (Limane., 2018). L'huile extraite du fruit est utilisée aussi bien à des fins alimentaires que cosmétiques. L'usage tinctorial est cité également, mais une fois seulement. Dans ce contexte, Bozorgi et al. (2013), Bahmani et al. (2015) et Ahmed (2017) reconnaissent pareillement au pistachier de l'Atlas en plus de ses vertus thérapeutiques, d'autres utilisations traditionnelles, notamment alimentaire et cosmétique.

L'enquête a montré que la plante étudiée est utilisée par la population autochtone pour traiter 08 maladies dont les affections génito-urinaires qui sont les plus traitées par le pistachier de l'Atlas. Les résultats obtenus par Benaradj et al., (2015) sont en accord avec ceux de notre étude. Les tradipraticiens rapportent que les lésions sous cutanées sont généralement traitées par cette espèce. La fréquence d'utilisation de la plante dans la région de Laghouat est très liée au profil des personnes enquêtées et le niveau d'études de cette population, la grande majorité des usagers d'espèce sont des analphabètes et des personnes âgées. Les femmes et les

hommes ont un savoir médicinal presque partagé, cependant les hommes ont un peu plus de connaissances sur l'espèce étudiée par rapport aux femmes. Ces dernières sont très informées sur la thérapeutique de l'espèce. Ce sont elles qui donnent les premiers soins en particulier pour leurs enfants (Benkhniq et al., 2011). Ces résultats confirment les résultats d'autres travaux ethnobotaniques, qui ont montré que les hommes sont davantage détenteurs du savoir phytothérapeutique traditionnel, Nos résultats concordent avec ceux obtenus au Maroc par Daoudi et al. (2013). La connaissance des usages et les propriétés des plantes médicinales sont généralement acquises suite à une longue expérience. Les jeunes, comparés aux personnes âgées, ne connaissent généralement pas les noms vernaculaires ni l'utilité de l'espèce. Ils recourent à la médecine conventionnelle pour se soigner. La connaissance des usages des plantes médicinales et leurs propriétés sont généralement acquise suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre (Ghourri M et al., 2012). Dans la zone d'étude, la majorité des personnes interrogées sont analphabètes.

Le taux d'analphabétisme de la wilaya de Laghouat est, en effet, un des plus élevés en Algérie, soit 26.3% (ONS, 2014).

IV.2.2. Etude phytoécologique

La flore rencontrée dans 52 dayas de Laghouat présente une distribution spatiale diffuse, eu égard à la superficie, mais fortement diversifiée : 46 espèces appartenant à 40 genres et 24 familles. A titre indicatif,

Salemkour et al. (2013) avait inventorié lors de ses investigations botaniques dans les zones de d'El-Houaita, Sidi Bouzid et Gueltet Sidi Saad (wilaya de Laghouat), 66 espèces appartenant à 21 familles.

Mallem et al. (2017), avait récolté 30 espèces dans la région Mokrane (wilaya de Laghouat) appartenant aux 29 genres et 14 familles.

La richesse floristique est variable suivant les différentes dayas, la plus élevée est observée au niveau des dayas de Tilghimt, Ayyat et Smahi qui représentent respectivement 42,41 et 40 espèces. Elle est faible au niveau des dayas de Ajal, Saadia et Bouzidi qui présentent respectivement 03,04 et 05 espèces.

D'après nos relevés, on a constaté que les dayas des communes de Hassi Rmel et Ksar El Hirane sont les plus riches par rapport aux autres communes sachant que ces dayas sont labourées depuis longtemps, ce qui a favorisé le développement des plantes annuelles telles

que *Rumex vesicarius*, *Papaver rhoeas*, *Medicago polymorpha*, *Matricaria recutita* et *Avena sterilis* et vivaces comme *Triticum repens*, *Malva parviflora*, *Echium humile*, *Ruta chalepensis* et *Reichardia tingitana*, à savoir les dayas de Tilghimt, Belil, Soltane, Boulehya, Zatacha, Baguira 1 et Baguira 2 pour la commune de Hassi Rmel et les dayas de Kayed, Khaled et Kebala pour la commune de Ksar El Hirane.

Des dayas dans la commune de Hassi Rmel et Ben Nacer Ben Chohra à Laghouat, ont été défrichées et cultivées à l'orge (*Hordeum vulgare*), comme Tilghimt, Smahi et Zatacha alors que d'autres dans les mêmes communes ont été cultivées de Blé tendre (*Triticum aestivum*) comme Ayyat, Belil et Boulehya. On peut citer ainsi le problème de la mise en culture céréalière de certaines dayas. Elle a une incidence sur le cortège floristique, les labours et le moissonnage de céréaliculture ou l'on assiste à une destruction de la végétation naturelle au profit de périmètres agricoles dans les fonds des dayas. En effet, l'extension des labours et la forte pression avec l'utilisation de plus en plus systématique des engins agricoles, au sein même des dayas provoque un défrichement et éradication systématique des espèces pérennes. Selon Kaabeche (2003), l'utilisation de la charrue provoque non seulement la disparition de tout couvert végétal mais en même temps une déstructuration du sol ; elle aboutit à la destruction « physique » du parcours.

Par contre, il ya des dayas qui sont bien protégées par la population et les services forestiers comme celle de Lelmaya (commune de Tadjrouna, wilaya de Laghouat) où la principale plante du couvert végétal est *Sonchus arvensis*.

Le jujubier se trouve dans toutes les dayas sauf quelques unes au niveau de la commune de Hassi Rmel comme Belil et Soltane.

Le climat a une influence prépondérante sur la vie des plantes, tant par la pluviosité que par la température et la luminosité (Dahmani, 2011). En fonction du gradient pluviométrique, nous constatons que les éléments méditerranéens et ceux endémiques diminuent légèrement avec l'aridité alors que les Saharo-arabiques et les Méditerranéo-Saharo-Arabiques augmentent d'une manière significative. Le facteur hydrique, associé à l'épaisseur du sol exploitable par les racines des végétaux, joue un rôle essentiel dans la composition floristique et la répartition des plantes dans les différents habitats. En effet, quel que soit le type d'habitat, ce facteur agit en compensant l'aridité de climat et permet ainsi le maintien d'une flore relativement riche (Poilecot, 1996).

Trois actions conjuguées (Quézel, 1995) permettent d'expliquer au mieux la mise en place

des flores: les changements climatiques, le transport à longue distance par le vent et les oiseaux et les modifications du modèle géographique.

Enfin, cette étude contribue à la connaissance de l'impact des changements climatiques et anthropique sur les écosystèmes steppiques et présahariens à *Pistacia atlantica*.

IV.2.3. Etude dendrométrique

La hauteur moyenne d'un peuplement peut constituer un critère d'appréciation très utile de la productivité forestière.

La comparaison entre les résultats obtenus dans les différentes dayas d'étude permet de mettre en évidence une divergence entre le peuplement étudié dans 52 dayas. En effet la croissance en hauteur du *P. atlantica* à Hassi Delaa et Hassi R'mel est plus importante que ceux de Ksar El Hirane, Ben Nacer Ben Chohra, Ain El Madhi, Tadjrouna, Aflou, El Houita, Kheneg et Laghouatn, cela peut être justifié le résultat du pâturage qui est très fréquent dans ces zones.

L'ensemble de ces résultats et observations constatées nous permet de déduire que les pourcentages des classes d'hauteur diffèrent d'une daya à une autre. Cela est dû essentiellement à plusieurs indicateurs liés à la diversité des unités topographique, climatique, à l'anthropisation (coupe du bois, surpâturage), etc.

L'étude dendrométrique réalisée par Yahia (2011) a révélée que la structure des populations de pistachier de l'Atlas est très hétérogène. Ces dernières sont essentiellement caractérisées par la dominance de grands et vieux arbres. Néanmoins, une régénération, présente dans certaines stations étudiées, est appréciable et est de l'ordre de 20% environ.

La catégorie de bois très jeune représente que 5,11% du total des arbres mesurés, Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Terras (2011), Benaissa (2011), Mansour (2011) et Benaradj(2017), qui ont noté que la régénération naturelle se fait en général à l'intérieur de touffes de *Ziziphus lotus*, qui protègent les jeunes pousses du pistachier de l'Atlas contre le pâturage, et favorisent la germination de ses graines et la croissance des jeunes pousses en enrichissant le sol par la matière organique (Monjauze, 1968 ; Yaaqobi *et al.*, 2009 ; Benaradj, 2010 et Amara, 2014). Une régénération du pistachier de l'Atlas a aussi été observée à l'intérieur d'une touffe de *Retama retam* (Benaradj, 2010).

Lorsque le jeune pied régénéré de pistachier atteint une certaine hauteur en s'adaptant au milieu, le jujubier se retrouve dans une strate inférieure et disparaît progressivement. Dans nos dayas, nous avons remarqué quelques cas de régénération du pistachier de l'Atlas au niveau des falaises de montagnes difficilement accessibles, jouant aussi le rôle d'un abri pour

des animaux s'en alimentant et retenant de l'eau des précipitations qui favoriserait la germination des graines (Yaaqobi et al., 2009).

La corrélation établie entre : la hauteur et le diamètre arbre est presque toute en relation étroite. Selon Boumediene (2014), plus que le diamètre augmente la hauteur des arbres augmente. Néanmoins, les jeunes pousses de faible diamètre présentent une corrélation faible entre la hauteur et le diamètre des sujets du *P. atlantica*. Cela est dû probablement à l'âge juvénile du peuplement et le surpâturage.

A ce propos Demelon (1968) montre que la corrélation positive et assez large traduit la réponse de l'espèce par rapport aux conditions du milieu (texture, l'humidité...). La croissance en diamètre est généralement liée aux conditions du milieu et aux facteurs anthropiques.

La présence des grands sujets femelles qui sont des réserves semencières, assure la production des graines (Mansour, 2011). Dans les classes d'arbres âgés, on a remarqué que le nombre des sujets mâles est supérieur aux femelles. Cela peut être expliqué par la grande longévité des sujets mâles par rapport aux femelles (Mansour, 2011) et (Benaradj ,2017). Les arbres femelles sont les plus exploités pour la cueillette des fruits (*Goudhim*) du *P. atlantica* par la population à des fins pharmaceutiques et comme aliment de bétail pour leur cheptel.

La structure d'un peuplement, c'est simplement l'histogramme du nombre de tiges par catégories de diamètres (Dagnelie et Rondeux., 1971).

La variation de la surface terrière par rapport au diamètre moyen est très irrégulière pour toutes les dayas. L'étendue de la variation de la surface terrière au niveau du peuplement de Laghouat est exprimée par le coefficient de variation, qui s'avère élevé 72,71%.Celui-ci traduit par conséquent une hétérogénéité du peuplement étudié. Cette différence peut être attribuée à une forte concurrence entre les pieds au niveau de la surface terrière occupée (Andriamahazo, 2003).

IV.2.4.Etude phytodynamique (facilitation)

Cette étude fait ressortir que le Jujubier sauvage *Ziziphus lotus* peut être considérée comme motrice de succession des écosystèmes en réduisant les contraintes environnementales du milieu, et facilitant la diversité d'espèces notamment le Pistachier de l'atlas *Pistacia atlantica* dans la zone de Laghouat.

Les formations à jujubier sauvage occupent une place importante du point de vue physiologique dans nos trente sites d'étude.

Le nombre total des touffes de jujubier diffère d'une daya à une autre et ne dépasse pas le nombre 61. La majorité des jujubiers échantillonnés sont de petite circonférence. La hauteur moyenne des touffes par classe sont surtout petites (moins de 2,12 m). La régénération naturelle du pistachier de l'atlas reste limitée à quelques jujubiers au sein d'une même daya, il se développe en général un à trois jeunes pistachiers par daya dans les touffes de jujubier.

L'analyse des données nous a permis de déterminer les corrélations significatives entre variables physiologiques et structurales liées aux dimensions et à la biologie des touffes de Jujubier sauvage avec les paramètres traduisant la facilitation (richesse floristique, abondance-dominance du pistachier de l'atlas installé dans les touffes de jujubier avec leur effet de plante nurse). Les corrélations déduites dénotent du rôle des touffes de jujubier sauvage sur les espèces facilitées, cette facilitation augmente avec la rudesse écologique et les perturbations anthropiques.

La vocation de la région étudiée est à caractère agro-pastorale. De ce fait, les principaux facteurs de dégradation sont relatifs aux pratiques culturales, à savoir ; le défrichage des dayas et le pâturage. Ces facteurs d'ordre anthropique touchent sérieusement le peuplement de *Pistacia atlantica* en empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses menaçant, à long terme, la perpétuité de l'espèce.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Au terme de ce travail sur l'étude ethnobotanique, phytoécologique et phytodynamique de *Pistacia atlantica* Desf. Dans les dayas de la région de Laghouat, située au pied de l'Atlas saharien. Dans cette région, à hiver tempéré et où les précipitations sont irrégulières, la saison sèche est très longue, elle peut durer toute l'année.

Diverses conclusions peuvent être tirées en rapport avec les résultats obtenus à l'issue des analyses des données collectées.

L'étude ethnobotanique réalisée a mis en évidence l'importance de *P. atlantica* dans la phytothérapie traditionnelle des populations locales de Laghouat. Les résultats obtenus ont montré une fréquence d'utilisation élevée de l'huile extraite artisanalement à partir des fruits murs. Celle-ci est surtout préconisée pour traiter les maladies des appareils génito-urinaire, digestif et respiratoire. Les feuilles et les tiges sont surtout employées en usage interne pour les troubles du système digestif et de l'appareil respiratoire.

Les dayas sont caractérisées par une végétation arborée représentée par le Pistachier de l'Atlas, une végétation arbustive représentée par le Jujubier sauvage et une végétation herbacée. Le cortège floristique de *P. atlantica* représente une importante diversité biologique, systématique et biogéographique. Les types biologiques et phytogéographiques permettent d'apprécier les différences de stratégies de vie et de répartition géographique. Le cortège floristique du *P. atlantica* a permis de recenser 45 taxons, répartis en 24 familles et 40 genres. La richesse floristique est variable suivant les différentes dayas, la plus élevée est observée au niveau de la daya de Tilghimt, avec 42 espèces.

Les espèces des Asteraceae et des Poaceae sont les mieux représentées dans le cortège floristique, avec un taux de 20% chacun de la richesse floristique globale.

La prédominance des thérophytes, qui sont adaptées au milieu saharien et steppique, sur les autres formes biologiques est une caractéristique de la végétation des régions arides. Les espèces d'affinité méditerranéenne dominant dans le cortège floristique, étant donné que notre zone d'étude, bien qu'en contact avec le Sahara, se situe en région méditerranéenne.

L'analyse des correspondances détendancées (DCA) et la classification ascendante hiérarchique appliquées aux données floristiques, nous ont permis de déterminer deux groupements végétaux, avec leur description physionomique, floristique et écologique.

Conclusion et perspectives

Le premier groupement végétal est représenté par *Arthrophytum scoparium* et *Ammosperma cinereum*. On y note également un bon développement de *Hammada scoparia* et *Ziziphus lotus*, bien représentés au sein de ce groupement végétal.

Le second groupement représente une mosaïque de différents types biologiques, avec cependant une remarquable richesse en espèces thérophytiques. Parmi ces espèces, on distingue: *Euphorbia calyptrata*, *Medicago polymorpha*, *Erodium triangulare*, *Reichardia tingitana*, *Pimpinella anisum*, etc.

Sur le plan dendrométrique, le *P. atlantica* se présente comme un grand arbre puissant, à tronc bien individualisé, qui peut atteindre des dimensions imposantes (quinze mètres de hauteur, avec une circonférence de deux mètres, dans le cas des dayas, comme Tilghimt, Raysa et Ben terbeh). L'analyse dendrométrique a permis de faire une caractérisation structurale des peuplements de *P. atlantica* qui est une étape primordiale dans le plan d'aménagement et la valorisation sur le moyen ou le long terme. Elle a révélé que les populations de pistachier de l'Atlas sont relativement bien structurées présentant une certaine irrégularité dans la répartition des classes de hauteur. Ces populations sont dominées par des arbres de grande taille en termes de hauteur et de circonférence. La distribution de la surface terrière et la densité des tiges/hectare sont très variables d'une daya à une autre.

Concernant le chapitre facilitation, ce travail a permis de tirer quelques conclusions et de retenir certaines informations sur l'effet facilitateur du jujubier sauvage *Ziziphus lotus* dans la remontée biologique du *Pistacia atlantica*. Les formations à jujubier sauvage occupent une place importante du point de vue physiologique dans les 30 dayas d'étude. La hauteur moyenne des jujubiers sauvages échantillonnés est de taille variable, mais les hauteurs moyennes des touffes par classes sont surtout petites (moins de 2,12 m). Les touffes des jujubiers sauvages possèdent des circonférences et diamètres assez variables, la classe de circonférence (1.57-8.57 m) englobe la majorité des jujubiers échantillonnés, qui sont donc de petites circonférences. On a remarqué que la régénération naturelle du pistachier reste limitée à quelques jujubiers au sein d'une même daya. Il se développe en général un à trois jeunes pistachiers par daya dans les touffes de jujubier. On a recensé un total de 61 sujets de pistachier au sein de l'ensemble des touffes de jujubier dans les 30 dayas étudiées, soit une moyenne faible de 2 individus de pistachier par daya. Dans certaines dayas, on a remarqué l'absence de semis du *Pistacia atlantica* à l'intérieur des touffes de Jujubier.

Conclusion et perspectives

A l'aide de l'ACP, nous avons pu déterminer les corrélations significatives entre variables physiologiques et structurales liées aux dimensions et à la biologie des touffes de jujubier sauvage avec les paramètres traduisant la facilitation (richesse floristique, abondance-dominance du pistachier de l'Atlas installé dans les touffes de jujubier avec leur effet de plante nurse). Les corrélations déduites dénotent du rôle des touffes de jujubier sauvage sur les espèces facilitées, cette facilitation augmente avec la rudesse écologique et les perturbations anthropiques.

Une autre analyse des données cette fois-ci en réalisant une étude indiciaire de la diversité spécifique au sein des touffes de jujubier à l'aide des indices de diversités à savoir, la diversité de Shannon-Weiner, l'équitabilité de Pielou et l'indice de similitude de Jaccard, elle nous a permis de déterminer que la richesse spécifique est plus élevée dans la daya Talmzane 2 avec 34 espèces. L'indice de diversité de Shannon weiner montre que la daya de Talmzane 2 est la plus diversifiée par rapport aux autres dayas. L'évolution spatiale de l'équitabilité J' de Pielou varie très peu. Les peuplements des différentes dayas sont très peu semblables entre eux. La valeur de l'indice de Jaccard la plus élevée enregistrée est de 31.65% entre daya Baguira 2 et Baguira3.

L'espèce la plus fréquente dans chacune des dayas était *Pistacia atlantica*, *Arthrophytum scoparium* et *Astragalus armatus*, respectivement.

La flore recensée à l'intérieur des touffes compte 36 espèces, la famille des Astéracées est la plus abondante et l'espèce *Geranium rotundifolium* est l'espèce facilitée la plus abondante.

La vocation de la région étudiée est à caractère agro-pastorale. De ce fait, les principaux facteurs de dégradation sont relatifs aux pratiques culturales, à savoir le défrichage des dayas (labours) et le pâturage. Ces facteurs d'ordre anthropique touchent sérieusement le peuplement de *Pistacia atlantica* en empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses menaçant, à long terme, la perpétuité de l'espèce. Sa conservation et sa multiplication sont donc une nécessité, il faut se pencher sur le problème de la valorisation de cette ressource phytogénétique et lui accorder beaucoup plus d'importance.

Enfin, notre travail ouvre plusieurs perspectives à long terme :

-D'autres études seront nécessaires afin de poursuivre les enquêtes ethnobotaniques dans d'autres régions d'Algérie, là où prospère cette plante, ce qui permettra de comparer les

Conclusion et perspectives

connaissances acquises à travers le pays et de constituer une base de données, qui sera exploitée par les chercheurs en phytothérapie, qui pourront alors valider certaines utilisations traditionnelles du pistachier de l'atlas.

-Aujourd'hui, cette essence se trouve menacée de disparition, problème qui ne peut être résolu que par des travaux de régénération. Le reboisement des dayas et des lits d'oueds reste l'une des solutions pour la sauvegarde de l'espèce. Une augmentation des surfaces boisées permettra une utilisation rationnelle de ses qualités.

-Dans le but de la préservation et le développement des zones à pistachier de l'atlas, il y a lieu d'envisager la technique de mise en défens de ce peuplement ayant une adaptation avec les conditions du milieu, telles que la résistance à la sécheresse.

-Son système racinaire très puissant, lui permet de fixer des sols à pentes fortes, Il peut être envisagé en réhabilitation et restauration du milieu.

-Ainsi, l'étude effectuée dans notre cas ne concerne qu'une région bien limitée de l'Algérie, qui ne peut être représentative de toute l'aire géographique de cette espèce. Il serait souhaitable d'élargir l'échantillonnage à d'autres régions (qui appartiennent à différents étages bioclimatiques) et ainsi d'effectuer un inventaire exhaustif de ces dayas en mettant en évidence l'état de ces formations à *Pistacia atlantica* dans le but de trouver une solution urgente pour leur réhabilitation.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelguerfi A & Laouar M., 2000. Le frêne (*Fraxinus* spp.) et le Bétoum (*Pistacia atlantica*) : écologie et utilisation en Algérie. In: G. Gintzburger, M. Bounejmate & A. Nefzaoui (eds.), Fodder Shrubs Development in Arid and Semi-Arid Zones. ICARDA, Aleppo, Syria. Vol. II, 385-389.

Abdelkrim H., 1985. Les Dayates du Sud de l'Atlas Saharien (Algérie). Colloques phytosociologiques XIII, Végétation et géomorphologie, 13, 361-371.

Abdelkrim H., 1989. Un joyau floristique : l'oued Idikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach, 13 (1), 32 - 43.

Abdelkrim H., 1992. Un joyau floristique : l'Oued Idikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. Documents phytosociologiques, N.S., 14, 211-218.

Agabi C., 1995. Daya (daïa). Encyclopédie berbère, 15, 1-4

Ahmed H.M., 2017. Traditional uses of Kurdish medicinal plant *Pistaciaatlantica* subsp. *Kurdica* Zohary in Ranya, Southern Kurdistan. Genet.Resour. Crop.Evol.1-12 .DOI 10.1007/s10722-017-0522-4.

Al-Said M.S., Ageel A.M., Parmar N.S et Tariq M., 1986. Evaluation of mastic, a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity. J. Ethnopharmacol., 15 (3), 271-278.

Al-Saghir M.G., 2010. Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) Based on Morphological Data. Asian Journal of Plant Sciences, 9 (1), 28-35.

Aidoud A., 1989. Les écosystèmes steppiques pâturés d'Algérie : fonctionnement, évaluation et dynamique des ressources végétales. Thèse Doct., Univ. Sci. Technol. H. Boumediene, Alger, 250 p.

Aissaoui A., 2016. Hydrologie et Hydrogéologie du Bassin versant de l'oued M'Zi (Laghouat, Algérie). Thèse de Magister, Université d'Oran 2, 133p.

Ait Saïd S., Fernandez C., Greff S. & al., 2010. Inter-population variability of leaf morpho-anatomical and terpenoid patterns of *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* growing along an aridity gradient in Algeria. *Flora*, 206 (4), 397–405.

Alyafi J., 1979. Approche systématique et écologique du genre *Pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse de doctorat 3ème cycle. Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, Marseille, 130p .

Amara M., 2009. Contribution à l'étude de *Pistacia atlantica* Desf. dans le Nord-Ouest Algérien : Aspects écologiques et cartographie. Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, 130 p.

Amara M & Bouazza M.,2013. Contribution à l'étude des Groupements à *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans la Plaine de Maghnia (Extrême nord- Ouest Algérien), Phytosociologie et Dynamique. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X / 1450-202X Vol. 99 No 1 April, 2013, pp.22-21.

Amara M., 2014. Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 189p.

Amara M. & Bouazza M., 2016. The synergistic action of aridity and human impacts on plant biodiversity in the Algerian extreme northwest (tellian plain of Maghnia). *Plant Archives*, 16 (2), 907-917.

Amara M., Bouazza M & Al-Saghir M.G.,2017. Anatomical and Adaptation Features of *Pistacia atlantica* Desf. to Adverse Climate Conditions in Algeria. *American Journal of Plant Sciences*, 8 (2), 137-153.

ANDI., 2013. Invest in Algeria. Wilaya de Laghouat. Agence nationale de développement de l'investissement. <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Laghouat.pdf>

Andriamahazo M., 2003. Contribution à la relance et à la conduite sylvicole de *Cupressus lusitanica* (Cas de la station forestière de Manjakatempo). Mémoire de fin d'étude. Département des Eaux et Forêts. Ecole supérieur des sciences agronomiques. Université d'Antananarivo, 78 p.

ANIREF., 2013. Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de Laghouat. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. <http://www.aniref.dz/monographies/ar/laghouat.pdf>

- Atakpama W., Kponor E. G. E., Kanda M., Dourma M., Nare M., Batawila K. & Akpagana K., 2014. *Moringaoleifera* L. (Moringaceae) : une ressource phytogénétique à usage multiple. *Revue Cames*, 2, 6-14.
- Bagnouls F. & Gaussen H., 1952. L'indice xérothermique. *Bulletin de l'Association des géographes français*, 222-223, 10-16.
- Bahmani M., Shirzad H., Majlesi M., Shahinfard N. & Rafieian-Kopaei M., 2014. A review study on analgesic applications of Iranian medicinal plants. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7, S43-S53.
- Bahmani B., Saki K., Asadbeygi M., Adineh, Saberianpour S., Rafieian-Kopaei M., Bahmani F. & Bahmani E., 2015. The effects of nutritional and medicinal mastic herb (*Pistacia atlantica*). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(1):646-653.
- Bahrani M.J., Yeganeh M & Heidari B., 2010. Distribution of *Pistacia mutica* Fisch. & Mey. as influenced by topographical factors and soil properties in mountain areas of western Iran. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 36 (1), 37-43.
- Barbault R., 1995. *Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité*. Edit Masson. 18 p.
- Barbero M., Bonin G., Loisel R. & Quézel P., 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. *Vegetatio*, 87 (2), 151-173.
- Bellakhdar J., 1997. *La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et sa-voirs populaires*. Paris, Ibis Press, 764 p.
- Belaskri A., Benhassaini H., Naimi W. & Rahoui S., 2012. Cellulosic and hemicellulosic fractions dosage of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* leaves in western Algeria. *Natural Product Research*, 27 (19), 1757-1763.
- Belaskri A., 2016. *A Multidisciplinary Approach for the Characterization of Pistacia atlantica Desf. subsp. atlantica Diversity In Northwest Algeria*. Thesis Doctorate in Sciences. Faculty of Nature and Life Sciences Djillali Liabes. University of Sidi Bel Abbes, 129 p.
- Belhadj S., 1999. Pistachio situation in Algeria. *Nucis Newsletter*, 8, 29-30.
- Belhadj S., 2001. Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. CIHEAM. XI^{ème} colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56, 107- 109.

Belhadj S., Derridj A & Aigouy T., 2007. Comparative morphology of leaf epidermis in eight populations of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf., Anacardiaceae). *Microsc. Res. Technol.*, 70 (10), 837–846.

Belhadj S., Derridj A & Auda Y., 2008. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Botany*, 86 (5), 520–532.

Bellefontaine R., Petit S. & Pain-Orcet M., 2001. Les arbres hors forêt : vers une meilleure prise en compte. *Cahier FAO, Conservation*, 35, 231 p.

Belem M. O., Yameogo J., Ouedraogo S. & Nabaloum M., 2017. Etude ethnobotanique de *Bosciasenegalensis* (Pers.) Lam. (Capparaceae) dans le département de Banh, Province du Loroum, au Nord du Burkina Faso. *Journal of animal & plant sciences*, 34 (1), 5390-5403.

Blandin P., 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. Ecol.*, 17 (4) : 215- 307.

Benabderrahmane M., Benali M., Aouissat H & Jordan Bueso M.J., 2009. Activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Pistacia atlantica* Desf. de l'Algérie. *Phytothérapie*, 7 (6), 304-308.

Benabadji N. & Bouazza M., 2002. Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'El Aricha (Oranie-Algérie). *Sci. Tech. Numéro Spécial- Constantine*. pp 11-19.

Benabid A & Fennane M., 1994. Connaissances sur la végétation du Maroc : phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. *Lazaroa*, 14, 21-97.

Benabid A., 1986. Grands écosystèmes naturels marocains, équilibre de fonctionnement, perturbation, préservation et restauration. *Grande encyclopédie du Maroc. Flore et Végétation*, Rabat, pp. 117-190.

Benabid A., 1988. Contribution à l'étude des groupements non forestiers du moyen Atlas central (Maroc). *Bull. Inst. Sci. (Rabat)* 12 : 79-98

Benaïssa M., 2011. Contribution à l'étude du comportement du genre *Pistacia* dans l'étage bioclimatique aride (Cas de la région de Naâma). Mémoire de Magister. Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 111p.

Benaradj A., 2010. Contribution à l'étude phyto-écologique du *Pistacia atlantica* Desf. *Atlantica* dans la région de Béchar (Sud-Ouest algérien). Mémoire de Magistère, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen. 147p.

Benaradj A., Bouazza M. & Boucherit H., 2012. Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest algérien). *Mediterranea, série de estudios biológicos, Epoca II*, 23, 66-89.

Benaradj A., Boucherit H., Hasnaoui O. & Bouazza M., 2013a. Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria). *Res. Rev. J. Bot. Sci.*, 2(4), 1-5.

Benaradj A., Bouazza M., Hasnaoui O & Boucherit H., 2013b. Floristic Diversity of the Stand to *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas of Bechar (Western Algeria). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4 (1), 1102-1111.

Benaradj A., Bouazza M & Boucherit H., 2015a. Phytodiversity the group to *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Bechar -Algeria). *Energy Procedia*, 74, 258–264.

Benaradj A., Bouazza M. & Boucherit H., 2015b. Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'Atlas saharien oranais (Bechar- Algérie). *Flora Mediterranea*, 25, 87-94.

Benaradj A., Boucherit H., Bouazza M. & Hasnaoui O., 2015c. Ethnobotanique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) auprès la population de Béchar (Algérie occidentale). *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 2(1), 139-146.

Benaradj A., 2017. Étude phytoécologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud Oranais (Sud-ouest algérien). Thèse de Doctorat en Foresterie, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 332 p.

Benkhniq O., Zidane L., Fadli M., Elyacoubi H., Rochdi A. & Douira A., 2011. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraa Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta Bot. Barc.* 53, 191-216..

Benhassaini H., Benabderahmane M. & Chikhi K., 2003. Contribution à l'évaluation de l'activité antiseptique de l'oléorésine et des huiles essentielles du pistachier de l'Atlas sur certaines souches microbiennes : *Candida albicans* (ATCC 20027), *Candida albicans* (ATCC 20032) et *Saccharomyces cerevisia*. *Ethnopharmacologia*, 30, 38-46.

Benhassaini H & Belkhodja M., 2004. Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre la survie et disparition. *La feuille et l'aiguille*, 54, 1-2.

Benhassaini H., Mehdadi Z., Hamel L & Belkhodja M., 2007a. Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest Algérien. *Sécheresse*, 18(3), 199-205.

Benhassaini H., Fetati A., Hocine A.K. & Belkhodja M., 2012. Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plant lets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16 (2), 159-165.

Références bibliographiques

- Benhassaini H., Mehdadi Z., Hamel L. & Belkhodja M., 2007. Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest Algérien. *Sécheresse* vol. 18, n° 3: 199-205.
- Bensouiah R., 2004. Pasteurs et agro-pasteurs de la steppe algérienne. Enquête sur la région de Djebel Amour. *Strates* [En ligne], 11 | 2004. <https://journals.openedition.org/strates/478>
- BNEDER., 2014. Analyse de l'aptitude à la culture de l'olivier des sols de la région de Laghouat. Bureau National d'études pour Le développement rural. 202 p.
- BNEDER, 2015. Etude portant sur le diagnostic écologique des peuplements du Pistachier de l'Atlas et proposition d'un plan d'action pour leur réhabilitation et leur extension. Direction générale des forêts, Rapport provisoire, phase 1, 291 p.
- Bordenave B. & Granville J.-J., 1998. Etat initial de la végétation forestière de la Montagne de Kaw, en Guyane. Rapport final, Contrat de consultance 9017 IRD/ONF : 48 pp .
- Bouchon J., 1979. Structure des peuplements forestiers. *Annales des sciences forestières*, vol.36.p. 175-209.
- Boudouaya M., Benhassaini H. & Bendimered-Mouri F., 2016. Évaluation de la durabilité naturelle du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du Nord de l'Algérie. *Bois et forêts des tropiques*, 325 (3), 49-58.
- Bonin G. & Tatoni Th., 1990. Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. *Ecol. Médit.*, 16, pp 403-414
- Boudy P., 1950. *Economie forestière Nord-africaine*. Tome 2, monographies et traitements des essences forestières. Larose (ed.), Paris, 878p.
- Boudy P., 1955. *Économie forestière Nord-africaine*. Tome 4, Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Maisonneuve et Larose (ed.), Paris, 483 p.
- Bouderbala R., 2012. Les dayas à *Pistacia atlantica* Desf des hautes plaines du sud Algérois (Messaad) : Ecologie, diversité floristique et valeur patrimoniale. Mémoire de Magister en Ecologie et environnement .université des sciences et de la technologie « houari boumediene »Alger.108p.
- Boudouaya M., Benhassaini H., Bendimered-Mouri F., Mothe F. & Fournier M. 2016. Évaluation de la variabilité de la couleur du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du nord de l'Algérie. *Bois et forêts des tropiques*, 2016, N° 330.

- Boumediene S., 2014. Etude de la pistacheraie de Sidi Makhoulouf (commune d'Ouled Brahim, wilaya de Saida), mémoire de Master. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 125p.
- Bozorgi M., Memariani Z., Mobli M., Surmaghi M., Shams-Ardekani M. & Rahimi R., 2013. Five Pistacia species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. The Scientific World Journal, Volume 2013, Article ID 219815, 33 pages
- Braun-Blanquet & De Bolos, 1957. Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. Ann. Estac. Exp. de Aula dei, Zaragoza, 5 (1/4), 266.
- Brousse G., 1974. Etude bibliographique sur la culture du pistachier. Polycopié, INAEI Harrach, 40p.
- Callaway R.M., 2007. Positive Interactions and Interdependence in Plant Communities. Springer. The Netherlands, 415 p.
- CCTA., 1963. Carte des sols de la wilaya de Laghouat. Commission de Coopération Technique en Afrique.
- Chaber L., 2011. Approche ethnobotanique de *Juniperus thurifera* L. Savoirs et usages du genévrier thurifère dans les Alpes du sud françaises. Association études populaires et initiatives, Centre pour l'échange, la documentation et la recherche ethnobotaniques, 40 p.
- Chaieb M., Floret C., Le Floc'h E. & Pontanier R., 1992. Life history strategies and water resource allocation in five pasture species of the Tunisian arid zone. Arid Soil Research and Rehabilitation, 6 (1), 1–10.
- Chenafi A., 2013. Cartographie et protection qualitative des eaux souterraines en zones arides, cas de Milok, Metlili Atlas saharien central (Laghouat, Algérie). Mémoire de Magister, IST Oran, 185p.
- Chikh M., 2011. Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naama - cas de Gaaloul. Mémoire d'ingénieur, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen, 115p.
- Chief R., 1982. Les plantes médicinales. Ed. Solor, 1982, pp. 235.

Références bibliographiques

- Chelli-Chaabouni A., Ben Mosbah A & Maalej M., 2010. In vitro salinity tolerance of two pistachio rootstocks: *Pistacia vera* L. and *P. atlantica* Desf. *Environmental and Experimental Botany*, 69 (3), 302–312.
- Daget P., 1977. Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, 34 (2) : 87-103.
- Dahmani M., 2011. Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. Mémoire de Magister, Université Oran 1, Ahmed Ben Bella (Université Es-Sénia).
- Dajoz R., 1971. Précis d'écologie. Dunod (éd.), Paris, 434p.
- Dajoz R., 2006. Précis d'Ecologie. Edit Dunod ,8ème édition. 218 p.
- Daneshrad A. & Aynehchi Y., 1980. Chemical Studies of Oil from Pistacia Nuts Growing Wild in Iran. *J.A.O.C.S.*, vol. 57, n. 8, pp. 248-249.
- Dagnelie P. & Rondeux J., 1971. La répartition des arbres s en catégories de grosseur : déciles de Jedlinski et distributions Log-normales. *Ann. Sei. For.*, 1971, 21 (3), 289-296
- Daoudi A., Boutou H., Ibijbijen J., Zair T. & Nassiri L., 2013. Etude ethnobotanique du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica*, dans la ville de Meknès, Maroc. *ScienceLib*, Editions Mersenne, 5, 131113.
- Debrach J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc médical*, 32-34, 1122-1134.
- Delazar A., Reid R.G. & Sarker S.D., 2004. GC-MS Analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* var. *mutica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 40 (1), 24-27.
- Delpech R., 2006. La phytosociologie. http://www.tela-botanica.org/page:menu_407
- Demelon, A., 1968. Principes d'Agronomie ». T II: Croissance des végétaux cultivés. Paris.
- Dervin, C., 1988 . Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? STATICF, INRA - INA. Paris, 75p.

DGF., 2004. Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la convention de lutte contre la désertification. Direction Générale des Forêts.34 p.

DSA., 2012. Direction des services agricoles wilaya de Laghouat. Statistiques.110 p.

Dutuit P., Pourrat Y & Dodeman V ., 1991 . Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELPUREF. John Libbey Eurotext. Paris 0 1991, pp. 6.5-73.

Ejrnaes R., 2000 - Can we trust gradients extracted by Detrended Correspondance Analysis. Journal of Vegetation Science, 11 : 565 - 572.

El Zerey-Belaskri A. & Benhassaini H., 2015.Morphological leaf variability in natural populations of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* along climatic gradient: new features to update *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* key. Int. J. Biometeorol., 60 (4), 577-589.

Emberger L., 1971. Travaux de Botanique et d'Ecologie. Masson et Cie (éd.). Paris, 520 p.

Evreinoff V. A., 1955. Le Pistachier. Etude pomologique. Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, 2 (7-9), 387-415.

Faouzi K., Rharrabti Y& Dardour M., 2015. Délimitation des peuplements du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) Dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. combine au S.I.G. Algerian journal of arid environment, 5 (1), 32-39.

Ferguson L., Sanden B., Grattan S. & al., 2005. The orchard. *Pistachio* rootstocks. In: Ferguson L., Beede R.H., Freeman M.W. et al. (eds.), Pistachio Production Manual, 4thEdition, Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, USA, pp. 67-73.

Fida A., 2008. Control of acetic acid fermentation by quorum sensing via Nacylhemoserine lactones in gluconacetobacter intermedium . Journal of bacteriology. Volume . 190. Issue : 7. Page : 25-46.

Gaumont L., 1930. Deux *Pemphigella* nouveau d'Afrique du Nord (Hem. APHIDAE). Bulletin de la Société entomologique de France, **18**.

Gaussen H., Leroy J.F&Ozenda P., 1982.Précis de Botanique. 2Les Végétaux Supérieurs, Ed. Masson, 2ème édition, p.579.

Références bibliographiques

- Gerchman Y. & Inbar M., 2011. Distinct antimicrobial activities in aphid galls on *Pistacia atlantica*. *Plant Signaling & Behavior*, 6 (12), 2008–2012.
- Ghaffari S.M., Shabazaz M & Behboodi B.S., 2003. Chromosome variation in *Pistacia* genus. *Options méditerranéennes, Série A, Séminaires méditerranéens* 63, 347-354.
- Ghalem R. B & Mohamed B., 2009. Essential oil from gum of *Pistacia atlantica* Desf.: Screening of antimicrobial activity. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(3), 87-91.
- Ghalem R. B. & Benhassaini H., 2007. Etude des phytostérols et des acides gras de *Pistacia atlantica*. *Afrique Science*, 3(3), 405–412.
- Ghedira K., 2003. *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (*Rhamnaceae*) : jujubier sauvage. *Phytothérapie*, 11, 149-153.
- Ghourri M., Zidane L., Houda E., Rochdi A., Fadli M & Douira A., 2012. Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville d'El Ouatia (Maroc Saharien). *Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2): 218-235.
- Giner-Larza E., Manez M & Recio S., 2001. Oleanonic acid, a 3-oxotriterpene from *Pistacia*, inhibits leukotriene synthesis and HAS anti-inflammatory activity. *J. Pharmacol.*, 428(1), 137-43.
- Golan-Goldhirsh A., Barazani O & Wang Z.S., 2004. Genetic relationships among Mediterranean *Pistacia* species evaluated by RAPD and AFLP markers. *Plant Syst. Evol.*, 246 (1-2), 9–18.
- Gorai M., Laajili W., Santiago L.S. & Neffati M., 2015. Rapid recovery of photosynthesis and water relations following soil drying and re-watering is related to the adaptation of desert shrub *Ephedra alata* subsp. *alenda* (Ephedraceae) to arid environments. *Environ. Exp. Bot.* 109, 113–121.
- Gounot M., 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson éd., Paris, 314 p
- Guenane H., 2017. Activités biologiques des extraits lipidiques des fruits du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla.
- Guillemot J., AïtOuali R. & Estorges P., 1972. Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000 de Laghouat. Institut du pétrole Algérien. Rapport collectif, 110 p

Griel A. E& Kris-Etherton P. M., 2006 .Tree nuts and the lipid profile: A review of clinical studies. Br. J. Nutr., 96, 68S–78S.

Haghdoost F., Baradaran M& Mahdavi M., 2013. *Pistacia atlantica* Resin Has a Dose-Dependent Effect on Angiogenesis and Skin Burn Wound Healing in Rat. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Article ID 893425, 8 p.

Hamdan I.I. & Afif F.U., 2004. Studies on the in vitro and in vivo hypoglycemic activities of some medicinal plants used in treatment of diabetes in Jordanian traditional medicine. Journal of Ethnopharmacology, 93 (1), 117–121.

Hannachi A., 1981. Relation entre aquifères superficiels et profonds : Hydrogéologie de la vallée d’oued M’Zi à l’Est de Laghouat. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, 121p.

Harfouche A., Chebouti-Meziou N & Chebouti Y., 2005. Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l’Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). Forêt méditerranéenne,26 (2), 135-142.

Hasnaoui O, Bouazza M, Thinon M. & Benali O., 2011. Etude ethnobotanique de *Chamaerops humilis* L. Var. *Argentea* André (Arecaceae) dans l’Ouest Algérien. Agricultural Journal, Vol 6. N 1 : 1-6.

Hashemnia M, Nikousefat Z.&Yazdani-Rostam M., 2015. Antidiabetic effect of *Pistacia atlantica* and *Amygdalus scoparia* in streptozotocin-induced diabetic mice.Comp. Clin. Path.,24 (6), 1301-1306.

Hessini K., Martínez J.P& Gandour M., 2009.Effect of water stress on growth, osmotic adjustment, cell wall elasticity and water-use efficiency in *Spartina alterniflora*. Environ. Exp. Bot, 67 (2), 312–319.

Huwez F.U & Al-Habbal M.J., 1986. Mastic in treatment of benign gastric ulcers. Gastroenterologia Japonica, 21 (3),273–274.

Ifticène-Habani N & Messaoudène M., 2016. Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l’Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie. Bois et forêts des tropiques, 329 (3), 3-15.

Ifticène-Habani N & Abdoun F., 2018. Croissance radiale et réponse au climat du pistachier de l’Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans le Parc national de Theniet El Had (Algérie). Bois et Forêts des Tropiques, 335, 3-13.

- Inbar M., 2008. Systematics of *Pistacia*: Insights from specialist parasitic aphids. *Taxon*, 57 (1), 238–242.
- IFN ., 2010. Evaluation et gestion des risques, Exemple des matériaux d’emballage à contact alimentaire, Lettre scientifique IFN n° 145 - juin 2010 ISSN 1629-0119
- Kaabèche M., 2005. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles « Oglet Ed daïra », wilaya de Naama (Algérie). Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005, 39 p.
- Kaabèche M., Moali A & Benkheira A., 2011. Guide des habitats, flore et faune des zones aride et saharienne d’Algérie. Altitude communication, 157 p.
- Kadi-Bennane S., Ait-Said S. & Smail-Saadoun N., 2005. Étude adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* (Ain Oussera - Messaad - Taïssa) par le biais du complexe stomatique. *Cahiers Options Méditerranéennes, Série A*, 63, 365-368.
- Kadi-Hanifi H., 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l’Algérie. *Sécheresse* n° 3, vol. 14 : 169-179.
- Kafkas S. & Kaska N., 1998. Suitability of some selected and fast growing *Pistacia atlantica* Desf. Types as pistachio nut rootstock. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 33, 185-190.
- Kafkas S., Kaska N., Perl-Treves R. et al., 2001. Monoecious *Pistacia atlantica* trees in the Yunt Mountains of Manisa province of Turkey. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56, 257-260.
- Karimi H.R. & Kafkas S., 2011. Genetic relationships among *Pistacia* species studied by SAMPL markers. *Plant Syst. Evol.*, 297 (3-4), 207–212.
- Karimi H.R & Kuhbanani A.M., 2015. The evaluation of inter-specific hybrid of *P. atlantica* × *P. vera* cv. ‘Badami Zarand’ as a pistachio rootstock to salinity stress. *J. Nuts*, 6 (2), 113–122.
- Karrouch L & Chahlaoui A., 2009. Bio-évaluation des eaux de l’oued Boufekrane (Meknès) Maroc. *Biomatec Echo*. vol 3 n°6, pp.6-17
- Kashaninejad M., Mortazavi A., Safekordi A & Tabil L.G., 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72 (1), 30–38.

Kaska N., 1994. The Pistachio in its traditional growing areas. CIHEAM-FAO, cours approfondi, production et économie des fruits secs, 17 p.

Kaska N., Caglar S & Kafkas S., 1996. Genetic diversity and germplasm conservation of *Pistacia* species in Turkey. In: Padulosi S., Caruso T. & Barone S. (eds). Workshop "Taxonomy, Distribution, Conservation and Uses of *Pistacia* Genetic Resources". IPGRI, Roma, 2,46-50.

Kawashty S.A., S.A.M. Mosharrafa, M. El-Gibali & N.A.M. Saleh, 2000. The flavonoids of four *Pistacia* species in Egypt. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28, 915-917.

Khaldi A & Khouja M.K., 1996. Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.). North Africa taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. In: Padulosi S., Caruso T. & Barone S. (eds). Workshop "Taxonomy, Distribution, Conservation and Uses of *Pistacia* Genetic Resources". IPGRI, Roma, 2,57-62.

Kokwaro J.O. & Gillett J.B., 1980. Notes on the *Anacardiaceae* of Eastern Africa. *Kew Bull.*, 34, 745–760.

Kordali S., Cakir A., Zengin H & Duru M.E., 2003. Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, 74, 164-167.

Kouyate A. M., 2005. Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali. Ph. D., Université de Gent, 190 p.

Kris-Etherton P. M., Hu F. B., Ros E & Sabate J., 2008. The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: Multiple potential mechanisms. *J. Nutr.*, 138, 1746S–1751S.

Le Houérou H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie de Lybie et du Maroc). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42(5), 1-624

Limane A., Smail-Saadoun N., Belkebir-Boukais A. & Kissoum-Ham dini K., 2014. Root architecture adaptation of *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* according to an increasing climatic and edaphic gradient: case of a north-south transect in Algeria. *Turkish Journal of Botany*, 38, 536-549.

Limane, A. 2018. Réponses architecturales racinaires et stratégies d'absorption hydrominérale chez *Pistacia Atlantica* en fonction d'un gradient d'aridité croissante : Cas d'un transect Nord-Sud en Algérie. (Thèse de doctorat ès sciences). Faculté des Sciences Biologiques et des

Sciences Agronomiques Spécialité : Sciences Biologiques université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.p244

Lombardini F., 2006. La typologie des subéraies varoises : un outil pour une rénovation forestière raisonnée. Association Syndicale Libre de Gestion Forestière de la Suberaie Varoise, Office National des Forêts (agence du Var), Centre Régional de la Propriété Forestière de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. 16p.

Louzabi S., Belhadj S., Merbah K & Bouragba -Brague N.,2020. Nouvelle observation de *Geoica mimeuri* (Gaumont 1930) et description de *Forda riccobonii* (Stefani 1899) sur *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology 2020 73, 145-157

Ludwig, F., Dawson, T.E., Prins, H.H.T., Berendse F., De Kroon, H. ,2004. Below-ground competition between trees and grasses may overwhelm the facilitative effects of hydraulic lift. Ecology Letters 7, 623-631

Lukovic J., Maksimovic I& Zoric L., 2009. Histological characteristics of sugar beet leaves potentially linked to drought tolerance. Ind. Crop. Prod., 30, 281–286.

Maestre F.T., J. Cortina, S. Bautista & J. Bellot, 2003.- Does *Pinus halepensis* facilitate the establishment of shrubs in Mediterranean semi-arid afforestations? For. Ecol. Manag., 176, 147-160

Maamri S., 2008. Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : dosage de lipides, dosages de polyphénols, essais antileishmaniens. Mémoire de magister, Université de Boumerdes, 141 p.

Maire R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Baconnier frères (ed.), Alger. 78 p.

Mallem H., Benrima A & Houyou Z., 2017.Etude floristique des parcours stéppiques des régions arides : effet de surpâturage, de l'ensablement et des labours (cas de la zone de mokrane wilaya de laghouat). Revue Agrobiologia (2017) 7(1): 334-345

Mansour Ch., 2011. Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naâma - cas de Gaaloul. Mémoire d'Ingénieur d'état en foresterie. Département des Sciences Agronomiques et Forestières Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 160p

McCune, B. & Mefford, M.J.M.,1999 - PC-ORD version 4. Multivariate Analysis Ecological Data. MJM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA.

- Mehdi-Tounsi H., A. Chelli-Chaabouni, D.Mahjoub-Boujnah & M. Boukhris, 2017. Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. *Agricultural Water Management*, 185, 1–12.
- Mhirit O., 1999. Mediterranean forests: Ecological space and economic community wealth. *Unasylva*, 50, 3-15.
- Mhirit O., Blérot P. & Benzyane M. et al., 1999. *Le grand livre de la forêt marocaine*. Mardaga (éd.), Sprimont (Belgique), 280 p.
- Michalet R., Brooker R.W., Cavieres L.A., 2006. Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities. *Ecology Letters*, 9 (7), 767-773.
- Mirzaie-Nodoushan H. & Arefi H.M., 2001. Variability in seed blankness in *Pistacia atlantica* Desf. in a natural habitat. *Plant genetic resources newsletter*, 127, 46-48.
- Mitchell J.D., 2004. Anacardiaceae. In Smith N., Mori S., Henderson A.A., Stevenson D.W., et Heald S.V. *Flowering plants of the Neotropics*. Princeton University Press, ed., Princeton, NJ. p. 1-616.
- Mosharaffa S.A.M., Kawashti S.A & Saleh N.A.M., 1999. Flavonoids of *Pistacia atlantica* (Desf.). *Bulletin of the National Research Center (Egypt)*, 24(2), 109-114.
- Monastra F., Rovira M & Vargas F.J., 1997. Isozyme characterization of different *Pistacia* species and their hybrids. Study of their performance as rootstocks for *Pistacia vera* L. *Options Méditerranéennes, série B, Etudes et recherches*, 16, 133-142.
- Monjauze A., 1967. Note sur la régénération du Bétoum, par semis naturels dans la place d'essais de Kef Lefaa, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, Tome 58/1967, Fascicules 3 et 4, pp.59-65
- Monjauze A., 1968. Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie ». *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N.* 56 : 1–127.

Références bibliographiques

- Monjauze A., 1980. Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. Rev. For. Fr., 4, 357-363.
- Monjauze A., 1982. Le pays des dayas à *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara Algérien. Rev. For. Fr., 4, 277-291.
- Musset R., 1935. Les régimes pluviométriques de la France de l'Ouest. Bulletin de l'Association de Géographes Français, 79, 68-71.
- Nahal I., 2004. La désertification dans le monde. Causes-Processus-Conséquences-Lutte. L'Harmattan (éd.), Paris, 166 p.
- Nasri H. & Shirzad H., 2013. Toxicity and safety of medicinal plants. J. Herb. Med. Pharmacol., 2 (2), 21-22.
- Nejabat M., M. Negahdarsaber & G. Ghahari., 2017. Range of soil and climate characteristics appropriate for *Pistacia atlantica* forest development and rehabilitation (case study: Fars province, Iran). Journal of Water and Land Development, 32 (1-3), 71-78.
- Nedjraoui D., 1990. Adaptation de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème de steppique. Thèse Doct. Uni. H. Boumedienne. Alger 240p.
- Nedjraoui D., 2003. Profil fourrager. Algérie. FAO, 30 p.
- Nedjraoui D & Bédrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte, Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement, 8 (1), <http://10.4000/vertigo.5375>
- Nemarundwe N., Ngorima G & Welford L., 2008. Cash from the commons : improving natural product value chains for poverty alleviation . Available at : 12 th biennial conference of the International Association for the Study of Commons (IASC).
- Niazi M.R., Habib G. & Siddiqui M.M., 1999. Nutrient composition and in-vitro digestibility of leaves of some wild and cultivated trees of Baluchistan (Pakistan) for ruminant livestock. Pakistan Journal of Forestry, 49(1-4), 69-74.
- Noumi Z., 2010. *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan en Tunisie présaharienne : structure du peuplement, réponses et effets biologiques et environnementaux,

Références bibliographiques

Thèse de doctorat en Sciences Biologiques -Ecologie évolutive, fonctionnelle et des communautés, FS de Sfax et Université de Bordeaux

Onay A., Cigdem I & Filiz A., 2005. *Pistacia vera* Pistacio. In: Litz R.E. (ed.), Biotechnology of fruit and nut crops. Biotechnology in Agriculture Series, CABI Publishing, 29,62–73.

ONS, 2014. Annuaire statistique de l'Algérie. Office national des statistiques, Résultats 2010-2012, 30, 467 p

ONM., 2018. Bulletins annuels des données climatiques de la station météorologique de Laghouat.

Ozenda P., 1964. Biogéographie végétale. Editions Doin. Paris. In: Revue Géographique de l'Est, tome 7, n4, 507 p

Ozenda P., 1986. La cartographie écologique et ses applications .Ed Masson et Cie .Paris.160p..

Ozenda P., 1977 : « Flore du Sahara ». 2ème Ed. CNRS. Paris, 622 p.

Ozenda P., 1983. Flore du Sahara. 2 éd. Centre national de la recherche scientifique. Paris, 622 p.

Paraschos S., Magiatis P& Mitakou S., 2007. In Vitro and In Vivo Activities of Chios Mastic gum Extracts and Constituents against *Helicobacter pylori*. Antimicrob. Agents Chemother., 51(2), 551-559.

Parde J & Bouchon J., 1988. Dendrométrie. 2ème édition Ecole national du génie rural des eaux et forêts.328 p.

Parfitt D & Badenes M.L., 1997. Phylogeny of the genus *Pistacia* as determined from analysis of the chloroplast genome. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, California, Davis, CA, 94 (15), 7987-7992.

Parvaiz A. & Satyawati S., 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants – a review. Plant soil environ., 54 (3), 89–99.

Références bibliographiques

- Peksel A., I.Arisan-Atac & R.Yanardag, 2009. Evaluation of antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities of the extracts of *Pistacia atlantica* Desf. Leaves. Journal of Food Biochemistry, 34, 451–476.
- Picchioni G.A., Miyamoto S. & Storey J.B., 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. J. Am. Soc. Hort. Sci., 115, 647–653.
- Poilecot P., 1996. La Reserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré (Niger) MH/E / WWF/ IUCN; 228 p.
- Pouget M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Travaux et documents de l'ORSTOM, 116, 555 p.
- Pourashouri P., Shabanpour B., Noori Hashem Abad Z & Zahiri, S., 2016. Antioxidant Effects of Wild *Pistacia* (*P. atlantica*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Green Tea Extracts on the Lipid Oxidation Rate of Fish Oil-in-Water Emulsions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16, 729-737.
- Pourreza M., Shaw J.D & H. Zangeneh., 2008.Sustainability of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Zagros forests, Iran. Forest Ecology and Management, 255, 3667–3671
- Parde J. & Bouchon J., 1988. Dendrométrie.2e édit. Nancy, école Nationale du génie rural,des eaux et forêts. 328 P.
- Quézel P., Ganisans J. et Gruber M., 1980. Biogéographie et mise en place des flores Méditerranéennes. Naturalia Monspeliensia: 41-51.
- Quézel P. & Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Centre national de la recherche scientifique (éd.), Paris, 611-612
- Quézel P. & Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S. 2 Vol, 1170p.
- Quézel P., Barbero M., Bonin G & Loisel R., 1980. Essai de corrélations phyto-sociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne. Natur. Montp., 89-10

Quézel P., Barbero M., Benabid A & Rivas M., 1992. Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc oriental .Rev.Stud.Bot.10/57-90.Salamanca.

Quézel P., Médail F., Loisel R.& Barbero M., 1999.Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Unasylva, 50, 21-28.

Quézel P., 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press (éd.), Paris, 117p.

Quézel P. & Médail F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Elsevier (éd.), 571 p.

Quezel P. ,1995. La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. - Ecol. Medit.20(1/2): 19-39

Rafieian-Kopaei M., 2012. Medicinal plants and the human needs. Journal of Herb. Med. Pharmacology, 1(1), 1–2.

Rafieian-Kopaei M.& Nasri H., 2014. The ameliorative effect of *Zingiber officinale* in diabetic nephropathy. Iranian Red Crescent Medical Journal, 16(5), e11324.

Rahbar S., Barzegari A.& Zununi S.,2016. Cyto/Genotoxic Effects of *Pistacia atlantica* Resin, a Traditional Gum. DNA and Cell Biology, 35 (6), 261–266.

Ramade F., 1984. Elément d'écologie :Ecologie fondamentale. Edit McGraw-Hill. Paris.197p.

Ramade F., 2003 - Elément d'écologie fondamentale. Ed. Dunod Paris 2003, 690 p.

Rankou H., M'sou S., Ait Babahmad R.A., Ouhammou A., Alifriqui M. & Martin G., 2018. *Pistaciaatlantica*. The Iucn red List of Threatened Species 2018: e. T193 65844 A11 7264678. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1 .RLTS .T1936 5844A117264678>.

Raunkiaer C., 1904. Biological types with references to the adaptation of plants to suave the unfavorable seas on. In Raunkiaer, 1934.

Raunkiaer C., 1934 . The life form of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press. pp.xvi. + 632 pp.

Rezaei P.F., Fouladdel S.& Hassani S., 2012. Induction of apoptosis and cell cycle arrest by pericarp polyphenol-rich extract of Baneh in human colon carcinoma HT29 cells. Food and Chemical Toxicology, 50, 1054–1059.

Rezaeyan S., Pourmajidian M.R., Jalilvand H.& Parsakhoo A., 2009. Growth parameters of *Pistacia atlantica* Desf. under different soil conditions in Iran. African Journal of Plant Science, 3 (9), 184-189.

Ritter M. R., da Silva T. C., Araújo E. L. & Albuquerque U. P.,2015., Bibliometric analysis of ethnobotanical research in Brazil (1988–2013). Acta Botanica Brasilica, 29(1): 113-119.

Rondeux J.,1978.L'estimation des ressources forestières en Belgique, méthodes et perspectives , in : inventaire forestier national .Joint meetings of l'UFRD groupe S4.02 and S4.04.Institut de ceratari si Amenajeri Silvice , Bucuresti (Romania),635 p.

Rondeux J., 1993.Mesures des arbres et des peuplements. Les presses Agronomiques de Gembloux.A.S.B.L,521p.

Saber-Tehrani M., M. Givianrad P& Aberoomand-Azar.,2012. Chemical Composition of Iran's *Pistacia atlantica* cold-Pressed oil. Journal of Chemistry,Article ID 126106, 6 p.

Salemkour N., Benchouk N., Nouasria D.,Kherief S.&Belhamra M.,2013. Effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de Laghouat (Algérie). Journal algérien des régions Arides, 12, 103-114.

Sauvage C., 1961.Recherches géobotanique sur les subéraies marocaines. Trav.Inst.Sci. Chérif. Bot., 21-25, 462 p.

Seigne, A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Dans : Techniques Agricoles et Productions Méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, pp. 137-141.

Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Université d'Alger, 219p.

Sepaskhah A.R. & Maftoun M., 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. J. Hort. Sci., 63 (1), 157–162.

- Shaheen N., Ajab M., Yasmin G. & Hayat M.Q., 2009. Diversity of foliar trichomes and their systematic relevance in the genus *Hibiscus* (*Malvaceae*). *Int. J. Agric. Biol.*, 11, 279–284.
- Shanjani M., Pazouki H., Avanzato P. & Ghaffari N., 2009. Analysis of the molecular variation between and within cultivated and wild *Pistacia* species using AFLPs. *Tree Genetics Genomes*, 5, 447–458.
- Sifi I., Dzoyem J.P. & Ouinten M.L., 2015. Antimycobacterial, antioxidant and cytotoxic activities of essential oil of gall of *Pistacia atlantica* Desf. from Algeria. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12 (3), 150-155.
- Sifi I. & Yousfi M., 2019. Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de galles du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) en Algérie. *Phytothérapie*, 10.3166/phyto-2019-0182.
- Soleilhavoup F., 2011. Microformes d'accumulation et d'ablation sur les surfaces désertiques du Sahara. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, 173-186.
- Stefani A., 1899. Sommario analitico della flora di Rovereto, in «Atti della I.R. Accademia di scienze, lettere ed arti degli Agiati in Rovereto» (ISSN: 1123- 8046), s. 3 v. 5/3-4 (1899), pp. 253-473.
- Stern B., Heron C. & Corr L., 2003. Compositional variations in aged and heated *Pistacia* resin found in late Bronze Age Canaanite amphorae and bowls from Amarna. *Egypt Archaeometry*, 45, 457-469.
- Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 59 (1-4), 23-36.
- Sylvain G., 1996. Dendrométrie des Peuplements. *BTSA Gestion Forestière. Module D42*. 66p
- Taïbi A.N., 1997. Le piémont sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie), apport de la télédétection satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Thèse de Doctorat, Université Denis Diderot, Paris VII, 310 p.
- Taïbi A.N., Kemmouche A. & Parrot J.F., 1999. Détermination des dynamismes d'évolution morphologique et végétale combinées des dayas du piedmont sud de l'Atlas saharien (Algérie) par télédétection. *Sécheresse*, 10 (1), 63-67.

Tassou C.C. & Nychas G.J.E., 1995. Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (*Pistacia lentiscus* var. *chia*) on gram positive and gram negative bacteria in broth and model. Int. Biodeter. Biodegradation, 36, 411-420.

Terras M., 2011. Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie). Thèse de doctorat en sciences de l'Agronomie et des Forêts. Département des Sciences d'Agronomie et des Forêts. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 205p.

Thinon M., Ballouche A. & Reille M., 1996. Holocene vegetation of the central Saharan mountains: the end of a myth. Holocene, 6(4), 457-462.

Tongway D.J. & Hindley N., 2004. Landscape Function Analysis: Procedures for Monitoring and Assessing Landscapes with Special Reference to Mine sites and Rangelands. CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia, pp. 14-51.

Touffet J., 1982. Dictionnaire essentiel d'écologie- Ouest- France. Renne. 108P.

Trabut, L., 1889. Etude sur l'Alfa (*Stipa tenacissima*). 90 p., A. Jourdan Ed., Alger. 112 p., XXII pl.

Trabut L., 1935. Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. Alger, flore du Nord de l'Afrique. Coll. du centenaire de l'Algérie. Carbonel (éd.), Alger, 235 p.

Trouilhé M.C, 2006. Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation. Thèse de doctorat écologie des systèmes aquatiques Continentaux. Univ, Poitiers. 71 p.

Trubat R., Cortina J. & Vilagrosa A., 2006. Plant morphology and root hydraulics are altered by nutrient deficiency in *Pistacia lentiscus* L. Trees, 20, 334–339.

Tzakou O., Bazos I. & Yannitsaros A., 2007. Volatile metabolites of *Pistacia atlantica* Desf. from Greece. Flavour Fragrance J., 22, 358–362.

- Upreti Y., Poudel R.C., Shrestha K.K., Rajbhandary S., Tiwari N.N., Shrestha U.B. & Asselin H., 2012. Diversity of use and local knowledge of wild edible plant resources in Nepal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8: 16.
- Vargas F.J., 1990. Nuts in Spain: Almond, hazelnut, walnut and pistachio. In: Menini, U.G., Olez, H., Büyükyilmaz, M. & Ozelkök, S. (eds). *Nut Production and Industry in Europe, Near East and North Africa*, FAO REUR & MAFRA, Technical Series, 13, 255-280.
- Walker R., Torokfalvy E.& Behboodan M.H., 1987. Uptake and distribution of chloride, sodium, and potassium, ions and growth of salt treated pistachio. *Australian Journal of Agriculture Research*, 38, 383–394.
- Walker R.R., Törökfalvy E.& Behboodan M.H., 1988. Photosynthetic rates and absolute partitioning in relation to growth of salt-treated pistachio plants (*P. veracv. Kerman*). *Aust. J. Plant Physiol.*, 15, 787–798.
- White F., 1986. *La Végétation de L'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Recherches sur les ressources naturelles*. Orstom – Unesco (éds.), Paris, 384 p.
- Wool D., 2004. Gallings aphids: Specialization, biological complexity, and variation. *Ann. Rev. Entomol.*, 49, 175–192.
- Wildi W., 1983. La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 24 (3), 201-297.
- Yaaqobi A., L. El Hafid & B. Haloui, 2009. Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc. Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Département de Biologie. Faculté des sciences, Université Mohamed I, Oujda (Maroc). *Biomatec Echo*, Volume 3, Number 6, 39 – 49
- Yahia K., 2011. Etude de la dynamique spatio-temporelle de *Pistacia atlantica* Desf, *Thèse. Mag. USTHB*. Alger. 106p.
- Younesse G & Saporta G, 2004. Une méthodologie pour la comparaison des partitions. *Revue de statistique appliquée*, tome 52 n 1 : 97-120.
- Yousfi M., Nadjemi B., Belai R., Ben Bertal D & Palla G., 2002. Fatty acids and sterols of *Pistacia atlantica* fruit oil. *JAM. oil chem. Soc* 79:1049-1050.

Références bibliographiques

Yousfi A.,Nedjemi B.,Belal R. et Ben Bertal D., 2003. Étude des acides gras d'huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien. Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 10 (5-6), 425-7.

Zaafouri M.S. & Chaieb M., 1999. Arbres et arbustes de la Tunisie méridionale menacés d'extinction. Acta Botanica Gallica, 164(4), 361-373.

Zareb A., Smail-Saadoun N.& Rezki-Sekhi L., 2016. Endophytic fungi of leaf of Atlas pistachio of Dayate Aiat (Laghouat, Algeria).Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires méditerranéens, 119, 155-158.

ZarebA.,LehadiL.,Rezki-SekhiL.,Boubrima A.&Smaïl-Saadoun N., 2018.Contribution á la recherche de mycoendophytes foliaires chez *Pistaciaatlantica* Desf. De dayate Saadi (Hassi delaa, Laghouat, Algérie).Revue Agrobiologia, 8(2), 1021-1026.

Ziane N., 2014. Contribution à l'étude de l'activité hypoglycémiant des extraits de *Pistaciaatlantica* Desf. de la réserve nationale d'El Mergueb (M'sila), Algérie. Thèse de Magister en Biologie et Physiologie Végétale. Université Ferhat Abbas Sétif, 80 p.

Zohary M., 1952. A monographic study of the genus *Pistacia*. Palestine J. Bot., 5, 187-228.

Zohary D. 1995. Olive. *Olea europaea* (oleaceae) In: Smartt J. and Simmonds N.W.n(eds), Evolution of Crop-Plants, Longmans, London. p: 279-382

Annexes

Annexe 1

Questionnaire d'enquête ethnobotanique sur *Pistacia atlantica* auprès des populations locales, herboristes et tradipraticiens , réalisé par N.Guelmani et R.Meddour

N° : Date :
Nom et Prénom (ou abréviation) de l'informateur.....

1. Informateur :

Sexe :

Femme

Homme

Age : ans

Niveau d'instruction :

Analphabète

Primaire

Moyen

Secondaire

Universitaire

Profession :

Sans travail

Femme au foyer

Etudiant

Retraité

fonctionnaire

Commerçant

Paysan

Pasteur

Profession libérale

salarié

Autre (précisez):

Situation familiale : Célibataire Marié

Lieu de résidence :

Commune : Village :

.....Localité.....

..

Origine de ses connaissances ethnobotaniques :

Savoir familial

Livres

Herboriste

Guérisseur

Media, internet

Autre

précisez :

.....
.....

2- Identité vernaculaire:

Nom arabe arbre :

Nom berbère arbre :

Nom arabefruit:

Nom berbèrefruit:

3-Usages de la plante en médecine traditionnelle :

Thérapeutique

Alimentaire

Artisanal

Vétérinaire

Tinctorial

Ornemental

7-Mode d'administration :

Interne Externe

Oral

Massage

Rinçage

Autres Précisez :.....

8- Posologie: nombre de prises par jour :

Une fois /jour

2 fois/jour

3fois/jour

Autres

9-Durée d'utilisation (durée de traitement) :

Un jour

Une semaine

Un mois

Jusqu'à guérison

Autres

10-Diagnostic :

Lui-même

Médecin

Herboriste (achab)

Autres

11- Types maladies :

- Maladies dutube digestif Précisez :.....
Maladies de la peau Précisez :.....
- Maladies respiratoires Précisez :.....
- Maladies cardio-vasculaires Précisez :.....
- Maladies génito-urinaires Précisez :.....
- Maladies ostéo-articulaires Précisez :.....
- Maladies neurologiques Précisez :.....

12- Résultat :

- Guérison
- Amélioration
- Inefficace

14- effets secondaires ? Oui Non

Si oui,
Lesquels ?.....

13- Toxicité :

- Toxique :
(Précisez Humains, animaux domestiques, animaux sauvages)
- Mortelle
- Non toxique

Annexe 2 . Répartition biogéographique des espèces des 52 dayas de Laghouat, TB,
 Type biologique ; T, Thérophytes ; P, Phanérophytes ; C, Chaméphytes ; H,
 Hémicryptophytes ; G, Cryptophytes (géophytes).

Espèces endémiques :

Nom scientifique	Famille	Type biologique
<i>Astragalus armatus</i>	Fabacées	C
<i>Euphorbia calyptrata</i>	Euphorbiaceae	T
<i>Stipagrostis obtusa</i>	Poaceae	H
<i>Thymelaea microphylla</i>	Thymelaeaceae	C
<i>Ammosperma cinereum</i>	Brassicaceae	T

Espèces méditerranéennes :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Medicago polymorpha</i>	Fabacées	T
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnaceae	P
<i>Erodium triangulare</i>	Geraniaceae	T
<i>Hordeum vulgare</i>	Poaceae	T
<i>Ruta chalepensis</i>	Rutaceae	H
<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllaceae	C
<i>Leontodon saxatilis</i>	Astéracées	H
<i>Reichardia tingitana</i>	Astéracées	T
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllacées	H
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacées	T
<i>Pimpinella anisum</i>	Apiacées	T
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	H
<i>Podospermum laciniatum</i>	Astéracées	H

Espèces paléo tempérées :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	T

Espèces eurasiatiques :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulacées	H
<i>Malva parviflora</i>	Malvacées	T

Espèces cosmopolites :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidacées	T
<i>Silybum marianum</i>	Astéracées	H
<i>Sonchus arvensis</i>	Astéracées	H
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	H

Espèces plurirégionales :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	T
<i>Triticum repens</i>	Poaceae	G
<i>Avena sterilis</i>	Poaceae	T
<i>Triticum aestivum</i>	Poaceae	T
<i>Matricaria recutita</i>	Astéracées	T

Espèces saharo-sindien-méditerranéennes :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Rumex vesicarius</i>	Polygonacées	T
<i>Launaea resedifolia</i>	Astéracées	T
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvacées	T
<i>Orobanche cernua</i>	Orobanchaceae	G

Espèces saharo-méditerranéennes :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Hammda scoparia</i>	Amaranthaceae	C
<i>Echium horridum</i>	Borraginacées	T
<i>Echium humile</i>	Borraginacées	T
<i>Helianthemum lippii</i>	Cistaceae	H

Espèces saharo-sindiennes :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Poaceae	H
<i>Plantago ciliata</i>	Plantaginaceae	T
<i>Cleome arabica</i>	Capparidacées	C
<i>Fagonia glutinosa</i>	Zygophyllaceae	C

Espèces ibéro-mauritaniennes :

Nom scientifique	Famille	TB
<i>Onopordum macracanthum</i>	Astéracées	H
<i>Stipa tenacissima</i>	Poaceae	H
<i>Santolina africana</i>	Astéracées	C

Annexe 3 : Superficie et distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare

Nom de Dayas	Nombre d'arbre	Superficie (ha)	la densité (nombre de tiges/ha)
Magrounat 1	17	11,2	190,4
Raysa	26	3,32	86,32
Kayed	11	3	33
Mansoura	9	7,9	71,1
Khaled	110	24	2640
Ben Terbeh	52	12	624
Saadi	25	6,8	170
Oum Rzaime	15	6,3	94,5
Timzghit	19	5,2	98,8
Bouezara	51	9	459
Magrounat 2	13	6,9	89,7
Marfouaa	18	4,3	77,4
Bouti	12	8,8	105,6
Abdelkader Bouchoucha	13	4	52
Hairech	11	3,5	38,5
Hneya	8	6,6	52,8
Hejaj	13	7	91
Bounoua	37	10,3	381,1
Tilghimt	160	68	10880
Belil	18	6,3	113,4
Smahi	20	3,6	72
Ayyat	20	3,5	70
Boumousi	9	1,7	170,1
Legrar 1	27	6,3	170,1
Lihoudi	20	4,4	88
Gouffa	67	11,7	783,9
Legrar 2	25	3,4	85
Lelmaya 1	26	6,9	179,4
Lelmaya 2	24	5,3	127,2
Soltan	28	4,4	123,2
Boulehya	54	5	270
Zatacha	30	30	900
Baguira 1	7	11	77
Baguira 2	8	3,1	24,8
Gatte	10	7,1	71
Talmzane	13	25,6	332,8
Tinsafine	48	17,6	844,8
Sidi Bouzid	72	13	936
Rass Mabzoug	34	43,7	1485,8
Dakhla	12	4,3	51,6
Kebala	18	9,5	171
Saadia	64	5,4	345,6
Ajal	15	2,4	36
Bouzidi	30	2,3	69
Latrech	9	14,5	130,5
Bsibisa	11	37,4	411,4
Lakhal	80	17,2	1376
Terkalal	22	3,9	85,8
Hotaiba	14	3,2	44,8
Boukhalkhal	29	2,5	72,5
Terfas	38	15,3	581,4
Bouziane	42	6,9	289,8

Annexe 4 : Distribution des surfaces terrière.

Nom de Dayas	la surface terrière/daya	la surface terrière (m2/ha)
Magrounat 1	0,173	3,42
Raysa	0,429	8,44
Kayed	0,228	4,42
Mansoura	0,246	4,82
Khaled	0,212	4,22
Ben Terbeh	0,453	9,05
Saadi	0,273	5,43
Oum Rzaime	0,406	8,04
Timzghit	0,255	5,02
Bouezara	0,264	5,23
Magrounat 2	0,125	2,41
Marfouaa	0,301	6,03
Bouti	0,255	5,02
Abdelkader Bouchoucha	0,237	4,62
Hairech	0,188	3,62
Hneya	0,204	4,02
Hejaj	0,041	0,82
Bounoua	0,264	5,31
Tilghimt	0,22	4,42
Belil	0,204	4,1
Smahi	0,196	3,94
Ayyat	0,151	3,03
Boumoussi	0,196	3,94
Legrar 1	0,158	3,17
Lihoudi	0,204	4,1
Gouffa	0,246	4,94
Legrar 2	0,013	0,26
Lelmaya 1	0,395	7,94
Lelmaya 2	0,341	6,86
Soltan	0,22	4,42
Boulehya	0,362	7,28
Zatacha	0,373	7,5
Baguira 1	0,138	2,77
Baguira 2	0,119	2,39
Gatte	0,406	8,16
Talmzane	0,085	1,71
Tinsafine	0,204	4,1
Sidi Bouzid	0,273	5,49
Rass Mabzoug	0,301	6,05
Dakhla	0,321	6,45
Kebala	0,166	3,33
Saadia	0,352	7,08
Ajal	0,292	5,87
Bouzidi	0,196	3,94
Latrech	0,173	3,48
Bsibisa	0,173	3,48
Lakhal	0,321	6,45
Terkalal	0,362	7,28
Hotaiba	0,292	5,87
Boukhalkhal	0,331	6,65
Terfas	0,08	1,6
Bouziane	0,237	4,76

Annexe 5 : Exemples de plantes inventoriées dans la zone de Laghouat



Peganum harmala

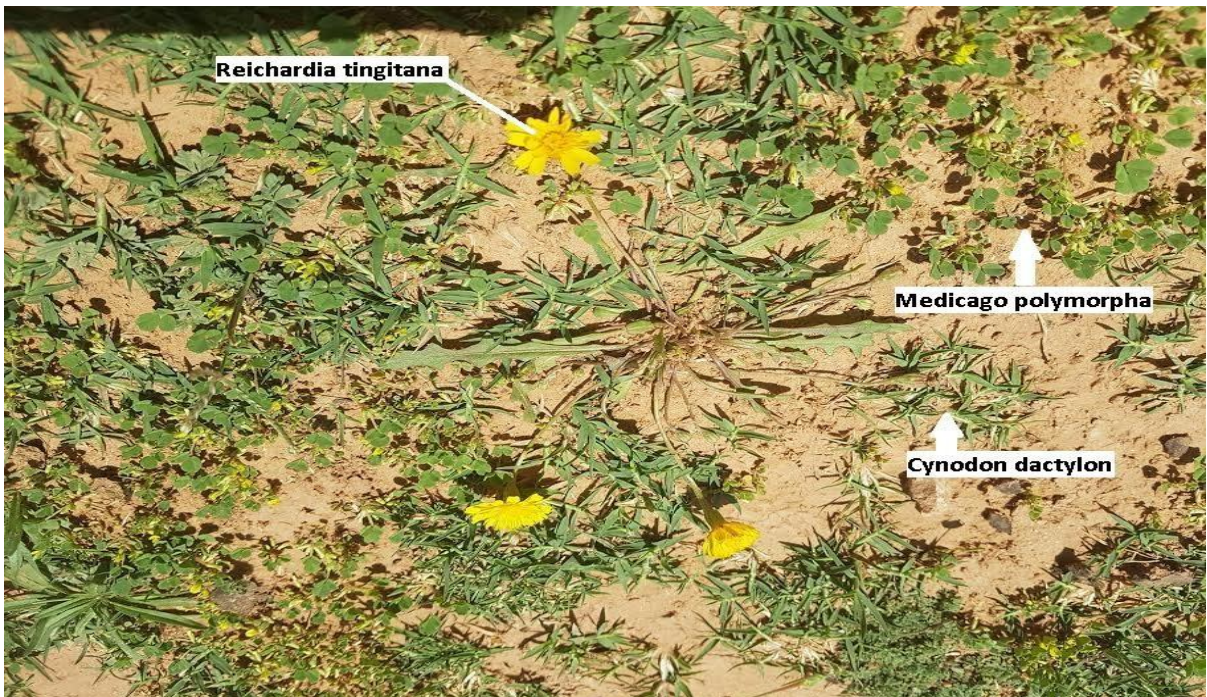


Plantago lagopus

Annexes

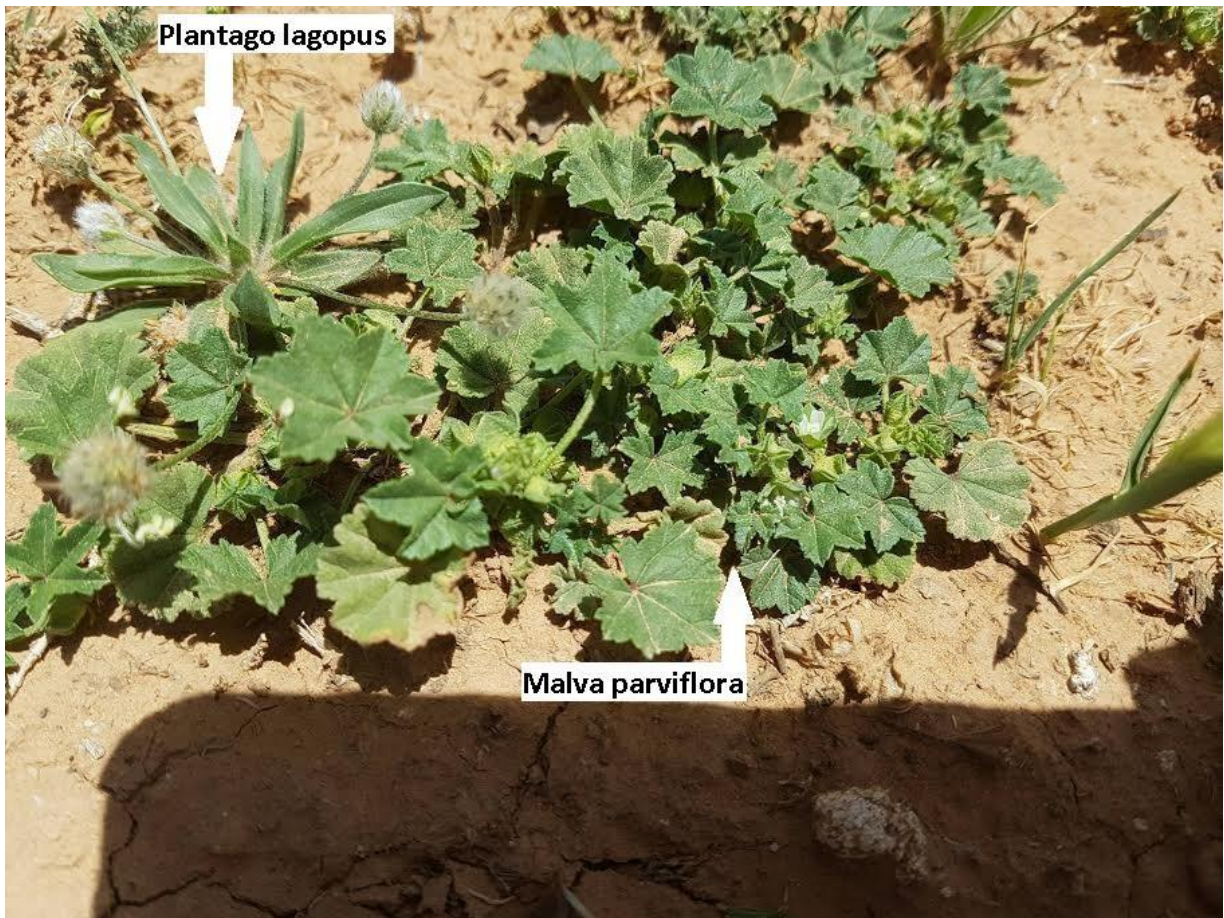


Santolina africana





Silybum marianum



Stipa tenacissima



Fagonia glutinosa



Ruta chalepensis



Rumex vesca

Annexes



Paronychia argentea



Astragalus armatus



Echium horridum



Hammada scoparia



Orobanche cernua

Article



Phytoecology of the Atlas Pistachio (*Pistacia Atlantica* sub sp. *Atlantica*) in the area of Laghouat (Algeria)

Naima Guelmani and Rachid Meddour

Department of Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University UN1501. Tizi-Ouzou. Algeria
E-mail: naima_hesnaoui@yahoo.fr

Abstract: The present work aims to study the floristic and ecological formations of *Pistacia atlantica* in the dayas of the wilaya of Laghouat phytoecological approach. One of the essential characteristics of the vegetation of this area is great plant diversity. The pistachio tree of the Atlas (*Pistacia atlantica*) is a very hardy xerophilous tree with great amplitude vis-à-vis the climatic factors not affected by the long periods of drought. The floristic inventory carried out has allowed us to identify 45 taxa, divided into 24 families and 40 genera. Systematically, the Asteraceae and Poaceae are the best represented, 20% of the floristic richness. The biological analysis shows the importance and predominance of therophytes on the other forms, this predominance is characteristic of the vegetation of arid regions which are adapted to the Saharan and steppe environment. From the biogeographic analysis, it emerges the predominance of the Mediterranean element. The numerical analysis, by the use of the analysis of the relaxed correspondences (DCA) and the ascending hierarchical classification (CHA), allowed us to individualize two floristic sets as well as the ecological factors which govern their distribution.

Keywords: Laghouat, *Pistacia atlantica* formation, Numerical analysis, Ecology, Phytodiversity

The pistachio tree of the Atlas presents many interests at the ecological level as a protector of the pastoral steppe, soil preserver and air conditioner. Due very powerful root system, it can participate in the fixation of soils. Leaves constitute a good fodder for the feeding of the livestock. These trees as have nutritional values that can be used as fodder for ruminants. For several decades the natural resources of the steppe space (soil, water, vegetation) have suffered severe degradation due to the combined effects of an increasing human and animal pressure and an aggravating drought on these ecosystems (Bouderbala 2012). The study of the vegetation concerns the description of the groups and their stationary conditions. The day as of Laghouat are characterized by tree vegetation represented by the Pistachio of the Atlas, a shrub vegetation represented by the wild Jujubier and a herbaceous vegetation.

The climate through its various factors (temperature, rainfall, wind) plays a determining role and intervenes in a decisive way on the growth and distribution of plants (Dahmani 2011). The temporal variation of monthly rainfall shows that the total rainfall is very irregular from one month to another. In Laghouat, the driest month is represented by July (5.6 mm) and the rainiest month is September with 22.8 mm. Temperature is a limiting factor of primary importance, as it conditions the distribution of species and communities of living beings in the biosphere (Ramade 1984). In Laghouat the coldest months are December, January and February, with minimum temperatures below 4°C. The hottest are June,

July and August, with maximum temperatures ranging from 35.44 to 39.23°C. The average maximum temperature reaches 39.23°C in July, the hottest month. On the other hand, in January, the coldest month, the average minimum temperature is 2.15°C. In the region of Laghouat, Salemkour et al (2013) had collected 66 species in the stations of El Houaita, Sidi Bouzid and Gueltet Sidi Saad. These authors made a comparative study of the floristic characteristics between free rangelands. This work on *Pistacia atlantica* is part of the preservation and conservation of this tree and to present the state of the flora of this important pastoral region (Laghouat), in order to appreciate its phytodiversity, as a model of highland area.

MATERIAL AND METHODS

Study region: Due to its geographical position and climatic characteristics, the wilaya of Laghouat is part of the pastoral wilayas of the country, as well as the wilayas of the South (ANDI 2013). Laghouat, a former oasis, became chief town of wilaya in the administrative division of 1974 (Benblidia et al 2006). With an area of 25052 km², the wilaya of Laghouat is located 400 km as the crow flies in the south of Algeria of the Mediterranean coast (Aniref 2013). It is bounded to the north, by the wilaya of Tiaret, to the east, by the wilaya of Djelfa, to the south, by the wilaya of Ghardaïa, to the west, by the wilaya of El Bayadh (Fig. 1).

Prospecting methods: Several field missions were organized in the different zones of Laghouat. The study of

vegetation and natural environment are defined by several types of sampling, the one chosen for our study is the subjective sampling (Braun-Blanquet and De Bolos 1957). The surveys are carried out in physiognomically homogeneous areas. The floristic surveys were carried out on 100 m² plots.

The surface of 100 m² seems sufficiently representative of the minimum area in our study area (Benabadi and Bouazza 2002, Hasnaoui et al 2011). The sampling work was distributed in the field at the 52 sites. The coordinates of each site were noted using a GPS receiver. The 52 sites surveyed are located in the municipalities of Hassi Delaa, Ksar El Hiran, Kheneg, Ben Nacer Ben Chohra, Hassi R'mel, Ain El Madhi, Tadjrouna, Laghouat, Aflou and El Houita (Table 1, Fig. 2).

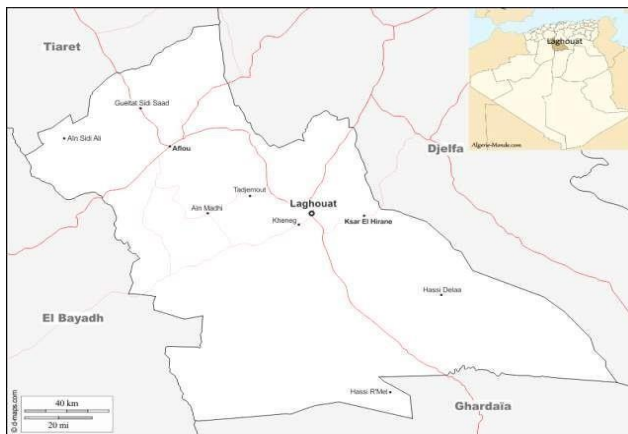
Data analysis: The numerical processing consists of factorial correspondence analysis (FCA) and detached

correspondence analysis (DCA), followed by hierarchical ascending classification (HAC).

RESULTS AND DISCUSSION

The evaluation of the flora of Laghouat, was based on three main parameters: the biological, taxonomic and biogeographical diversity of the pre-Saharan and steppe ecosystems within the groups of *P. atlantica*. The flora encountered in the 52 days of Laghouat presents a diffuse spatial distribution, considering the surface, but very diversified: 45 species belonging to 40 genera and 24 families. Salemkour et al (2013) in the regions of El-Houaita, Sidi Bouzid and Gueltet Sidi Saad (wilaya of Laghouat) observed 66 species belonging to 21 families. Mallem et al (2017) collected in the region of Mokrane (wilaya of Laghouat) 30 species belonging to 29 genera and 14 families. The floristic richness is variable according to the different days, the highest is observed in the days of Tilghimt (Ayyat and Smahi). It is low in the days of Ajal, Saadia and Bouzidi with 03, 04 and 05 species. The flora of Laghouat reveals an unequal distribution of species between families: 06 families share alone more than 57% of species, while 18 families share the remaining 43%, where most are represented by only one taxon. Poaceae and Asteraceae contain 20% each and are the best represented. Malvaceae, Boraginaceae, Zygophyllaceae and Plantaginaceae contain 4.44% each. The other families Geraniaceae, Euphorbiaceae, Polygonaceae, Rutaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Capparidaceae, Convolvulaceae, Papaveraceae, Orobanchaceae, Cistaceae, Thymelaeaceae, Oxilidaceae, Caryophyllaceae and Apiaceae with 2.22% each (Fig. 3). This floristic diversity is related to the diversity of climates, geomorphology, nature of soils and anthropic action (Benaradj et al 2012). The Asteraceae family is the most dominant in the days with 09 species identified Poaceae are also well present on the wilaya's rangelands with a group of 8 species. Among the Fabaceae, the 2 species inventoried are *Astragalus armatus*, *Medicago polymorpha*, among the Malvaceae inventoried (*Malva parviflora*, *Malva aegyptica*) and Zygophyllaceae (*Fagonia glutinosa*, *Peganum harmala*) (Table 2).

The days of the communes of Hassi Rmel and Ksar El Hiran are the richest compared to other communes knowing that these days are plowed for a long time, which has favored the development of annual plants such as *Rumex vesicarius*, *Papaver rhoeas*, *Medicago polymorpha*, *Matricaria recutita* and *Avena sterilis* and perennials such as *Triticum repens*, *Malva parviflora*, *Echium humile*, *Ruta chalepensis* and *Reichardia tingitana*, namely the days of Tilghimt, Belil, Soltane, Boulehya, Zatacha, Baguira 1 and



Source: d-maps.com

Fig. 1. Geographical location of the wilaya of Laghouat



Source: Photo taken on Google Earth

Fig. 2. Location of floristic surveys conducted in the Laghouat area

Table 1. Location of the day as where the samples are taken

No. of the daya	Daya's name	Longitude	Latitude	Municipalitie
P4	Magrounat	33°28'54.30"N	3°30'57.36"E	Hassi Delaa
P5	Raysa	33°28'54.30"N	3°30'57.36"E	Hassi Delaa
P1	Kayed	33°32'15.17"N	3°33'46.87"E	Ksar El hiran
P6	Mansoura	33°37'12.48"N	3°10'5.80"E	Hassi Delaa
P2	khaled	33°32'15.04"N	3°21'36.13"E	Ksar El hiran
P7	Ben terbeh	33°37'4.40"N	3° 8'54.54"E	Hassi Delaa
P8	Saadi	33°31'20.77"N	3°33'19.54"E	Hassi Delaa
P34	Oum rzaimé	(33°43'9.04"N	2°17'23.16"E	Kheneg
P27	Timzghit	33°31'6.99"N	2°56'23.93"E	Ben nacer ben chohra
P9	Bouezara	33°29'39.12"N	3°28'8.92"E	Hassi Delaa
P10	Magrounat 2	33°28'54.30"N	3°30'57.40"E	Hassi Delaa
P11	Marfouaa	33°29'55.70"N	3°32'2.82"E	Hassi Delaa
P12	Bouti	33°29'58.00"N	3°33'18.70"E	Hassi Delaa
P13	Abdelkader Bouchoucha	33°32'11.62"N	3°30'46.37"E	Hassi Delaa
P14	Hairech	33°29'59.36"N	3°32'39.59"E	Hassi Delaa
P15	Hneya	33°19'13.27"N	3°25'7.97"E	Hassi Delaa
P16	Hejaj	33°18'22.82"N	3°26'40.55"E	Hassi Delaa
P17	Bounoua	33°17'52.33"N	3°25'48.92"E	Hassi Delaa
P20	Tilghimt	33° 9'17.57"N	3°20'53.33"E	Hassi R'mel
P21	Belil	33°13'59.71"N	3°15'15.19"E	Hassi R'mel
P28	Smahi	33°30'37.07"N	2°59'32.01"E	Ben nacer ben chohra
P29	Ayyat	33°31'23.08"N	2°56'52.42"E	Ben nacer ben chohra
P38	Boumousi	33°30'41.19"N	2°14'35.57"E	Ain Madhi
P39	Legrar 1	33°28'31.47"N	2°13'42.39"E	Ain Madhi
P35	Lihoudi	33°38'59.19"N	2°33'33.40"E	Kheneg
P40	Gouffa	33°29'31.30"N	2°13'23.91"E	Ain Madhi
P41	Legrar 2	33°28'3.35"N	2°13'31.63"E	Ain Madhi
P45	Lelmaya 1	33°28'36.59"N	2° 2'16.23"E	Tadjrouna
P46	Lelmaya 2	33°27'1.88"N	2° 3'21.99"E	Tadjrouna
P22	Soltan	33°14'18.58"N	3°18'34.00"E	Hassi R'mel
P23	Boulehya	33°11'42.87"N	3°14'59.57"E	Hassi R'mel
P24	Zatacha	33°10'19.23"N	3°18'49.27"E	Hassi R'mel
P25	Baguira 1	33°13'14.83"N	3°14'49.37"E	Hassi R'mel
P26	Baguira 2	33°12'43.45"N	3°13'5.11"E	Hassi R'mel
P51	Gatte	33°43'22.43"N	2°53'43.49"E	Laghouat
P30	Talmzane	33°38'42.53"N	2°55'47.89"E	Ben nacer ben chohra
P31	Tinsafine	33°38'25.43"N	3° 2'46.46"E	Ben nacer ben chohra
P52	sidi bouzid	34°11'42.77"N	2°10'10.97"E	Aflou
P37	Rass mabzoug	33°30'7.74"N	2°24'27.27"E	El Houita
P47	Dakhla	33°21'34.87"N	2° 1'16.04"E	Tadjrouna
P3	Kebala	33°51'13.94"N	3°12'8.67"E	Ksar El hiran
p42	Saadia	33°45'0.09"N	2°17'11.43"E	Ain Madhi
P43	Ajal	33°51'4.58"N	3°14'47.60"E	Ain Madhi
P36	Bouzidi	33°41'23.93"N	2°39'44.71"E	Kheneg
P32	Latrech	33°36'19.91"N	3° 1'54.05"E	Ben nacer ben chohra
P33	Bsibisa	33°36'27.30"N	3° 4'55.44"E	Ben nacer ben chohra
P44	Lakhal	33°23'45.76"N	2°15'34.44"E	Ain Madhi
P48	Terkalal	33°34'11.39"N	2° 8'39.76"E	Tadjrouna
P49	Hotaiba	33°36'20.55"N	2° 8'5.60"E	Tadjrouna
P50	Boukhalkhal	33°31'53.53"N	2°12'32.33"E	Tadjrouna
P18	Terfas	33°27'47.31"N	3°40'24.63"E	Hassi Delaa
P19	Bouziane	33°27'47.31"N	3°40'24.63"E	Hassi Delaa

much clearer with the DCA. It is for this reason have opted for the latter to interpret results.

The climate has a dominant influence on the life of plants, both by rainfall and by temperature and light (Dahmani 2011). According to the rainfall gradient, Mediterranean and endemic elements decrease slightly with aridity, while the Saharan-Arabic and Mediteranean-Saharan-Arabic increase significantly. The water factor, associated with the thickness of the soil exploitable by plant roots, plays an essential role in the floristic composition and distribution of plants in the different habitats. Indeed, whatever the type of habitat, this factor acts by compensating the aridity of the climate and thus allows the maintenance of a relatively rich flora.

Three combined actions best explain the establishment of the flora, climatic changes, long-distance transport by wind and birds, and changes in geographic distribution. Finally, this study shows the importance of phytogeography, which allows us to study the phytodynamics. But also contributes to the knowledge of the impact of climatic and anthropic changes on ecosystems.

Detrended correspondence analysis and factor analysis of correspondence: The results of the DCA provide the eigenvalues for the first three axes (Table 3).

Ecological and floristic characterization of the identified groups: The characterization of the identified clusters is done by superimposing the factorial map of surveys (Fig. 6) and the species map (Fig. 7). In addition, the use of ecological and floristic information collected in the field allows us to describe the two sets of surveys obtained on the first

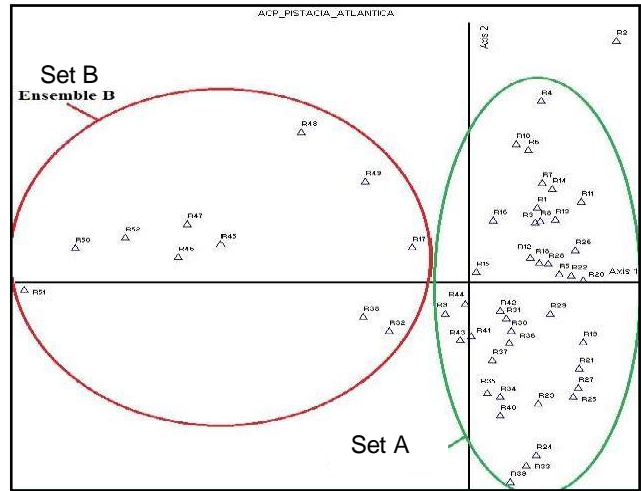


Fig. 6. Map of surveys on the 1/2 factorial plane of the DCA

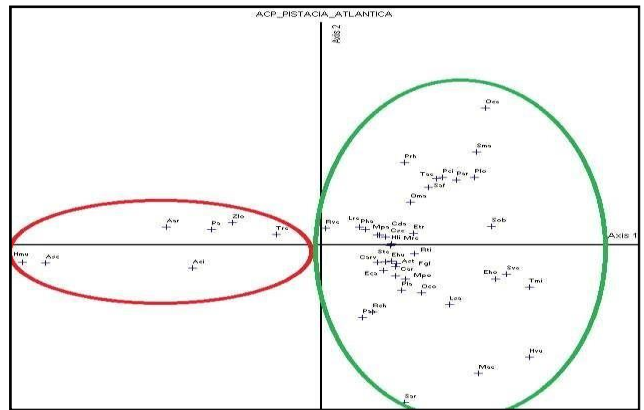


Fig. 7. Species on the factorial plane 1/2 of the DCA Ecological significance of the factorial axes

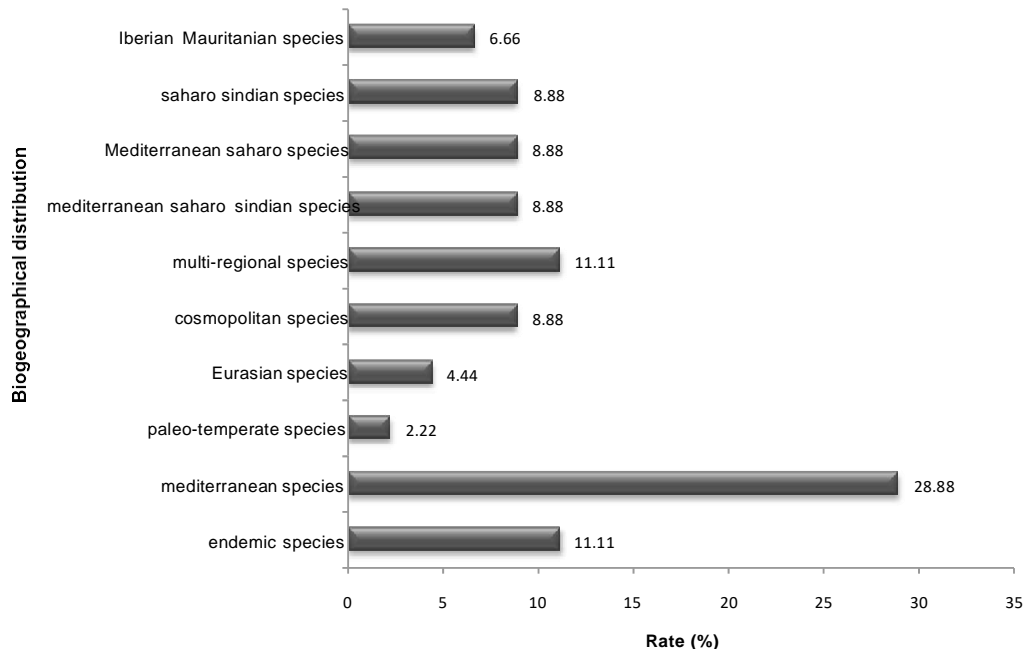


Fig. 5. Biogeographical distribution of collected taxa

factorial map. The individualization of the survey groups was carried out on the factorial map represented by axis 1 and 2.

Set B: Occupies the negative part of axis 1 represents the driest dayas. It contains 13 surveys: R9, R15, R17, R32, R36, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51 and R52 at an average elevation of 800 m on sandy-clay substrate characterized by a higher sand content compared to the surveys on the positive side. The overall vegetation cover varies from 5 to 10%. Physiognomically, this group is characterized by *Arthrophytum scoparium* and *Ammosperma cinereum*. There is also a good development of *Hammada scoparia* and *Ziziphus lotus*, which are well represented in this group. Although at low frequency, we note the presence of *Triticum repens*.

Set A: Occupies the positive part of axis 1. It contains 39 records: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10, R11, R12, R13, R14, R16, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R33, R34, R35, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43 and R44. This set is represented by the surveys conducted under *Pistacia atlantica*. The 39 surveys carried out at an average altitude of 900 m on a clayey-sandy substrate. The global cover of the vegetation varies from 10 to 15 %. Physiognomically an environment subject to anthropic action, including overgrazing, plowing and cultivation of cereals, which has allowed the development of ruderal species such as *Hordeum murinum*, *Hordeum vulgare* and *Triticum aestivum* as well as psamophilous species, elective of sandy soil such as *Euphorbia calyptrate* (Malle et al 2017). The positive side includes grazing species that mostly grow on more or less encrusted surfaces, such as *Erodium triangulare* which is a grazing indicator therophyte, as well as *Malva egyptiaca* and *Stipa parviflora* (Salemkour et al 2013).

The ecological interpretation is often delicate because each axis can integrate several factors in different proportions. The highlighting of ecological factors acting on the distribution of the vegetation is based on the autoecology of the species, on the one hand, and on the stationary data collected in the surveys on the other hand. The species and the surveys taken into consideration are those whose relative contributions are the highest.

Axis 1 denotes the water stress and also the floristic richness which is important (positive part of axis 1) is reduced (negative part of axis 1). The presence of relatively water and fertility demanding species such as *Avena sterilis*, *Santolina africana* and *Schismus barbatus* was observed (Malle et al 2017). Opposing the less water and soil fertility demanding species, well adapted to the arid conditions of these biotope types, such as: phanerophytes *Pistacia atlantica* and +3. accompanied by: *Plantago ciliata*, *Euphorbia calyptata*,

Medicago polymorpha and *Rumex vescaarius* (Bouderbala 2012).

This group is marked by the dominance of species: *Pistacia atlantica*, *Ziziphus lotus* but the total number of species is reduced. These pistachio dayas have a high vegetation cover at 60-75%, an average litter rate hardly exceeding 20%.

The second axis is very clearly represented by a lithological gradient. It allows to classify the least degraded dayas (Tilghimt, Belil soltane, Boulehya, Zatacha, Baguira 1 and Baguira 2 for the municipality of Hassi Rmel and the dayas of Kayed, Khaled and Kebala for the municipality of Ksar El Hirane) in its positive part and those degraded (Daya lihoudi, saadia, ajal and bouzidi of the commune of Ain El Madhi) in the negative part, and confirms that a gradient of anthropic disturbance that allows to classify the dayas and corresponds to the determining factor in the distribution of grouping to *Pistacia atlantica*. The anthropic action is apparent through the presence of species of grazing, *Peganum harmala* testifies to the pressure of overgrazing and the postcultural character of these dayas, *Malva parviflora* known as ruderal and overgrazing. On the positive side, are grouped species for the most part therophytes that seem *Launaea resedifolia*, *Rumex vescaarius*, etc. and develop in arid bioclimate (Saharan). This richness in therophytes is linked to an occasional humidity.

On plan F1/F2, *Pistacia atlantica* contribution is high (7.35) and closer to the species *Ziziphus lotus* (4, 38). The 2 species are positioned closer in the same side, which explains that the regeneration of *Pistacia atlantica* occurs most often only in the shelter of the clump of *Z. lotus* (Monjauze 1968, Amara 2014, Benaradj 2010), so *P. atlantica* is sheltered in these clumps in order to protect the new plants from animals and strong winds. This association called *P. atlanticae* limited by two species: a tree layer (*P. atlantica*) and a shrub layer (*Z. lotus*). This regeneration is generally done within clumps of *Z. lotus* (Rhamnaceae) which protects the young shoots of the Atlas Pistachio from grazing, and promotes the germination of its seeds and the growth of its young shoots by enriching the soil in organic matter (Yaaqobi et al 2009). Kaabèche (2005) observed remarkable phenomenon called "facilitation" is to be pointed out about this species: this term "facilitation", gathers any

Table 3. Eigenvalues of the first three axes of the DCA

Axes	Eigenvalues
Axis 1	0,345
Axis 2	0,256
Axis 3	0,183

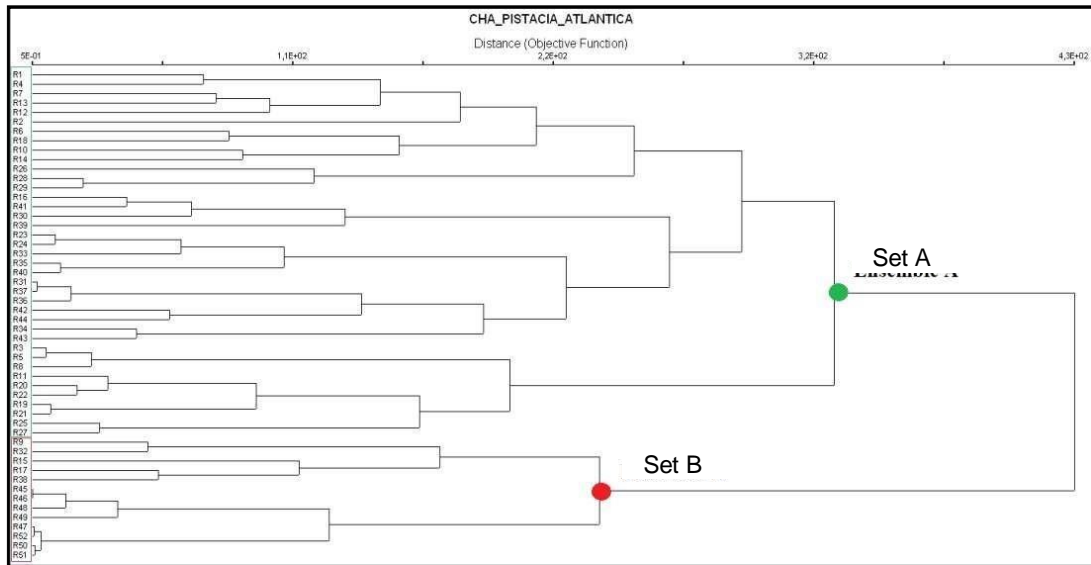


Fig. 8. Dendrogram of the hierarchical bottom-up classification of the total matrix

situation where a plant favors the establishment and the development of another plant thanks to privileged interspecific relations.

Hierarchical ascending classification: The CHA is the complement of a factorial analysis. It consists of grouping the individuals in a data set by similarity and thus allows for the confirmation of the results obtained previously with the DCA (Fig. 8). The 2 sets highlighted are thus delimited and confirm the results obtained by the DCA.

The CHA dendrogram shows two large clusters (A and B), which corroborates the results obtained during the numerical analysis, and confirms that geomorphology corresponds to the determining factor in the distribution of our *P. atlantica* ssp. *atlantica* grouping. Figure 9 represents the schematic distribution of the cores in the axes. The analysis has allowed a clear division of the floristic groups into floristically and ecologically homogeneous. Two groups (A and B) were highlighted and are thus delimited.

Group A: It is characterized by *Arthrophytum scoparium* and *Ammosperma cinereum*, we also note a good development of *Hammada scoparia*, and *Ziziphus lotus* well represented within this group.

Group B: represents the mosaic between the different biological types (phanerophytes, chamaephytes, Hemicryptophytes, Geophytes), with a remarkable wealth of therophytic species, among these species we distinguish: *Euphorbia calyptrata*, *Medicago polymorpha*, *Erodium triangulare*, *Reichardia tingitana*, *Pimpinella anisum*, etc.

CONCLUSION

The herbaceous vegetation and biomass of the selected *Pistacia atlantica* dayas varied significantly, which allowed us

to appreciate the different adaptation strategies of the living organism. The predominance of therophytes is characteristic of the vegetation of arid regions that adapt to the Saharan and steppe environment. The predominance of the Mediterranean element confirms the Mediterranean affinity of the flora of the region. The extension of ploughing and the introduction of mechanization are parameters of degradation as important as overgrazing is retained as the main factor responsible for the floristic variations, it is imperative and urgent to create a strict protection zone specific to this species; otherwise, it risks to disappear in a very near future. To improve this form of protection, a balance between human activities and the natural dynamics of this species is necessary; in order to promote a continuity between the different strata: herbaceous, chamaephytes and phanerophytes. Also in the natural protection of *Pistacia atlantica*, by the creation of plant belts by species not consumed by livestock as *Ziziphus lotus* (L.) Desf. *Hammada scoparia*, and *Thymelaeamicrophylla*.

REFERENCES

- Amara M 2014. *Contribution to the study of Pistacia atlantica subsp. atlantica groups in northwest Algeria*. Ph.D. thesis. Department of Ecology and Environment. Faculty of Natural and Life Sciences, Earth and Universe Sciences. University Abou Bakr Belkaid - Tlemcen. 189p
- Andi 2013. *Invest in Algeria*. Wilaya de Laghouat. National Agency for Investment Development. <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Laghouat.pdf>
- Aniref 2013. *Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya of Laghouat*. National Agency of Intermediation and Land Regulation. <http://www.aniref.dz/monographies/ar/laghouat.pdf>.
- Bouderbala R 2012. *The dayas with Pistacia atlantica Desf. of the high plains of southern Algerian (Messaad): Ecology, floristic diversity and heritage value*. Dissertation of Magister in Ecology and Environment. University of Science and Technology "Houari

- Boumediene" Algiers. 108p.
- Braun-Blanquet J and De Bolos O 1957. The plant groups of the middle basin of the Ebro and their dynamism. Ann. Estac. Exp. de Aula dei, Zaragoza, 5 (1/4), 266.
- Benabadji N and Bouazza M 2002. Contribution to the study of the floristic procession of the steppe south of El Aricha (Oranie-Algérie). Sci. Tech. Special Issue- Constantine. pp 11-19.
- Benaradj A, Bouazza M and Boucherit H 2012. Floristic diversity of the *Pistacia atlantica* Desf stand in the Bechar region (southwest Algeria). *Research & Reviews: Journal of Botanical Sciences* 2(4): 1-5.
- Benaradj A 2010. *Contribution to the phyto-ecological study of Pistacia atlantica Desf. Atlantica in the region of Bechar (South-West Algeria)*. Thesis of Magistère, Faculty of Science of Nature and Life and Sciences of the Earth and the Universe, University of Tlemcen. 147p.
- Dahmani M 2011. *Study of the morphological variability of the atlas pistachio tree (Pistacia atlantica Desf.) in the steppe areas of the Tiaret region*. Thesis of Magister. University of Oran. 165p.
- Hasnaoui O, Bouazza M, Thinon M and Benali O 2011. Ethnobotanical study of *Chamaerops humilis* L. Var. *Argentea* André (Arecaceae) in western Algeria. *Agricultural Journal* 6(1): 1-6.
- Kaabèche M 2005. Biodiversity conservation and sustainable management of natural resources " Oulet Ed daïra ", wilaya of Naama (Algeria). Project DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005, 39 p.
- Kaabèche M 2003. Biodiversity conservation and sustainable management of natural resources: study on the rehabilitation of the local flora in the El Mergueb reserve (wilaya of M'sila, Algeria). DGFProject, ALG/00/G35/A/1G/99, 42p
- Malle H, Benrima A and Houyou Z 2017. Floristic study of steppe rangelands in arid regions: effect of overgrazing, silting and ploughing (case of mokrane wilaya of laghouat). *Agrobiologia Journal* 7(1): 334-345.
- Monjauze A 1968. Distribution and ecology of *Pistacia atlantica* Desf. in Algeria". *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N.* 56: 1-127.
- Salemkour N, Benchouk N, Nouasria D, Kherief S and Belhamra M 2013. Effects of resting on floristic and pastoral characteristics of steppe rangelands in the Laghouat region (Algeria). *Journal des régions Arides CRSTRA*-p103-114.
- Yaaqobi A, El Hafid L and Haloui B 2009. Biological study of *Pistacia atlantica* Desf. from the eastern region of Morocco. Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Département de Biologie. Faculty of Sciences, Mohamed I University, Oujda (Morocco). *Biomatec Echo* 3(6): 39-49.

Résumé

Les écosystèmes steppiques arides occupent 2/3 du territoire national. La préservation de ces milieux fragiles de part les conditions climatiques et la forte pression anthropique qui les caractérisent, passe par l'amélioration des connaissances et la conservation de la diversité biologique qu'ils abritent. Parmi ces ressources biologiques, le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) objet de notre étude, constitue l'une des rares espèces arborescentes présentes dans les régions semi-arides et arides, voire même sahariennes.

Le présent travail s'intéresse à la dynamique des populations de cet arbre. Le premier aspect s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'une plante médicinale, *Pistacia atlantica*. (Anacardiaceae), à travers une étude ethnobotanique réalisée dans la région de Laghouat (sud algérien), qui vise à mettre en lumière les vertus et les usages thérapeutiques traditionnels rapportés par la population locale et les herboristes de son centre urbain.

L'analyse numérique réalisée dans l'étude phytoécologique par l'utilisation de l'analyse des correspondances détendancées (DCA) et la classification hiérarchique ascendante (CHA), nous a permis d'individualiser 2 ensembles floristiques ainsi que les facteurs écologiques qui régissent leurs distributions, 45 espèces végétales appartenant à 40 genres et 24 familles ont été recensées. Les Asteraceae et les Poaceae sont les mieux représentées dans le cortège floristique avec un taux de 20% de la richesse floristique. Nous avons pu inventorier 21 taxons thérophytiques. Sur le plan biogéographique la diversité phytogénétique est dominée par les éléments méditerranéens Cette répartition est constituée par un ensemble hétérogène de la flore de la région qui s'agence en 3 ensembles les hautes plaines steppique, l'atlas saharien et la bordure saharienne au Sud.

Une approche dendrométrique montre la variabilité de la structure des populations du pistachier de l'Atlas. Ces dernières sont essentiellement caractérisées par la dominance de grands et vieux arbres.

L'état actuel des dayas est incontestablement impacté par ces différentes perturbations anthropiques (coupes de bois, surpâturage, labour, etc.). Concernant le volet facilitation, le jujubier sauvage facilite l'installation d'espèces végétales propres au Pistachier de l'Atlas et il joue un rôle dans sa dynamique évolutive (régénération naturelle).

Mots-clés : *Pistacia atlantica*, dayas, Ethnobotanique, Phytoécologie, Dendrométrie, Facilitation, Laghouat, Algérie

Summary

The arid steppe ecosystems occupy 2/3 of the national territory. The preservation of these fragile environments because of the climatic conditions and the strong anthropic pressure which characterize them passes by the improvement of knowledge and the conservation of the biological diversity which they shelter. Among these biological resources, the pistachio tree of the Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) object of our study, constitutes one of the rare arborescent species present in the semi-arid and arid regions, even Saharan.

The present work is interested in the population dynamics of this tree. The first aspect is part of the development of a medicinal plant, *Pistacia atlantica*. (Anacardiaceae), through an ethnobotanical study carried out in the region of Laghouat (southern Algeria), which aims to highlight the virtues and traditional therapeutic uses reported by the local population and herbalists of its urban center.

The numerical analysis carried out in the phytoecological study by the use of the analysis of the relaxed correspondences (DCA) and the ascending hierarchical classification (CHA), allowed us to individualize 2 floristic sets as well as the ecological factors which govern their distribution, 45 plant species belonging to 40 genera and 24 families were listed. The Asteraceae and Poaceae are the best represented in the floristic procession with a rate of 20% of the floristic richness. We were able to inventory 21 therophytic taxa. On the biogeographical level the phytogenetic diversity is dominated by the Mediterranean elements. This distribution is constituted by a heterogeneous set of the flora of the region which is arranged between 3 sets the high steppe plains, the Saharan atlas and the Saharan border in the South.

A dendrometric approach shows the variability of the structure of the populations of the pistachio tree of the Atlas. The latter are essentially characterized by the dominance of large and old trees.

The current state of the dayas is undoubtedly impacted by these various anthropic disturbances (wood cutting, overgrazing, plowing, etc.). Concerning the facilitation component, the wild jujube tree facilitates the installation of plant species specific to the Pistachio of the Atlas and it plays a role in its evolutionary dynamics (natural regeneration).

Keywords: *Pistacia atlantica*, dayas, Ethnobotany, Phytoecology, Dendrometry, Facilitation, Laghouat, Algeria.