



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement

Thème

**Dynamique structurale et architecturale des peuplements de pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région de Messaâd (Wilaya de Djelfa)**

Réalisé par : DAOUDI Bilal Belkacem

Le jury :

Président	Nedjimi Bouzid	Pr - Université Ziane Achour - Djelfa
Promoteur	HADJADJ Kouider	MCB - Université Ziane Achour - Djelfa
Examineur	Khader Mohamed	MCA - Université Ziane Achour - Djelfa
Examineur	Zaoui Aicha	MAA - Université Ziane Achour - Djelfa

Année universitaire : 2020/2021

## REMERCIEMENTS

*Je remercie en premier lieu dieu, tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur HADJADJ Kouider de l'encadrement, la patience, la rigueur et la disponibilité durant la préparation de ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent au professeur Nedjimi Bouzid de me faire l'honneur d'être le président de ce jury.*

*Je tiens aussi à remercier spécialement Monsieur Khader Mohamed et Madame Zaoui Aicha, d'avoir accepté volontairement et aimablement d'examiner cette contribution.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les cadres techniques de la conservation des forêts de Djelfa pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges professionnelles.*

## **DEDICACES**

*Grace à Dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je tien très chaleureusement à le dédier à :*

- ✓ *Ma mère et mon père qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études et pour leurs patience que Dieu les protège et les garde pour moi.*
- ✓ *A mes adorables frères et sœur*
- ✓ *A mes cousines.....*
- ✓ *A mes très chères amis et camarades pour -tous les moments d'échange et de débat*
- ✓ *Aux personnes qui m'ont toujours aidé et soutenue*

*DAOUDI BILAL BELKACEM*

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE 1 : Etat de connaissance sur le pistachier de l'Atlas</b>	
1.1 Historique sur le genre <i>Pistacia</i> .....	3
1.2 Généralités sur le pistachier de l'Atlas .....	3
1.2.1 Position systématique .....	3
1.2.2 Aire de répartition.....	4
1.2.2.1 Dans le monde .....	4
1.2.2.2 En Algérie.....	5
1.2.3 Caractères botanique.....	6
1.2.4 Ecologie du pistachier de l'Atlas .....	8
1.2.4.1 Conditions climatiques.....	8
1.2.4.2 Conditions édaphique	
1.2.5 Régénération du pistachier de l'Atlas.....	9
1.2.6 Facteurs de dégradation .....	9
1.2.6.1 Problématique de réhabilitation.....	9
1.2.6.2 Pâturage.....	10
1.2.6.3 Coupes de bois.....	10
1.2.6.4 Problème sanitaire.....	10
1.2.7 Importance écologique et socio-économique du pistachier de l'Atlas .....	10
1.2.7.1 Porte-greffe .....	10
1.2.7.2 Valeur agro-écologique.....	11
1.2.7.3 Valeur thérapeutique.....	11
1.2.7.4 Droit d'usage « Apiculture ».....	12
1.2.7.5 Valeur fourragère .....	12
1.2.7.6 Autres utilisations .....	12
<b>CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude</b>	
2.1 Situation géographique .....	13
2.2 Cadre géologique .....	14
2.3 Cadre pédologique .....	14
2.3.1 Sols xériques à accumulation calcaire .....	14
2.3.2 Sierozems encroûtés .....	14
2.3.3 Sols peu évolués d'apport alluvial.....	14
2.3.4 Sols minéraux bruts .....	15

2.4 Cadre hydrographique.....	15
2.5 Flore.....	16
2.6 Cadre climatique.....	16
2.6.1 Paramètres climatiques.....	16
2.6.1.1 Précipitations.....	16
2.6.1.2 Températures.....	17
2.6.2 Synthèse climatiques.....	18
2.6.2.1 Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité.....	18
2.6.2.2 Indice de sécheresse estivale.....	19
2.6.2.3 Indice d'aridité de De Martonne (1926).....	19
2.6.2.4 Diagramme ombrothermique de BANGNOULS & GAUSSEN (1924).....	20
2.6.2.5 Quotient pluviothermique d'Emberger (1955).....	20

### **CHAPITRE 3 : Matériels et méthodes**

3.1 Échantillonnage.....	22
3.2 Choix des dayas.....	22
3.3 Description des dayas.....	22
3.3.1 Oum El Khechab.....	22
3.3.2 El Khoua.....	23
3.4 Mesures effectuées.....	23
3.4.1 Mesure des circonférences.....	24
3.4.2 Mesure de la hauteur totale.....	24
3.4.3 Mesure de la hauteur de fût.....	24
3.4.4 Détermination de la hauteur du houppier.....	24
3.5 Etude des structures.....	24
3.5.1 La structure diamétrique.....	24
3.5.1 La structure verticale.....	25
3.6 Notion du houppier et ses caractéristiques quantitatives.....	25
3.6.1 Surface et diamètre houppier.....	25
3.6.2 Proportion du houppier.....	27
3.6.3 Degré de bombement du houppier.....	27
3.7 Diagnostic architectural : la méthode ARCHI.....	27
3.7.1 Définition et objectifs.....	27
3.7.2 Principe de la méthode ARCHI.....	27
3.7.3 Comment observer ?.....	28
3.7.4 Ou observer ?.....	29

3.7. 5 Types ARCHI ? .....	29
----------------------------	----

## **CHAPITRE 4 : Résultats et discussion**

4.1 Structure diamétrique des bosquets étudiés.....	31
4.2 Bosquet Oum El Khechab .....	31
4.2.1 Bosquet El Khoua .....	32
4.3 Structure verticale des bosquets étudiés.....	33
4.3.1 Bosquet Oum El Khechab .....	33
4.3.2 Bosquet El Khoua .....	33
4.4 Hauteur des fûts .....	34
4.4.1 Bosquet Oum El Khechab .....	34
4.4.2 Bosquet El Khoua .....	35
4.5 Descripteurs statistiques des mesures dendrométriques .....	36
4.6 Paramètres descriptifs du houppier de pistachier de l'Atlas .....	37
4.7 Régénération naturelle de pistachier de l'Atlas « <i>Effet Nurse</i> ».....	38
4.8 Architecture du pistachier : types ARCHI .....	39
4.8.1 Bosquet Oum El Khechab .....	39
4.8.2 Bosquet El Khoua .....	40
<b>Conclusion générale</b> .....	44

## **Références bibliographiques**

## Liste des figures

<b>Figure n° 1.</b> Aire naturelle de <i>Pistacia atlantica</i> Desf	5
<b>Figure n° 2.</b> Distribution de <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie	6
<b>Figure n° 3.</b> Feuilles et graines de pistachier de l'Atlas, Bosquet Oum El Khacheb	8
<b>Figure n° 4.</b> Cheptel sous l'ombre du pistachier de l'Atlas, Bosquet Oum El Khacheb,	11
<b>Figure n° 5.</b> Situation de la région d'étude	13
<b>Figure n° 6.</b> Réseau hydrographique de la région de Djelfa	15
<b>Figure n° 7.</b> Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson de la région de Messaâd	20
<b>Figure n° 8.</b> Situation de Messaâd sur le climagramme d'Emberger (1955)	21
<b>Figure n° 9.</b> Situation des dayas étudiés	23
<b>Figure n° 10.</b> Principe de la projection horizontale du houppier	26
<b>Figure n° 11.</b> Réaction d'un arbre après un dépérissement selon la méthode ARCHI	28
<b>Figure n° 12.</b> Les différents types ARCHI	30
<b>Figure n° 13.</b> Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans le bosquet Oum El Khacheb	31
<b>Figure n° 14.</b> Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans le bosquet El Khoua	32
<b>Figure n° 15.</b> Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans le bosquet Oum El Khechab	33
<b>Figure n° 16.</b> Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans le bosquet El Khoua	34
<b>Figure n° 17.</b> Distribution du pistachier de l'Atlas par classe de hauteur de fût - Oum El Khechab	35
<b>Figure n° 18.</b> Distribution du pistachier de l'Atlas par classe de hauteur de fût - El Khoua -	35
<b>Figure n° 19.</b> Régénération naturelle du pistachier de l'Atlas (Effet nurse)	39
<b>Figure n° 20.</b> Types ARCHI rencontrés à Oum El Khacheb	40
<b>Figure n° 21.</b> Types ARCHI appréciés à El Khoua	41
<b>Figure n° 22.</b> Photos des types ARCHI découverts dans les bosquets étudiés	43

## Liste des tableaux

<b>Tableau n° 1.</b> Classification botanique de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. (Guignard & Dupont, 2004)	4
<b>Tableau n° 2.</b> Précipitations moyennes mensuelles de Djelfa (1990 à 2019)	16
<b>Tableau n° 3.</b> Précipitations moyennes mensuelles corrigées de la région de Messaâd (1990 à 2019)	17
<b>Tableau n° 4.</b> Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de Djelfa (1990 à 2019)	17
<b>Tableau n° 5</b> Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de	18
<b>Tableau n° 6.</b> Indice de continentalité	19
<b>Tableau n° 7.</b> Indice de sécheresse estivale	19
<b>Tableau n° 8.</b> Valeur de Q2 et étage bioclimatique	21
<b>Tableau n° 9.</b> Principales caractéristiques sylvicoles des bosquets étudiés	32
<b>Tableau n° 10.</b> Descripteurs statistiques des mesures dendrométriques	36
<b>Tableau n° 11.</b> Paramètres descriptifs du houppier de pistachier de l'Atlas dans les bosquets étudiés	37
<b>Tableau n° 12.</b> Types ARCHI par classes de diamètres	42

« Introduction générale »

## Introduction générale

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) communément appelé El Betoum est une espèce ligneuse, spontanée et endémique d'Afrique du nord (Guerine *et al.*, 2019). C'est une espèce à large plasticité écologique. Elle s'adapte à tous les sols sauf le sable, et n'exige que des faibles précipitations d'environ 150 mm et parfois moins (Benhssaini & Belkhodja, 2004). L'espèce se caractérise par une croissance très lente, mais elle a l'avantage d'être la seule pouvant organiser des écosystèmes forestiers dans les régions arides et semi-arides (Yaaqobi *et al.*, 2009).

Le pistachier de l'Atlas est une espèce assez commune en Algérie, 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. Des peuplements plus ou moins vastes, se trouvent ici et là, dans le Hoggar et dans l'Atlas, où le pistachier n'est arrêté dans son expansion que par la concurrence que lui opposent d'autres espèces bien plus adaptées au froid et à l'humidité (Harfouche *et al.*, 2005).

Le pistachier de l'Atlas qui par son état de dégradation nécessite une prise en charge effective et immédiate (Benhassaini *et al.*, 2007). En effet, il subit une très forte pression anthropologique qui limite énormément son expansion et son développement. Devant cette situation alarmante, il est urgent d'adopter un plan de gestion convenable en vue de préserver et de développer cette essence. Ceci débute par la connaissance parfaite de l'arbre et ses exigences.

Or, les études portant sur l'aspect écologique et même morphologique de l'espèce sont pratiquement existantes, alors celles qui évoquent la dynamique des peuplements de pistachier de l'Atlas sont rares.

A cet effet, une approche a été établie de notre part pour caractériser la dynamique structurale et architecturale de l'essence dans son milieu naturel en zone steppique (wilaya de Djelfa).

Le présent travail est structuré en quatre chapitres. Dans le premier, nous présentons une bibliographie actualisée de l'espèce. Par la suite, dans le deuxième chapitre, nous décrivons de façon détaillée la région d'étude (Région de Messâad). Le

---

troisième chapitre sera consacré à la description de la méthodologie d'étude structurale et architecturale de l'espèce. Enfin, cela nous amènera au dernier chapitre à présenter les résultats obtenus lors de cette première contribution portée sur Le pistachier de l'Atlas.

# **CHAPITRE 1**

Etat de connaissance sur le pistachier de l'Atlas

## 1.1 Historique sur le genre *Pistacia*

Le mot « Pistache » apparut dans la langue française au XIII<sup>e</sup> siècle et vient de l'Italien pistachio, emprunté par l'intermédiaire du latin pistacium au grec pistakion, formé lui-même d'après l'ancien non persan pista, qui est la domination originelle du fruit « la pistache ». Selon Alsaghir (2010), *Pistacia* est signalé dans L'Asie Centrale il y a 80 millions d'années. Il a été introduit en Europe dès le début de l'ère chrétienne. Au U.S.A, sa première introduction revient au 1890 et son essai fût dans la station pilote en Californie en 1904 (Debbache, 1998).

Le genre *Pistacia* est apparu au tertiaire (Deysson, 1979), il a été décrit par Linné en 1737. Linné avait reconnu six espèces de pistachiers : *Pistacia narbonensis*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia trifolia*, *Pistacia simaruba* et *Pistacia vera* (Linnaeus, 1753).

La première véritable monographie consacrée à ce genre a été publiée par Engler en 1883 qui a défini 8 espèces : *Pistacia atlantica*, *Pistacia chinensis*, *Pistacia khinjuk*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia mexicana*, *Pistacia mutica*, *Pistacia terebinthus* et *Pistacia vera* ainsi qu'un hybride : *Pistacia terebinthus x vera*.

Environ 70 ans plus tard, Zohary publie une monographie sur le genre très complète en prenant en compte les caractéristiques morphologiques, l'aire de distribution, les relations phytogéographiques, les données cytologiques et paléobotaniques ainsi que l'évolution et la diffusion du genre . Il considère les caractéristiques anatomiques des feuilles comme étant les plus fiables pour la reconnaissance des espèces et leur classification (Zohary 1952).

## 1.2 Généralités sur le pistachier de l'Atlas

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

### 1.2.1 Position systématique

Le pistachier de l'Atlas est considéré comme l'essence la plus originale et la plus remarquable des hautes plaines steppiques en raison de sa valeur écologique et sociale (Guerine *et al.*, 2019). Cette essence qui prend le nom de "Betoum" ou encore "Betm" appartient à la classe des Magnoliopsida, ordre des Sapindales et la famille des Anacardiaceae (Fennane *et al.*, 2007).

**Tableau 1.** Classification botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Guignard & Dupont, 2004).

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Embranchement</b>	Spermatophyte
<b>Sous Embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (Eudicot)
<b>Sous Classe</b>	Rosidaeae
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Anacardiaceae
<b>Genre</b>	<i>Pistacia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pistacia atlantica</i> . Desf

## 1.2.2 Aire de répartition

### 1.2.2.1 Dans le monde

Le pistachier de l'Atlas est une espèce commune de deux régions ; méditerranéenne et irano-touranienne (Zohary, 1952-1987). C'est un arbre dont la majeure partie de l'aire de distribution se retrouve en Afrique du Nord (Maroc, Tunisie, Algérie). Mais on le rencontre également aux îles Canaries, en Libye (Cyrénaïque), à Chypre et au Proche-Orient (Quézel & Médail, 2003). Manjauze (1980) et Ozenda (1983) la qualifie d'endémique de l'Afrique du nord (Belhadj *et al.*, 2008).

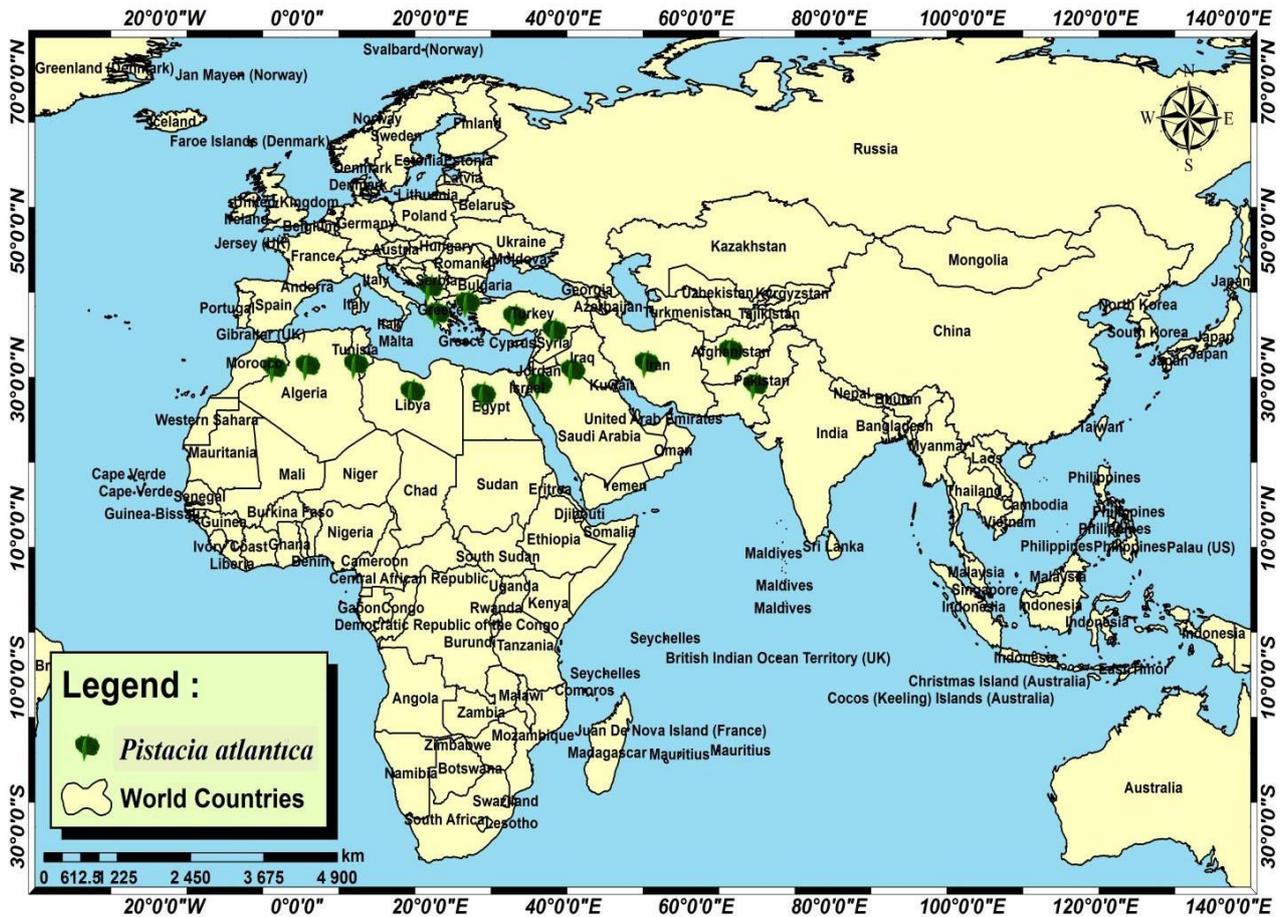


Figure n°1. Aire naturelle de *Pistacia atlantica* Desf (Al-Saghir et al., 2006)

### 1.2.2.2 En Algérie

C'est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie par le décret exécutif numéro 12-03 du 4 Janvier 2012. (Kaabeche *et al.*, 2005, Guerine *et al.*, 2019). En Algérie, le pistachier de l'Atlas apparaît du Nord jusqu'aux régions sahariennes en passant par les hauts plateaux (Ifticene-Habani *et al.*, 2016). La limite extrême de l'espèce se trouve en plein cœur du Hoggar, où elle existe à l'état de relique (Monjauze, 1980). Les peuplements se répartissent souvent selon un mode contracté en bordure des lits d'oueds ou dans des dépressions. Il s'agit généralement de dayas où le cortège des espèces pérennes est assez pauvre, mais *Ziziphus lotus* est toutefois souvent bien développé en sous-strate.

Les dayas sont des dépressions fermées épisodiquement, mises en eau lors de la saison froide, l'eau y stagne de un à quatre ou cinq mois suivant les années (Quézel & Médail, 2003).

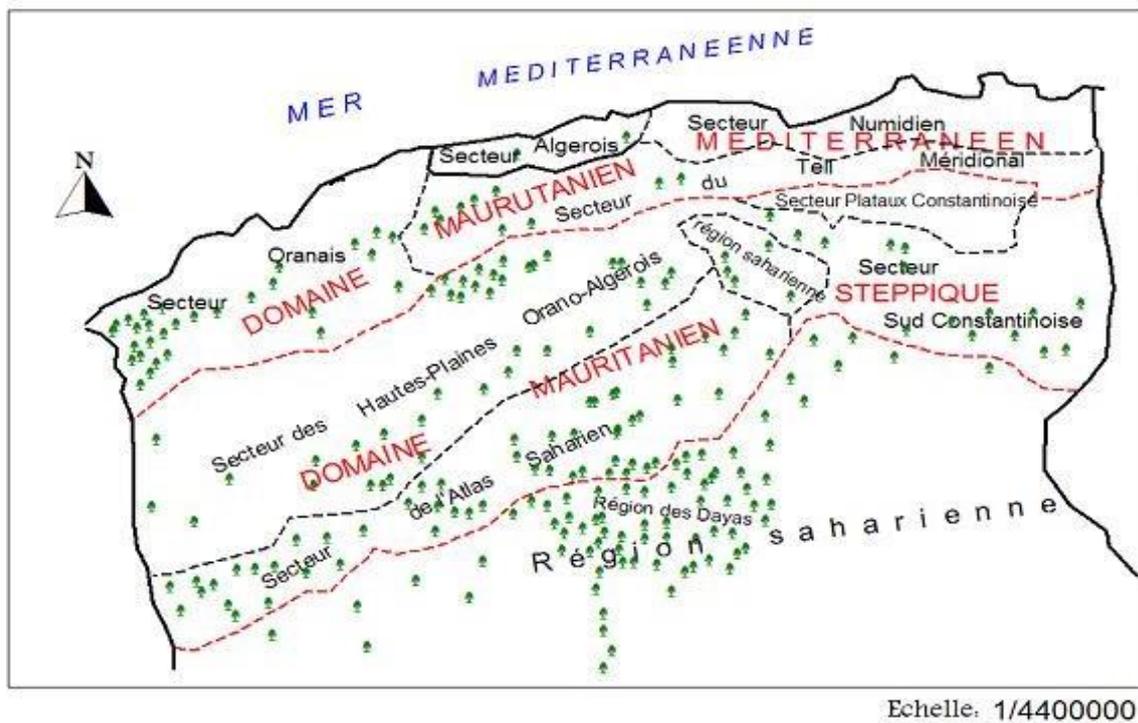


Figure n° 2. Distribution de *Pistacia atlantica* en Algérie (Monjauze, 1968).

### 1.2.3 Caractères botanique

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

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

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

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

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

En outre, ces feuilles mesurent entre 8 et 20 cm de long (Boulos, 2000 ; Belhadj *et al.*, 2008) et en moyenne 6,6 cm de largeur (Belhadj *et al.*, 2008). Leur pétiole, distinctement aplati à la partie supérieure non ailé mesure de 3 à 5 cm de long (Belhadj, 2007).

Les feuilles de pistachier de l'Atlas présentent des poils presque microscopiques, sur la marge des folioles, courbés vers l'apex, et parallèles entre eux. Cependant, en Algérie, certains spécimens en sont dépourvus (Monjauze, 1980).

La floraison des fleurs mâles se fait deux à quatre semaines avant le débourrement végétatif, tandis que chez les individus femelles elle serait plus tardive. La floraison débute vers le mois d'avril (Daget & Godron, 1974).

Divers auteurs ont étudié les grains de pollen du genre *Pistacia*. Selon Belhadj *et al.*, (2007), le grain de pollen de *Pistacia atlantica* est uniformément sphéroïdal à sphéroïdal prolate pantoaperturé. L'ornementation de son exine est réticulée.

Les fruits dont la maturité coïncide avec la fin d'été sont appelés ElKhodiri ou Godeim par les populations riveraines en Algérie, à cause de la prédominance de la couleur vert foncé à maturité ((Khaldi & khouja, 1996 ; Belhadj, 2001 ; Belkhodja, 2014). Ses fruits sont de petites graines vertes de 8 mm de taille (Yousfi *et al.*, 2003). Ce sont des drupes comestibles de la grosseur d'un pois, légèrement ovales et aplaties, riches en huile dense très énergétique (Belhadj, 1999).

Le bois du bétoum est lourd, peu résilient, de bonne conservation. C'est un bois d'artisanat et bien entendu, un bois excellent pour le chauffage et la carbonisation (Monjauze, 1980).

Quand à l'écorce, elle est d'abord rouge, puis grisâtre assez clair avant de devenir rhytidome dur et crevassé, tessellée en profondeur (Monjauze, 1980). Elle est lisse à l'âge jeune, squameuse à un âge très avancé (Boudouaya, 2015).



**Figure n° 3.** Feuilles et graines de pistachier de l'Atlas, Bosquet Oum El Khechab, wilaya de Djelfa (Cliché Daoudi, 2021).

## 1.2.4 Ecologie du pistachier de l'Atlas

### 1.2.4.1 Conditions climatiques

Le pistachier de l'Atlas possède une amplitude écologique et une plasticité remarquables puisqu'il se rencontre depuis le cœur du Sahara jusqu'aux marges du bioclimat humide dans les variantes chaudes et tempérées voire fraîches (Quézel & Médail, 2003 ; El Oualidi *et al.*, 2004).

En Algérie, 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 (Harfouche *et al.*, 2005).

Au plan écologique, le pistachier se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm et parfois moins (Benhssaini & Belkhodja, 2004). C'est une espèce xérophile supportant aussi bien les températures basses d'environ - 5°C parfois même -12°C (Djelfa) que les températures élevées jusqu'au 49 °C, cependant les jeunes plants craignent les gelées fréquentes (Kaddour-Hocine, 2008).

Il se localise entre 600 à 1200 m, mais il peut atteindre 2000 m d'altitude dans les montagnes sèches (Boudy, 1952 ; Monjauze, 1968). Toutefois, il peut aller jusqu'à 3000 m à l'orient de son aire (Zohary, 1952).

#### 1.2.4.2 Conditions édaphique

D'un point de vue pédologique, le pistachier de l'Atlas s'accommode à tous les types de sol sauf sablonneux (Yaaqobi *et al.*, 2009). Il préfère les terrains argileux, argilo-limoneux (Bosquet à *Ziziphus lotus*) et les alluviaux des plaines (Khalifé, 1959 ; Siegue, 1985). On le trouve sur les roches calcaire en montagne sèche, et se cantonne dans les dépressions où la nature du sol est de type gypso-calcaire. (Boudy, 1955 ; Amara, 2014).

En Méditerranée orientale (Anatolie) les formations à *Pistacia atlantica* occupent les fonds des vallées, sur des substrats alluvionnaires voire sur des cailloutis généralement épais (Quézel *et al.*, 1980).

#### 1.2.5 Régénération du pistachier de l'Atlas

La régénération naturelle du Bétoum reste très aléatoire et difficile du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination, mais l'espèce rejette bien des souches (Boudy, 1952).

Le pistachier se reproduit aussi bien par la voie végétative (bouturage, marcottage) que par la voie générative (par semis). Cette dernière voie est, souvent utilisée dans les stratégies d'amélioration et de sauvegarde de l'espèce (Bonnet- Masimbert & Villar, 1986).

En outre, plusieurs chercheurs ont constaté que la régénération naturelle du pistachier de l'Atlas s'observe sous les touffes de jujubier qui assurent à la plantule une protection contre le pâturage et les gelées (Boudy, 1955 ; Manjause, 1980 ; Gueriene *et al.*, 2019...).

#### 1.2.6 Facteurs de dégradation

Malgré que le pistachier de l'Atlas est une espèce protégée par la loi en Algérie suivant le décret exécutif n°12-03 du 04 Janvier 2012 portant la liste des espèces non cultivées et protégées en Algérie, mais l'espèce est sujet de plusieurs menaces :

##### 1.2.6.1 Problématique de réhabilitation

Le déclin du pistachier est dû d'abord 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).

### 1.2.6.2 Pâturage

Le pâturage empêche la régénération du pistachier dans les zones qui seraient favorables comme les dayas et les oueds, c'est la première cause du déclin de cet arbre (Belhadj, 2001).

### 1.2.6.3 Coupes de bois

L'exploitation anarchique des pistachiers comme fourrage et bois de chauffage par les bergers et la population locale aggrave son état de dégradation (Belhadj, 2001).

### 1.2.6.4 Problème sanitaire

#### a) Maladies fongiques

Le pistachier est soumis à l'attaque de maladies diverse dues principalement à des champignons. Les pathogènes, en infectant le feuillage, les pousses et les racines, provoquent des graves dégâts et entraînent l'affaiblissement de l'arbre, de plus, diverses maladies peuvent se développer sur les fleurs et les fruits, entraînant une perte importante.

Plusieurs espèces fongiques ont été identifiées chez le pistachier dont les principales sont (Benyahia, 2017) :

*Verticillium dahliae*, *Botrytis cinera*, *Altenaria alternata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Armillaria mellea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus niger*.

#### b) Insectes ravageurs

Selon Belhadj (2001), les attaques par le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles.

## 1.2.7 Importance écologique et socio-économique Pistachier de l'Atlas

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) constitue un écosystème important tant sur le plan agro-écologique, biogéographique qu'économique. Cet arbre est à la fois protecteur que productif, ainsi il a beaucoup d'intérêts médical, pharmaceutique et économique (Benhassaini *et al.*, 2007 ; Maamri, 2007 ; Lahsissene *et al.*, 2009 ; Khalil *et al.*, 2015 ; Berrichi *et al.*, 2017).

### 1.2.7.1 Porte-greffe

Le pistachier de l'Atlas peut être un porte-greffe approprié pour le pistachier cultivé (Monastra *et al.*, 1997 ; Kafkas *et al.*, 1998 ) . A ce propos, ces derniers auteurs ont

démontré l'existence d'une variabilité génétique significative de l'espèce en Turquie, et la possibilité d'une sélection de porte-greffes vigoureux.

### 1.2.7.2 Valeur agro-écologique

C'est un arbre précieux pour les zones méditerranéennes pré désertiques peut être avantageusement utilisé comme essence de reboisement (Khalil *et al.*, 2015). Ainsi il joue un rôle dans la conservation des sols, la fixation des dunes et les brise-vents grâce à son système racinaire puissant (Belhadj, 2007).

Les dayas de pistachier de l'Atlas constituent des excellents bosquets d'ombrage pour les animaux qui fuient de la chaleur et irradiation solaire.



**Figure n° 4.** Cheptel sous l'ombre du pistachier de l'Atlas, Bosquet Oum El Khechab, wilaya de Djelfa (Cliché Daoudi, 2021).

### 1.2.7.3 Valeur thérapeutique

*Pistacia atlantica* Desf est une plante médicinale par excellence. Les feuilles, la résine, l'écorce, et les graines sont les parties les plus utilisées en pharmacopée traditionnelle (Zainaba, 2009 ; Dakuyo, 2010; Salhi *et al.*, 2010).

Pour permettre le traitement, plusieurs modes de préparation sont employés à savoir : la décoction, le cataplasme, l'infusion et la macération (Daoudi *et al.*, 2013).

Cette plante est utilisée dans le traitement des affections bucco-dentaires, de l'eczéma, les diarrhées, les infections de la gorge, les calculs rénaux et l'asthme. Elle est considérée comme un agent astringent, anti-inflammatoire, antipyrétique, antibactérien et antiviral. La plante est également utilisée dans les préparations de certains produits cosmétiques tels le célèbre savon de Taza (Marone *et al.*, 2002 ; Daoudi *et al.*, 2013 ; Hadjadj *et al.*, 2019).

L'usage traditionnel de la résine, comme masticatoire (chewin-gum) contre les infections stomacales et comme antiseptique pour les voies respiratoires est très courant (Giner-Larza *et al.*, 2001).

En fin, le pistachier de l'atlas est signalé comme plante toxique, ceci est du à l'ingestion de la résine de la plante sous sa forme crue sans aucun traitement préalable (Daoudi *et al.*, 2015).

#### **1.2.7.4 Droit d'usage « Apiculture »**

Afin de promouvoir l'apiculture dans le domaine forestier national, la direction générale des forêts permet à la population rurale dans les zones steppiques grâce au décret exécutif n° 01.87 du 11 Moharram 1422 correspondant au 5 avril 2001 fixant les conditions et les modalités d'autorisation d'usage d'exercer l'apiculture dans les bosquets de pistachier de l'Atlas qui constituent un lieu préférable pour les apiculteurs.

#### **1.2.7.5 Valeur fourragère**

*Pistacia atlantica* Desf est une espèce précieuse en raison des divers intérêts par ces feuilles, l'arbre fournit un aliment apprécié par le bétail en période de disette, il procure jusqu'à 0,35 unités fourragères (Monjauze, 1968 ; Chebouti-Meziou *et al.*, 2011).

#### **1.2.7.6 Autres utilisations**

Les emplois du bois du pistachier de l'Atlas restent limités, il a été utilisé surtout de façon traditionnelle dans la fabrication des vaisselle, confection des terrines, des cuillères, etc. Son bois est utilisé comme bois d'œuvre et aussi de chauffage (Benhassaini, 2000).

## **CHAPITRE 2**

Présentation de la zone d'étude

## 2.1 Situation géographique

La région de Messaâd est située à environ 76 km au sud de Djelfa. Elle s'étend sur une superficie d'environ 13962 hectares, et fait partie des hauts plateaux du centre (Nadjem Hatem, 2019). Elle est située entre 34° 08' à 34° 12' de latitude Nord et 3° 24' à 3° 34' de longitude Est (Cherair, 2016). La région est traversée par Oued Messaâd, elle est limitée au sud par Oued Defelia et Djebel Sba El Hadid, au nord-est par Oued Tamdit, et à l'ouest par Oued Khattacha (Cherair, 2016).

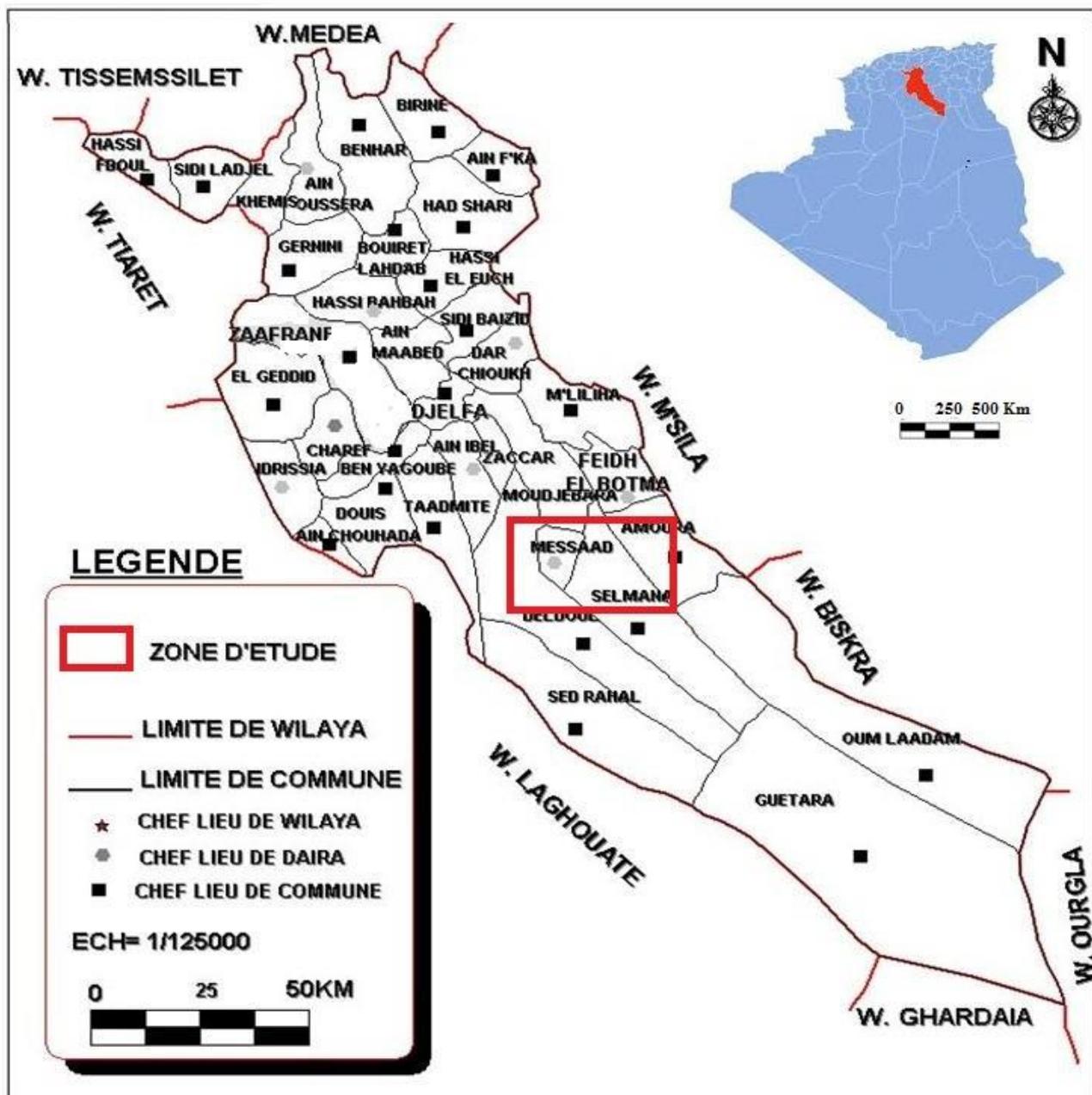


Figure n° 5. Situation de la région d'étude (Koussa & Bouziane, 2018)

## 2.2 Cadre géologique

La Wilaya de Djelfa est caractérisée par une série sédimentaire s'étalant du trias au quaternaire, issue des mouvements tectoniques alpins (Hocine, 2017). La majorité des territoires de Djelfa sont fossilisés par des croutes calcaires et des calcaires d'origine lacustre (Pouget, 1980).

La zone d'étude fait partie du vaste ensemble structural de l'Atlas saharien (Djebaili, 1978). Elle se trouve enclavée dans les dernières montagnes de la chaîne atlasique (Cherair, 2016). Selon Djebaili (1978), le substratum géologique est constitué par les grès du barénien avec l'interaction des minces couches d'argile versicolore. Les grès barénien sont recouverts par des formations appartenant à la fin du tertiaire, mais surtout du quaternaire.

Ces formations du tertiaire continental, qui recourent le substratum vont être soumises au processus de la morphogenèse et de la pédogenèse qui vont succéder durant le quaternaire (Pouget, 1980). L'aspect continental d'origine néogène plus ou moins détritique et salifère, se présente par des affleurements importants aux fonds des Oueds (Pouget, 1980).

## 2.3 Cadre pédologique

Selon Halitim (1988) et Tatai (1993) quatre types de sols peuvent être distingués dans la région de Messaâd :

### 2.3.1 Sols xériques à accumulation calcaire

Ces sols sont faiblement profonds (10 à 25 cm). Les sables fins présentent une grande abondance par rapport aux autres éléments et le taux de matière organique est faible.

### 2.3.2 Sierozems encroûtés

Ou sols gris désertiques, ces sols sont assez profonds (40 à 60 cm). La matière organique est faible et homogène sur l'ensemble du profil. Le sable prend une grande importance et constitue un horizon éolien colonisé par des psammophytes.

### 2.3.3 Sols peu évolués d'apport alluvial

Ils ont une assez importante profondeur (> à 70 cm). Ces sols sont caillouteux et présentent une texture grossière à la surface du sol, le sable constitue un important horizon d'apport éolien, les limons grossiers et les sables fins montrent une nette importance. Le taux de CaCO<sub>3</sub> est relativement faible par rapport aux autres éléments à cause de l'absence d'un horizon d'accumulation calcaire.

### 2.3.4 Sols minéraux bruts

Ce type de sol est localisé sur les glacis d'érosion à pente variable (4 à 7 %), se sont essentiellement des lithosols sur des roches durs (calcaire et grès).

## 2.4 Cadre hydrographique

L'examen de la carte hydrographique de la région de Djelfa (Figure n° 6) montre que la région de Messaâd est caractérisée par un réseau hydrographique endoreïque. En fait les hautes plaines sont drainées en grande partie par l'Oued Touil qui les traverse, prenant naissance dans le Djebel Amour près d'Aflou (Arour, 2001).

Après sa traversée des Djebels Zerga et Margueb l'Oued Taâdmit devenu l'Oued Mergueb arrive au niveau de la route de Ain El Bel – Messâad et reçoit alors le grand Oued Melaga qui draine vers le sud tous les Oueds venant de Zekkar, Moudjbara, Ain Naga ...etc (Arour, 2001).

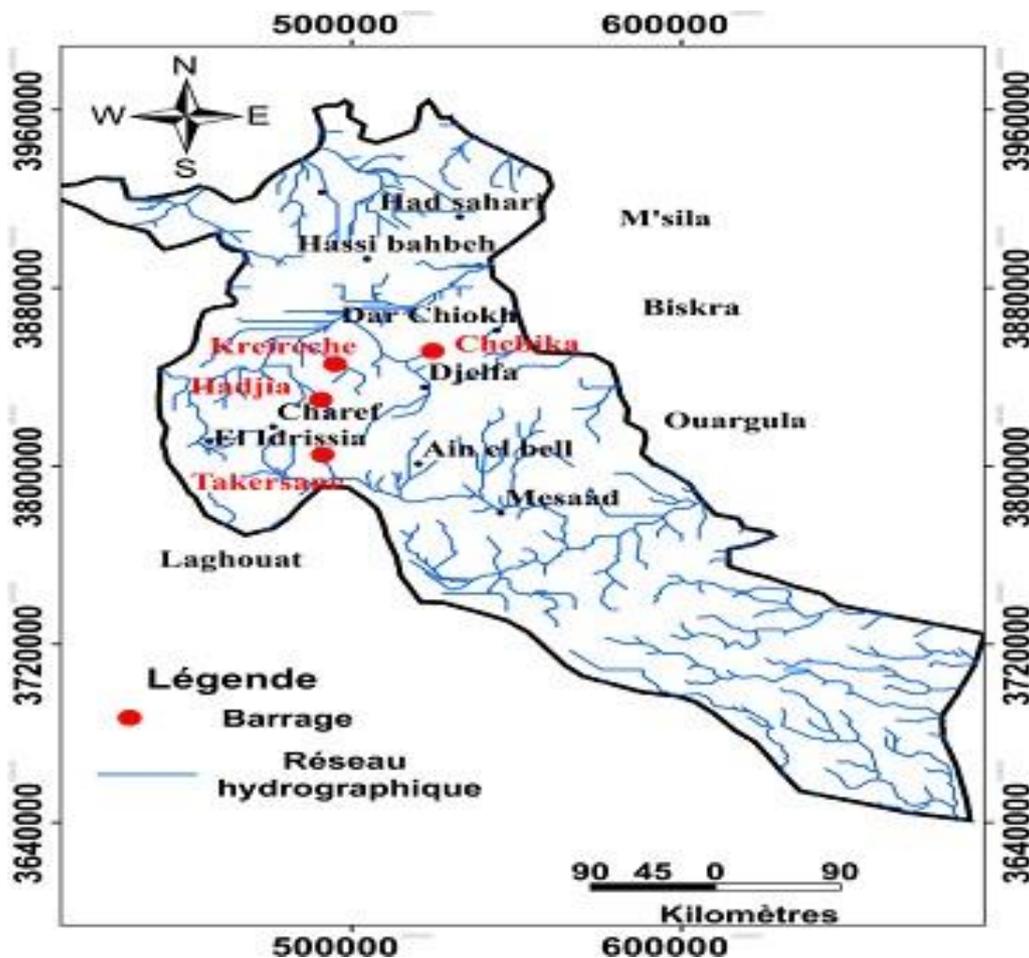


Figure n° 6. Réseau hydrographique de la région de Djelfa (Koussa & Bouziane, 2018)

## 2.5 Flore

La végétation qui domine dans la région présaharienne de Messaâd est celle de la steppe aride. C'est une région de transition entre deux types de formations végétales, les formations des hauts plateaux et les formations des régions présahariennes. Les groupements à *Stipa tenacissima* L et *Artemisia herba alba* Asso régressent vers un groupement à *Hammada scoparia* (Pomel) et *Thymelaea microphylla* Meisn (Pouget, 1980).

En outre, lorsque l'ensablement s'accroît, l'*Astragalus armatus* Willd est la seule espèce qui s'échappe au surpâturage ovin, elle constitue en période de disette une source alimentaire pour les camelins (Arour, 2001).

La région de Messaad se caractérise par la présence d'une végétation arborescente, représentée par le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) et le jujubier (*Zizyphus lotus* L).

## 2.6 Cadre climatique

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

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

### 2.6.1 Paramètres climatiques

La station météorologique de référence utilisée dans le cadre de cette caractérisation climatique est celle de Djelfa (34° 20' N, 3° 23' E), elle est située à environ 1180 m d'altitude.

#### 2.6.1.1 Précipitations

**Tableau 2.** Précipitations moyennes mensuelles de Djelfa (1990 à 2019)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
p (mm)	32,67	25,89	28,52	30,52	30,25	16,41	8,50	20,43	34,72	32,03	20,57	23,82

Source : Station météorologie de Djelfa (2019)

Le gradient pluviométrique que nous avons adopté est celui de Seltzer (1946) qui correspond à 40 mm/ 100 m d'altitude.

La différence altitudinale de la région de Messaâd par rapport à la station météorologique de référence est 380 m.

Le tableau n° 3, indique la correction des précipitations au niveau de la zone d'étude. Cette correction est basée sur le calcul d'un coefficient de correction de précipitations ( $C_p$ ). Ce dernier est calculé par la formule suivant :

$$C_p = \frac{(P \text{ annuelle} \pm A)}{P \text{ annuelle}}$$

Où A est l'accroissement pluviométrique en mm.  $A = \frac{d \times 40}{100}$ , d : différence d'altitude entre les deux stations.

Donc A= 152 mm.

$$C_p = \frac{(304,34 - 152)}{304,34}$$

$$C_p = 0,50$$

**Tableau 3.** Précipitations moyennes mensuelles corrigées de la région de Messaâd (1990 à 2019)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
<b>p (mm)</b>	32,67	25,89	28,52	30,52	30,25	16,41	8,50	20,43	34,72	32,03	20,57	23,82
<b>Cp</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>p (mm) Messaâd</b>	16,34	12,95	14,26	15,26	15,12	8,21	4,25	10,22	17,36	16,01	10,29	11,91

D'après le tableau n° 3, nous constatons que la région de Messaâd reçoit une précipitation moyenne annuelle de 152,20 mm durant la période (1990 – 2019). Le mois le plus arrosé est Septembre avec 17,36 mm et le mois le plus sec est le mois de juillet avec 4,25 mm.

### 2.6.1.2 Températures

**Tableau 4.** Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de Djelfa (1990 à 2019)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
<b>m (°C)</b>	0,55	1,11	3,6	6,32	10,89	15,54	19,13	18,45	14,67	10,01	4,76	1,88
<b>M (°C)</b>	12,73	11,41	15,13	18,12	24	29,22	34,50	33,35	27,01	28,96	14,36	16,64
<b>Tmoy (°C)</b>	6,64	6,26	9,37	12,22	17,45	22,38	26,82	25,90	20,84	19,48	9,56	9,26

Source : Station météorologie de Djelfa (2019)

Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue. Seltzer (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise les gradients suivants :

- **Température minimale** : pour chaque 100 m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0,4 °C.

Pour notre zone d'étude, la différence altitudinale est de 380 m.

Donc, on obtient:  $(0,4 \times 380) / 100 = 1,52$  °C. Ainsi, les températures minimales augmentent par 1,52 °C dans la région de Messaâd.

-**Température maximale** : pour chaque 100 m d'altitude, les températures maximales diminuent de 0,7 °C.

On a :  $(0,7 \times 380) / 100 = 2,66$  °C. Ainsi, les températures maximales augmentent avec 2,66 °C dans la région de Messaâd.

**Tableau 5.** Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Messaâd (1990 à 2019)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
<b>m (°C)</b>	2,07	2,63	5,12	7,84	12,41	17,06	20,65	19,97	16,19	11,53	6,28	3,4
<b>M (°C)</b>	15,39	14,07	17,79	20,78	26,66	31,88	37,16	36,01	29,67	31,62	17,02	19,3
<b>Tmoy (°C)</b>	8,73	8,35	11,46	14,31	19,54	24,47	28,91	27,99	22,93	21,58	11,65	11,35

Le tableau n° 5 illustre les remarques suivantes :

- Le mois le plus chaud durant la période allant de 1990 à 2019 est le mois de juillet avec 37,16 °C
- Le mois le plus froid pendant la même période est Janvier avec 2,07 °C

## 2.6.2 Synthèse climatiques

### 2.6.2.1 Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

La classification thermique des climats proposée par Debrach (1958) est fondée sur l'amplitude M-m :

- Climat insulaire :  $M-m < 15$  °C.
- Climat littoral :  $15$  °C <  $M-m < 25$  °C.
- Climat semi- continental :  $25$  °C <  $M-m < 35$  °C.

- Climat continental :  $M - m > 35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

D'après la classification mentionnée dans le tableau ci-dessous on confirme que le territoire d'étude subit des influences continentales.

**Tableau 6.** Indice de continentalité

Zone	Période	M (°C)	m (°C)	(M-m)	Type de climat
Région de Messaâd	1990-2019	37,16	2,07	35,09	Continental

### 2.6.2.2 Indice de sécheresse estivale

Selon Emberger (1955), l'indice de sécheresse estivale (**I.e**) est le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales (P.E) en mm et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » (°C).

$$I. e = \frac{P. E}{M}$$

**Tableau 7.** Indice de sécheresse estivale

Zone	Période	P.E (mm)	M (°C)	I.e
Région de Messaâd	1990-2019	22,68	37,16	0,61

Selon la grille de DAGET (1977), notre territoire appartient au climat méditerranéen à sécheresse estivale avancée.

### 2.6.2.3 Indice d'aridité de De Martonne (1926)

Noté I, cet indice permet de déterminer le degré d'aridité d'une région. Pour le calculer, on utilise la formule suivante :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

P : Précipitation annuelle

T : Température moyenne annuelle Selon **De Martonne (1926)**

**I < 5** : Climat hyperarides

**5 < I < 7,5** : Climat désertiques

**7,5 < I < 10** : Climat steppique

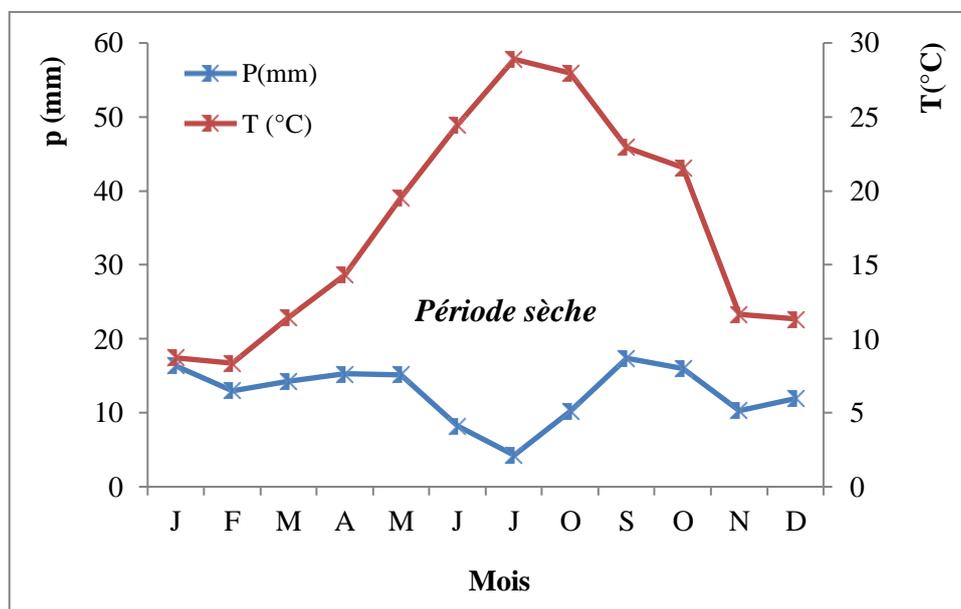
$10 < I < 20$  : Climat semi aride

$10 < I < 20$  : Climat tempéré

L'Indice d'aridité annuel (I) est de  $I = 5,51$  pour la période oscillant entre 1990 et 2019, ce qui signifie que le climat est désertique selon De Martonne.

#### 2.6.2.4 Diagramme ombrothermique de BANGNOULS et GAUSSEN (1924)

Le diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausсен permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et de la température moyenne mensuelle qui son reportées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de celle de la température.



**Figure n° 7.** Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausсен en (1953) de la région de Messaâd (1990-2019)

Dans notre cas la courbe des pluies passe au-dessus de la courbe des températures, cette allure permet de constater que la période sèche s'étale le long de l'année, ce qui confirme l'intensité de la sécheresse dans la région.

#### 2.6.2.5 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger (1955)

Ce quotient est appliqué aux pays méditerranéens et ceux du Sahara septentrional. Sur un graphique, on représente en abscisses les valeurs de la moyenne des minima des mois les plus froids et en ordonnées les valeurs de  $Q_2$  calculées suivant la formule :

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

P: moyenne des précipitations annuelles (mm).

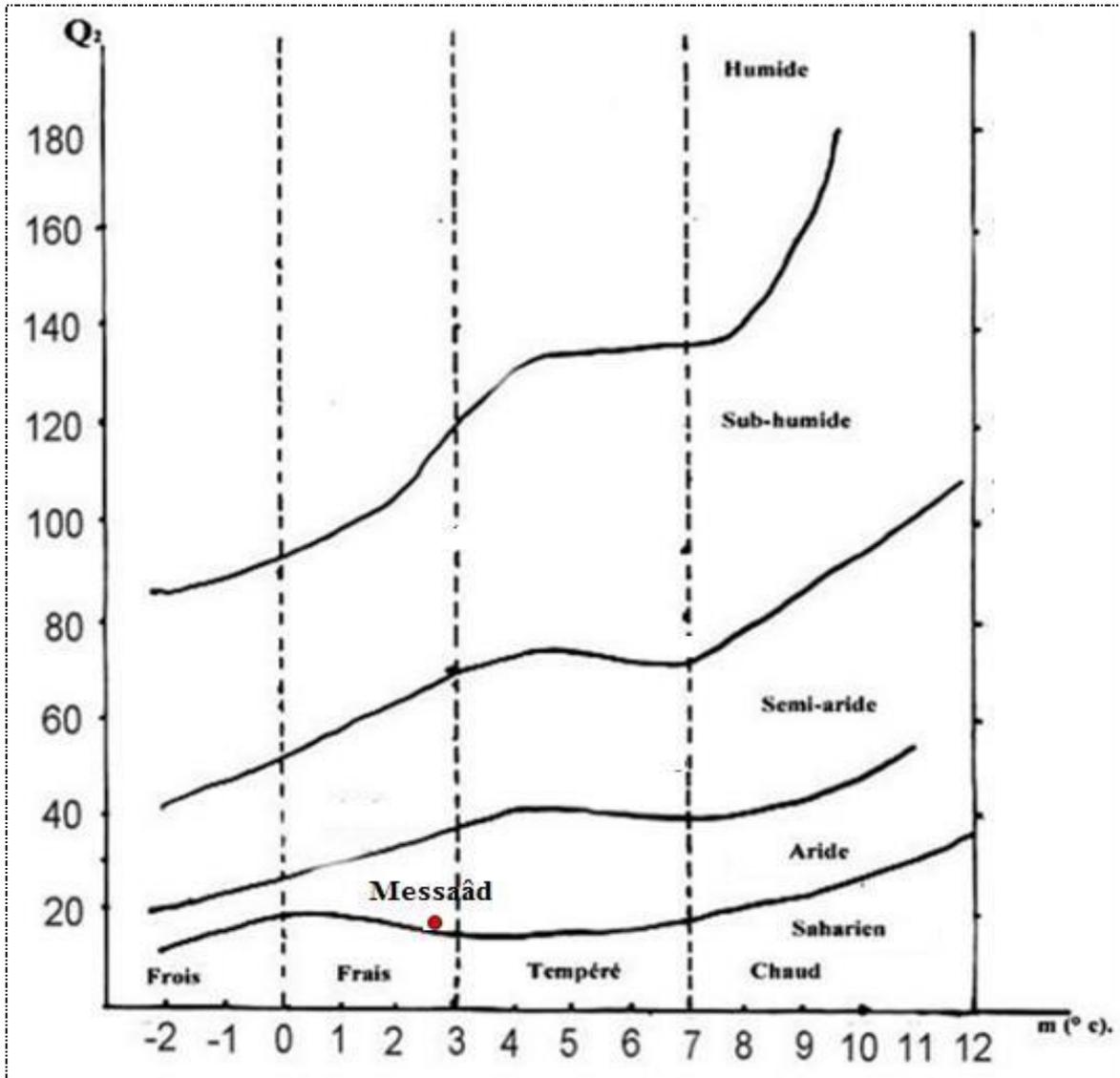
M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°k).

m: moyenne des minima du mois le plus froid (°k).  $T (^{\circ}k) = T (^{\circ}C) + 273,2$ .

**Tableau 08.** Valeur de  $Q_2$  et étage bioclimatique

Zone	Période	p (mm)	M (°C)	m (°C)	$Q_2$	Étage bioclimatique
Région de Messaâd	1990-2019	152.20	37,16	2,07	14,81	érieur à hiverfrais

Selon le climagramme d'Emberger (Figure n° 8), la région de Messaâd est située dans l'étagebioclimatique aride inférieur à hiver frais.



**Figure n° 8.** Climagramme d'Emberger (région de Messaâd)



## **CHAPITRE 3**

Matériels et méthodes

### 3.1 Échantillonnage

Un échantillon est un groupe relativement petit et choisi scientifiquement de manière à représenter le plus fidèlement possible une population (Savard, 1978). Ainsi, au lieu d'examiner l'ensemble de la population, on étudie une partie ou un sous-ensemble de cette population qui est représentatif et à partir duquel on peut tirer des conclusions pour l'ensemble de cette population.

Selon Gounot, (1969) et Daget, (1989), pour toutes études écologiques fondées sur des relevés de terrain, l'échantillonnage est la première phase du travail et toute la suite en dépend. Cela veut dire que l'échantillonnage est un ensemble d'opérations qui ont pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer l'échantillon (Dagnelie, 1970). Pour notre cas, nous avons adopté un échantillonnage subjectif.

### 3.2 Choix des dayas

A fin d'atteindre notre objectif de travail et de limiter correctement l'espace échantillonné, un certains nombres de documents de base ont guidé notre plan méthodologique :

- ✚ La carte de répartition de pistachier de l'Atlas dans la région de Messaâd réalisée par le BNEDER en 2010.
- ✚ Les documents anciens et récents réalisées dans la région sur la végétation en général et en particulier sur l'espèce étudiée.

Des prospections de terrain ont été effectuées afin de mieux choisir les dayas qui répondent à notre objectif d'étude. Finalement deux bosquets ont fait l'objet de la présente étude, il s'agit d'Oum El Khechab et El Khoua (Figure n° 9).

### 3.3 Description des dayas

#### 3.3.1 Oum El Khechab

Cette station qui couvre approximativement une superficie de 60 ha est située entre 33° 79' de latitude nord et 3° 81' de longitude est, juste à coté du village d'Oum El Khechab. Elle est localisée à une altitude de 691 m environ, à 50 kilomètres au sud de la commune de Messaâd. La station est pâturée et présente un taux de recouvrement de 50 à 60 %.

### 3.3.2 El Khoua

Ce bosquet s'étend sur 30 ha, il est situé entre 33° 83' de latitude Nord et 3° 69' de longitude est, à 39 kilomètres au sud de la commune de Messaâd et 11 kilomètres au nord du village d'Oum El Khechab . Il se localise à environ 661 m d'altitude et présente un taux de recouvrement de 60 à 70%. Il montre des signes de dessèchement.

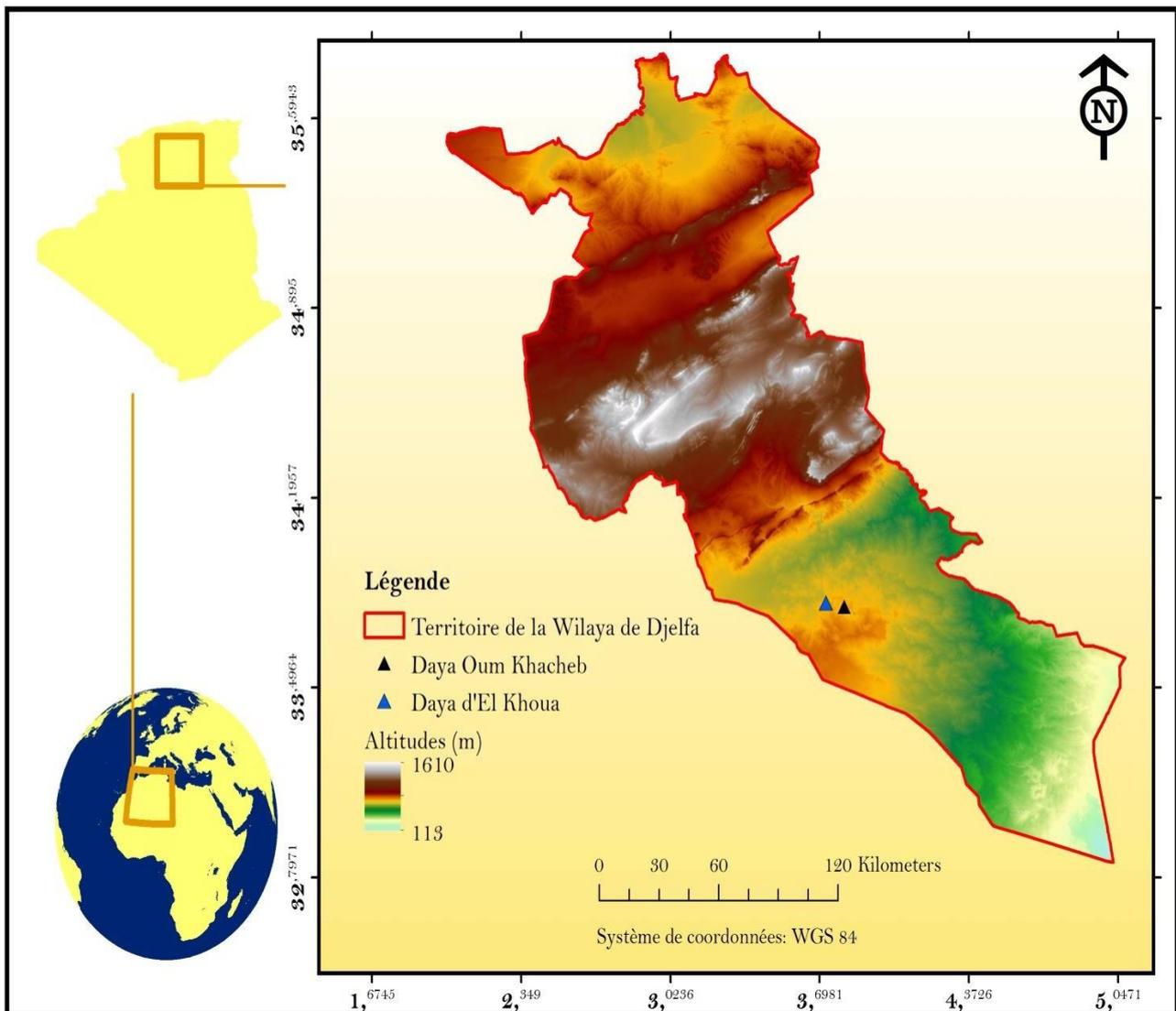


Figure n° 9. Situation des days étudiés

### 3.3 Mesures effectuées

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

### **3.4.1 Mesure des circonférences**

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

### **3.4.2 Mesure de la hauteur totale**

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

### **3.4.3 Mesure de la hauteur de fût**

Le fût est la partie du tronc d'un arbre située entre le sol et la première grosse branche, donc on mesure la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son première grosse branche.

### **3.4.4 Détermination de la hauteur du houppier**

La hauteur du houppier égale la différence entre la hauteur totale de l'arbre moins la hauteur du fût.

## **3.5 Etude des structures**

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

### **3.5.1 La structure diamétrique**

La structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classes de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus (Rollet, 1974). Pour cela on utilise souvent un résultat d'inventaire qui donne pour chaque classe de diamètre le nombre de tiges. On peut facilement en déduire un graphique qui pourra être utilisé dans le cadre de l'aménagement ou la sylviculture (Gaudin, 1996).

La structure diamétrique est porteuse d'informations sur la stabilité (équilibre) du peuplement. Son emploi peut s'avérer utile dans le cadre d'un exercice de modélisation de la dynamique forestière (Favrichon, 1995 ; Gourlet - Fleury, 1997).

Compte tenu du nombre très élevé des arbres échantillonnés le regroupement des sujets par classes de diamètre s'avère un choix pertinent.

Les classes de diamètre retenues sont :

- $\emptyset \leq 10$  cm: Perches (PER)
- $10 < \emptyset \leq 22,5$  cm: Petit bois (PB)
- $22,5 < \emptyset \leq 42,5$  cm: Moyen bois (MB)
- $42,5 < \emptyset \leq 62,5$  cm: Gros bois (GB)
- 62,5 cm: Très gros bois (TGB)

Ces mêmes classes de diamètres sont retenues par Guerine *et al.*, (2019) pour le pistachier de l'Atlas dans la région d'Ain Benkhelil (Naâma), Hadjadj *et al.*, (2019) pour le chêne liège dans la subéraie de Hafir (Tlemcen) et Hadjadj *et al.*, (2020) pour le frêne dimorphe dans les Monts des Ksours.

Notant que les sujets dont le diamètre ne dépasse pas 10 cm (perches) sont considérés comme régénération naturelle.

### 3.5.2 La structure verticale

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

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

- Classe 1 :  $h \leq 5$  m
- Classe 2 :  $5 < h \leq 10$  m
- Classe 1 :  $10 < h \leq 15$  m
- Classe 1 :  $15 < h \leq 20$  m
- Classe 1 :  $h > 20$  m

## 3.6 Notion du houppier et ses caractéristiques quantitatives

Le houppier d'un arbre est l'ensemble des branches et des rameaux qui entourent la partie supérieure de l'arbre (Rondeux, 1993).

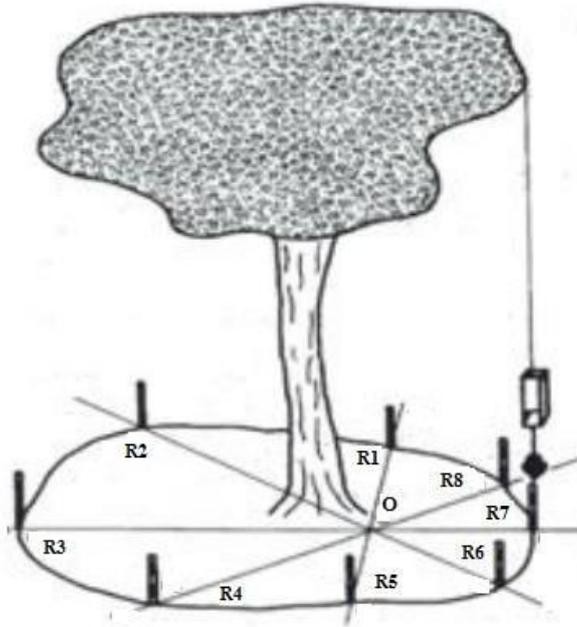
### 3.6.1 Surface et diamètre houppier

Rondeux (1993), signale que le diamètre du houppier d'un arbre constitue une caractéristique dendrométrique intéressante, essentiellement dans deux optiques :

- La quantification des effets du traitement sylvicole : un houppier se développant autant plus que l'arbre dispose de plus d'espace

- L'utilisation de photos aériennes à des fins d'inventaire, d'analyse de végétation, ou de cubage

En pratique, le diamètre tiendra compte de la projection horizontale houppier. En effet, la surface projetée du houppier pouvait être effectuée avec une bonne précision en mesurant au moins 4 rayons, de préférence 8 (Figure n° 10) dans des directions faisant des angles égaux. Le premier rayon est fixé au hasard (Pardé & Bouchon, 1988 ; Rondeux, 1993).



**Figure n° 10.** Principe de la projection horizontale du houppier (Rondeux, 1993)

Dans le cas de  $n$  rayons  $r$ , la surface de la projection horizontale  $S_p$  résulte de la moyenne quadratique suivante :

$$S_p = \pi * \sum_{i=1}^n R_i^2 / n$$

De laquelle on déduit le diamètre moyen du houppier, soit :

$$d_{ho} = \sqrt{\frac{4}{\pi}} * S_p = 2 \sqrt{\sum_{i=1}^n R_i^2 / n}$$

Avec :

$d_{ho}$  : diamètre moyen du houppier.

$S_p$  : surface projetée du houppier.

$R_i$  : rayons

### 3.6.2 Proportion du houppier

C'est le rapport entre la hauteur du houppier et la hauteur totale de l'arbre, exprimée en pourcentage. La proportion du houppier =  $h_{ho}/h$

$h_{ho}$  : Hauteur du houppier.

H Hauteur totale

### 3.6.3 Degré de bombement du houppier

Le degré de bombement du houppier se calcule par la formule suivante :  $dh^2/h_{ho}$

## 3.7 Diagnostic architectural : la méthode ARCHI

L'observation des arbres est un acte de gestion en soi. Comment repérer les arbres d'un peuplement mieux à même de réagir à un stress ? Comment distinguer précocement le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement ?

Depuis 2010, le CNPF développe un outil de diagnostic visuel, la méthode ARCHI. Elle s'adresse aux forestiers, mais aussi à tous ceux qui travaillent hors forêt : arboristes, consultants, paysagistes...etc.

### 3.7.1 Définition et objectifs

La méthode ARCHI est une méthode de diagnostic visuel du dépérissement et des capacités de résilience des arbres basée sur une lecture de l'architecture des houppiers (Drénou & Caraglio, 2019).

La méthode ARCHI réalise un double diagnostic: celui du stade de développement et celui de l'état physiologique. Elle s'intéresse aux symptômes architecturaux d'un dépérissement, mais pas à ses causes (Drénou, 2014).

Selon Drénou *et al.*, (2011), la méthode permet de :

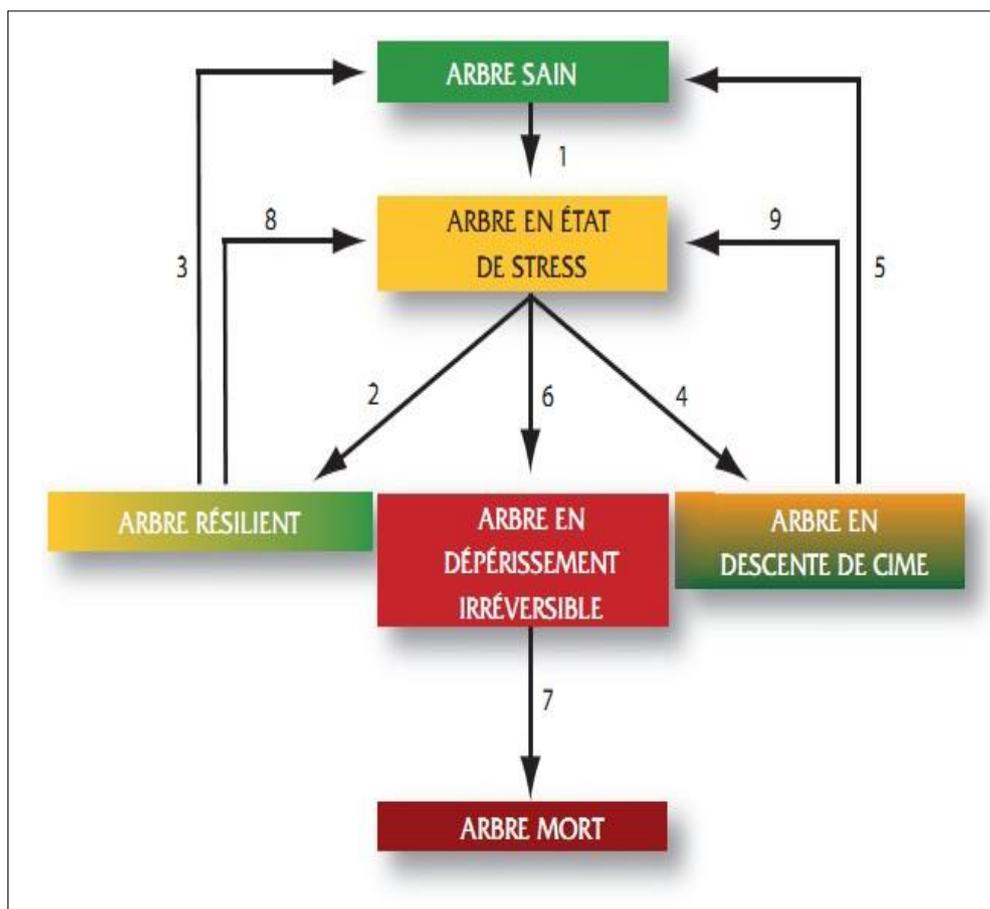
- ✓ Diagnostiquer le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement.
- ✓ Ne pas confondre mortalité naturelle (vieillesse) et mortalité anormale.
- ✓ Conseiller les gestionnaires et propriétaires dans la gestion et le suivi des forêts.

### 3.7.2 Principe de la méthode ARCHI

Le principe de la méthode ARCHI s'explique comme suit (Drénou *et al.*, 2011) :

Lorsqu'un arbre sain subit un stress (flèche n°1), il exprime des symptômes au niveau de différents organes (feuilles, racines, écorce...), mais aussi à l'échelle de son architecture globale. Selon la nature du stress et l'état sanitaire initial de l'arbre, celui-ci peut s'orienter

vers différentes voies. Les voies de la résilience, c'est-à-dire les retours à l'état sain après une phase de rétablissement physiologique et morphologique. Cette résilience peut conduire à la restauration du houppier à l'identique (flèches n° 2 et 3), mais aussi, notamment en milieu forestier peu dense et en milieu ouvert, à la mise en place d'un deuxième houppier et à la disparition progressive des branches sommitales (phénomène de descente de cime, flèches n° 4 et 5). Évidemment, l'arbre résilient et le sujet en descente de cime ne sont pas à l'abri d'un deuxième stress (flèches n° 8 et 9). Les voies sans issues, soit parce que l'arbre se trouve bloqué dans une situation de croissance ralentie et irréversible, soit parce que l'affaiblissement général précipite l'organisme vers une mort inéluctable (flèches n°6 et 7).



**Figure n° 11.** Les dynamiques de réaction d'un arbre après un dépérissement selon la méthode ARCHI (Drénou *et al.*, 2011)

### 3.7.3 Comment observer ?

Afin d'avoir des bonnes visions, il est primordiale de suivre les conseils suivants (Drénou, 2009) :

- ✓ Choisir la bonne distance d'observation (trop près: vision « Pessimiste »; trop loin: vision « Optimiste »; idéalement: Distance = Hauteur de l'arbre).

- ✓ Tourner autour de l'arbre pour choisir le meilleur angle de vue.
- ✓ En peuplement dense et haut, cumuler les observations partielles réalisées depuis des emplacements différents.
- ✓ En montagne, choisir la position amont.
- ✓ Utiliser des jumelles
- ✓ Utiliser un appareil photographique pour prendre en photos certains sujets.
- ✓ Respecter les différents niveaux d'observation de la clé ARCHI.

#### **3.7. 4 Ou observer ?**

Selon, Drénou (2009), il existe des parties spécifiques à observer :

- ✓ L'arbre et l'houppier entier
- ✓ Le houppier hors concurrence
- ✓ La moitié supérieure du houppier hors concurrence
- ✓ Les unités architecturales sommitales
- ✓ Les branches basses et mortes
- ✓ Les chicots
- ✓ Le contour du houppier
- ✓ Les fourches maîtresses
- ✓ La ramification (normale ou appauvrie)
- ✓ Les suppléants

#### **3.7. 5 Types ARCHI ?**

La méthode ARCHI est une clé dichotomique qui permet, uniquement grâce à l'observation architecturale des parties aériennes des individus, d'évaluer le degré de résistance de l'arbre, de savoir s'il est stressé ou s'il présente un affaiblissement, résilient ou irréversible. Drénou, (1994) disait que les clés de détermination conduit l'observateur vers 6 types ARCHI (Figure n° 12) :

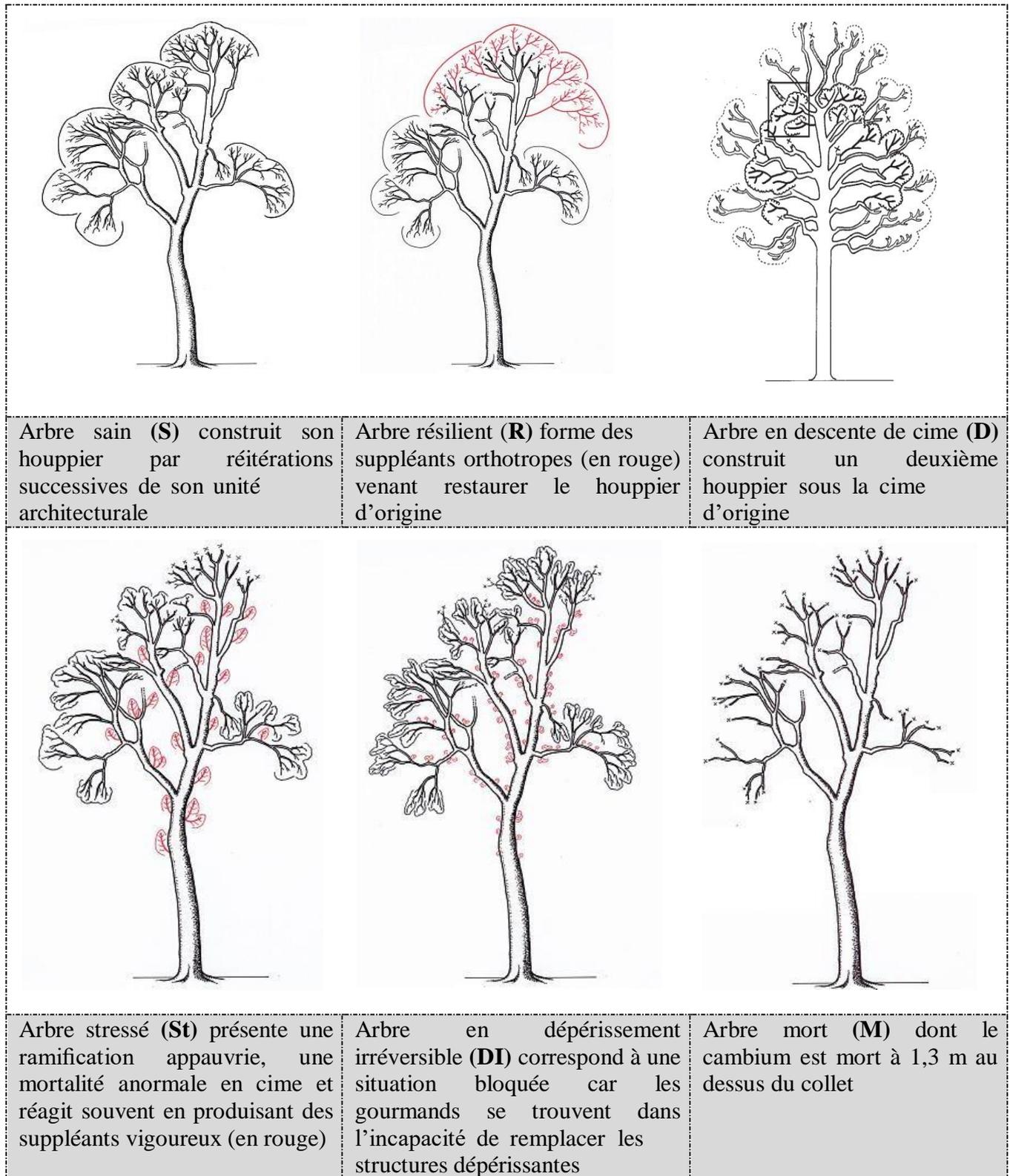


Figure n° 12. Les différents types ARCHI (Drénou *et al.*, 2011)

== == == == == ==

|| **CHAPITRE 4** ||

|| Résultats et discussion ||

== == == == == ==

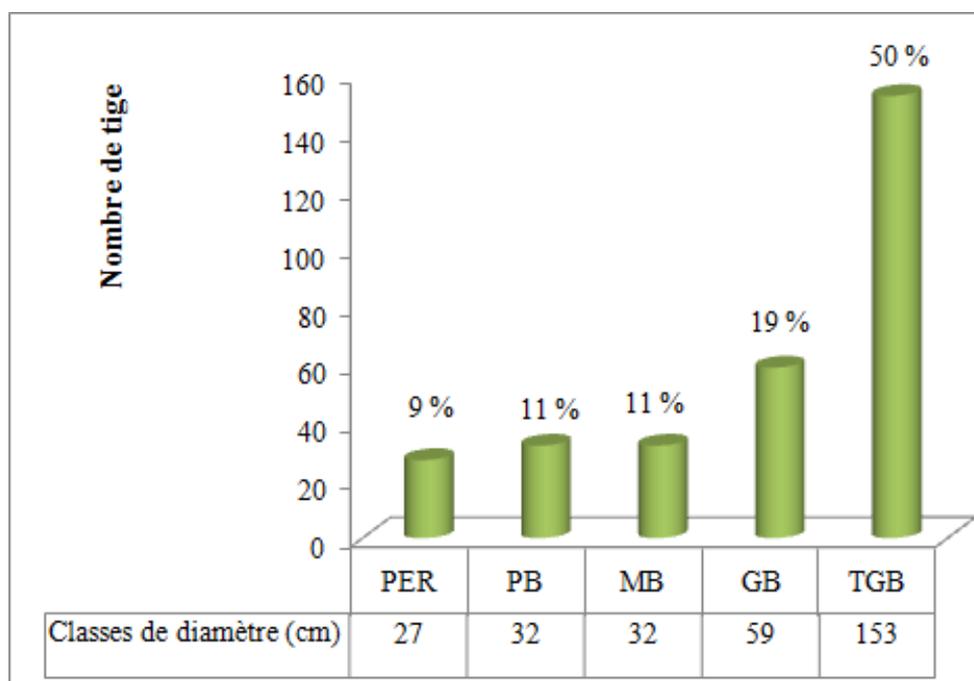
## 4.1 Structure diamétrique des bosquets étudiés

Dans tout aménagement durable la détermination de la structure et la manière par laquelle les arbres se répartissent en fonction de leurs diamètres à 1,30 m est essentielle dans les stratégies de réhabilitation et de conservation.

Nous présentons ci-dessous la structure diamétrique des deux bosquets étudiés.

### 4.1.1 Bosquet Oum El Khechab

Au total, 303 sujets ont fait l'objet des mesures dans ce bosquet. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante.



**Figure n° 13.** Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans le bosquet Oum El Khechab

L'analyse globale de la distribution des nombres de tige par catégories de diamètre (Figure n° 13) mis en évidence une nette dominance de la catégorie très gros bois et gros bois avec respectivement 50 % et 19 %, ce qui représente 69 % de l'ensemble.

La classe des perches représente 9 % du peuplement avec 27 sujet, alors que les deux classes petit et moyen bois sont identiquement représentées avec 32 sujet pour chacune d'elles.

De manière générale, nous sommes en présence d'une vieille futaie de pistachier de l'Atlas à structure régulière (dominance de 2 classes) de type gros bois – très gros bois.

### 4.1.2 Bosquet El Khoua

Ce bosquet compte environ 209 sujets, il est caractérisé d'un point de vue typologique par la dominance de petit bois (37,80 %), très gros bois (25,36 %) et perches (22,49 %). Les autres classes de diamètres comptent des proportions faibles entre 6,22 % (moyen bois) et 8,13 % (gros bois).

En général, nous sommes en présence d'un peuplement plus au moins jeune que le bosquet d'Oum El Khechab, puisque les perches et le petit bois cumulent 60,29 % du peuplement. Notre peuplement correspond donc à une futaie pure de pistachier de l'Atlas à structure irrégulière (dominance de 3 classes) de type petit bois – très gros bois - perches.

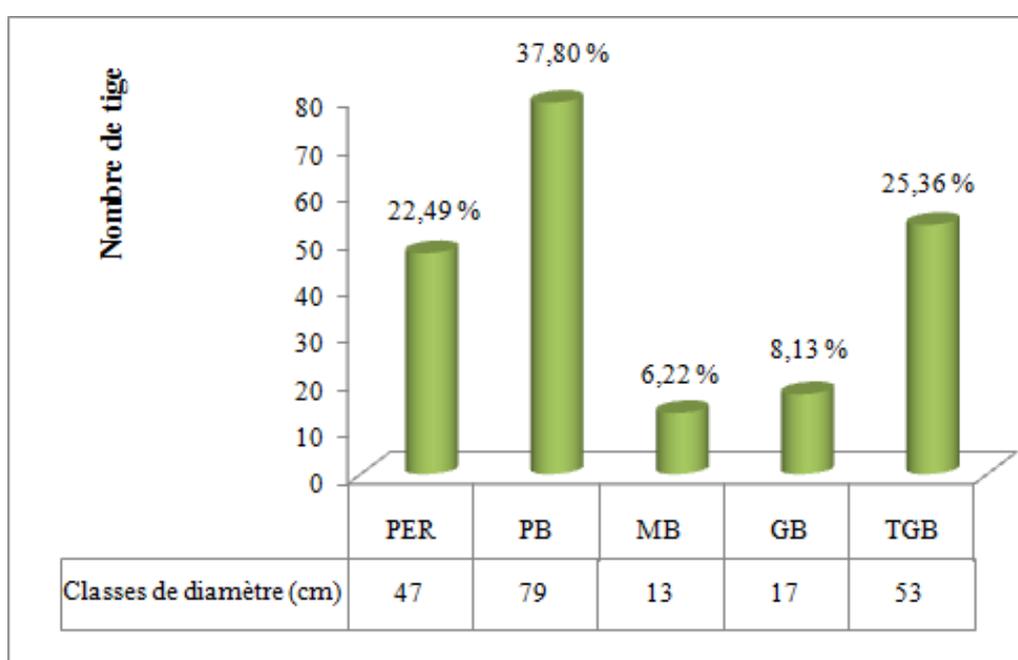


Figure n° 14. Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas dans le bosquet El Khoua

Tableau 9. Principales caractéristiques sylvicoles des bosquets étudiés

<i>Bosquet</i>	<i>Oum El Khechab</i>	<i>El Khoua</i>
<b>Origine du peuplement</b>	Naturel	Naturel
<b>Régime du peuplement</b>	Futaie	Futaie
<b>Typologie du peuplement</b>	Régulière (gros bois – très gros bois)	Irrégulière (perches – petit bois – très gros bois)
<b>Composition du peuplement</b>	pur	pur
<b>Autres arbustes</b>	Jujubier	Jujubier
<b>Densité</b>	clair	clair
<b>Régénération par semis</b>	Très faible	moyenne
<b>Pâturage</b>	abondant	faible

## 4.2 Structure verticale des bosquets étudiés

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

### 4.2.1 Bosquet Oum El Khechab

La hauteur du peuplement varie de 1,50 à 24,75 m. La valeur moyenne pour l'ensemble du bosquet est 11,46 m. La figure n° 15 schématise la distribution des sujets en classes de hauteur. Elle révèle la dominance de la classe 2 (92 sujets), suivie de la classe 3 (87 sujets), et en troisième position la classe 4 (74 tiges). Les fréquences respectives sont 30,36 %, 28,71 % et 24,42 %, soit un total de 83,49 %. La classe des arbustes (classe 1), dont la hauteur ne dépasse pas 3 m compte seulement 32 sujets, soit 10,56 %. Les arbres de hauteur supérieure à 20 m représentent la proportion la plus faible (5,94 %).

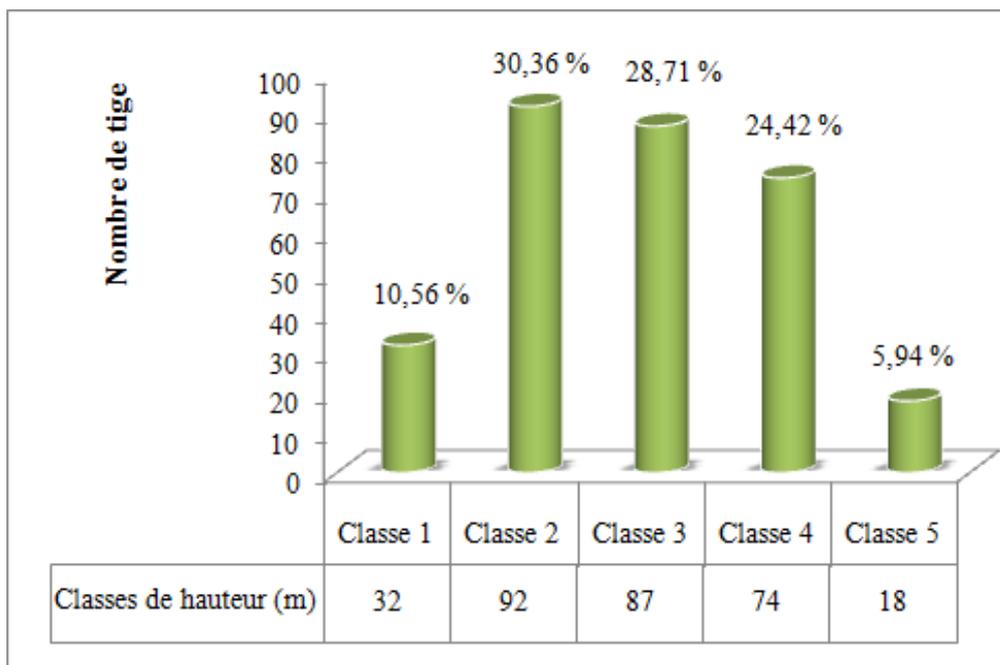
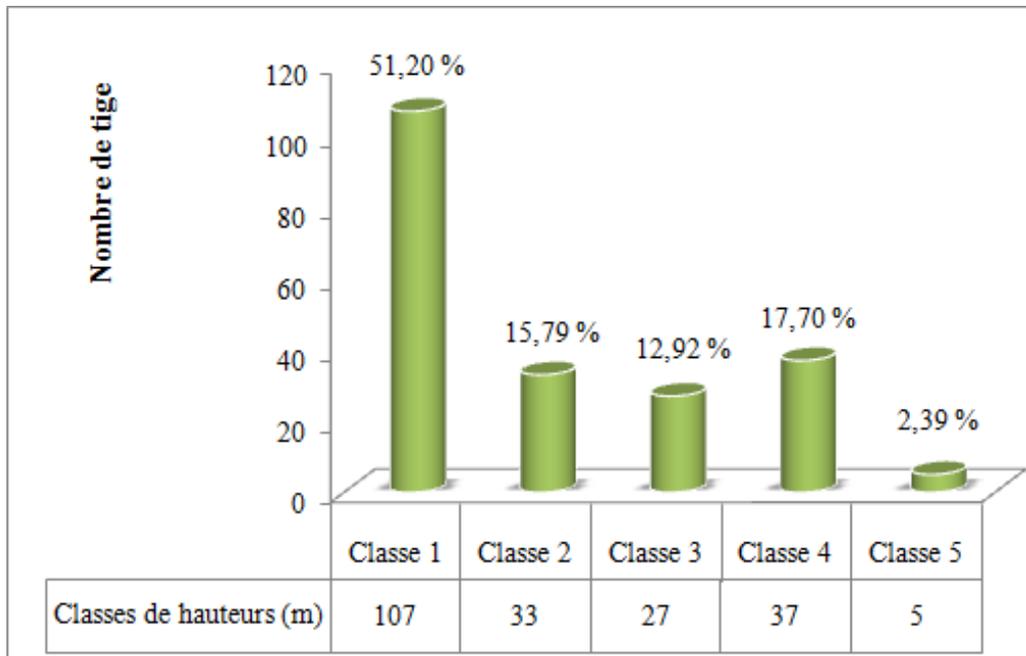


Figure n° 15. Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans le bosquet Oum El Khechab

### 4.2.2 Bosquet El Khoua

Les hauteurs des arbres qui composent ce bosquet oscillent entre 0,8 à 24 m, avec une moyenne de 7,90 m. Le bosquet se caractérise par la dominance des arbres ayant des hauteurs inférieures à 3 m (classe 1) avec 107 sujets, ce qui représente 51,20 % du peuplement.

Les autres classes occupent des proportions faibles à très faibles (figure n° 16). La classe 4, qui renferme des arbres de 15 à 20 m occupe 17,70 % du peuplement, elle est suivie par la classe 2 avec 15,79 %. Les sujets allant de 10 à 15 m (classe 3) compte 12,92 %, et la dernière position est occupée par les tiges qui dépassent 20 m de hauteur avec seulement 2,39 %.



**Figure n° 16.** Structure verticale du pistachier de l'Atlas dans le bosquet El Khoua

### 4.3 Hauteur des fûts

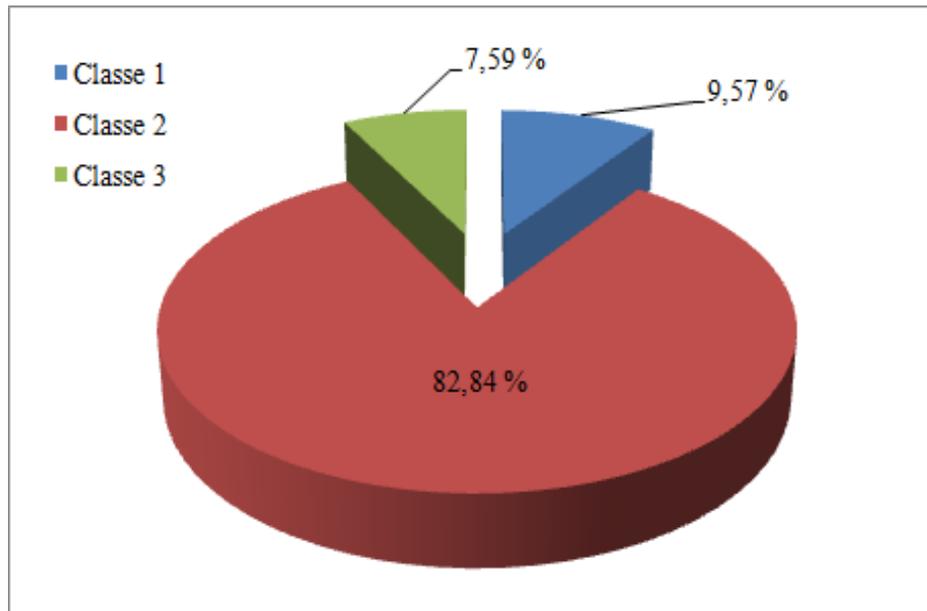
Les hauteurs des fûts des arbres échantillons dans les deux bosquets sont regroupées en classes pour faciliter leurs représentations graphiques. Les classes retenues sont :

Classe 1 :  $h_{\text{fût}} \leq 1,50$  m Classe 2 :  $1,50 < h_{\text{fût}} \leq 3$  m Classe 3 :  $h_{\text{fût}} > 3$  m

#### 4.3.1 Bosquet Oum El Khechab

Les hauteurs de fût obtenues dans le présent bosquet varient entre 0,4 à 3,60 m, avec une moyenne de 2,38 m.

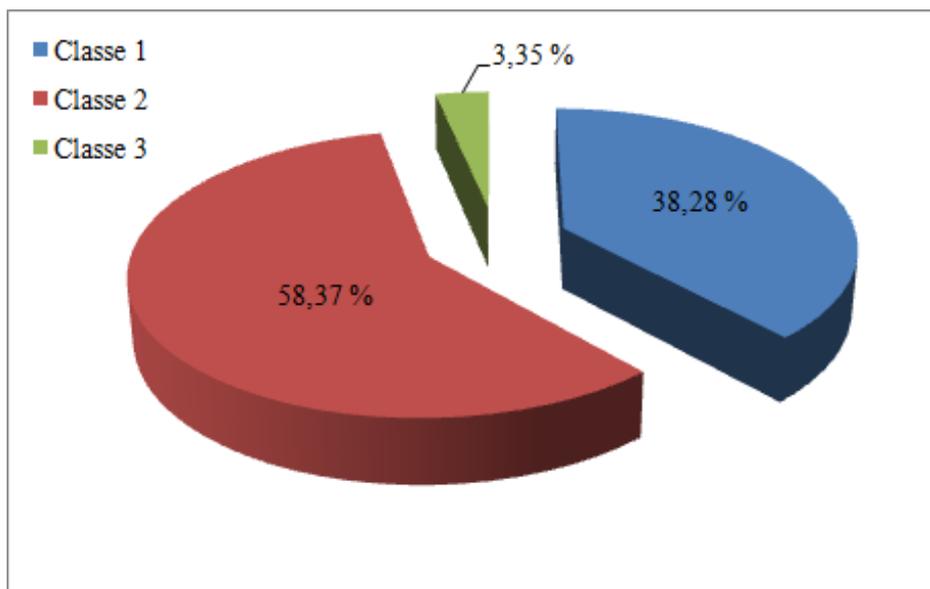
Les hauteurs de fût de la deuxième classe sont les plus dominants avec une fréquence relative de 82,84 %. Les arbres aux fûts réduits ( $\leq 1,50$  m) représentent 9,57 du peuplement, alors que les arbres dont les hauteurs de fût dépassent 3 m ne cumulent que 7,59 %.



**Figure n° 17.** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe de hauteur de fût dans le bosquet Oum El Khechab

#### 4.3.2 Bosquet El Khoua

La hauteur de fût dans ce cas varie de 0,30 à 11,20 m, avec une moyenne de 1,92 m. Comme l'autre bosquet la deuxième classes est la plus représentée avec 58,37 %, suivie par la classe des fûts réduits ( $\leq 1,50$  m), avec 38,28 %. Les arbres de fûts dépassant 3 m de hauteur sont les moins représentés avec une proportion de 3,35 %



**Figure n° 18.** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe de hauteur de fût dans le bosquet El Khoua

#### 4.4 Descripteurs statistiques des mesures dendrométriques

Les descripteurs statistiques des paramètres dendrométriques mesurés (hauteur totale, hauteur de fût et diamètre des troncs) des 512 arbres de pistachier de l'Atlas composant les 2 bosquets étudiés sont illustrés dans le tableau n° 10.

**Tableau 10.** Descripteurs statistiques des mesures dendrométriques

	<b>Bosquet Oum El Khechab</b>	<b>Bosquet El Khoua</b>
<b>Diamètre (1,30 m)</b>		
<b>Min</b>	0,01	0,01
<b>Max</b>	1,72	1,53
<b>Moy</b>	0,63	0,39
<b>Ecart - type</b>	0,37	0,31
<b>Coefficient de variation CV (%)</b>	58,56	79,49
<b>Hauteur totale (m)</b>		
<b>Min</b>	1,50	0,80
<b>Max</b>	24,75	24
<b>Moy</b>	11,46	7,90
<b>Ecart - type</b>	5,41	5,91
<b>Coefficient de variation CV (%)</b>	47,19	74,75
<b>Hauteur de fût (m)</b>		
<b>Min</b>	0,40	0,30
<b>Max</b>	3,60	3,9
<b>Moy</b>	2,38	1,88
<b>Ecart - type</b>	0,57	0,92
<b>Coefficient de variation CV (%)</b>	24,14	38,32

Sachant que, le coefficient de variation (CV) est un indicateur de dispersion, il nous informe sur la manière par laquelle les individus se répartissent autour de la moyenne. Ce coefficient se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Plus la valeur du coefficient de variation est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est importante.

Dans notre cas, nous constatons qu'il y a une variabilité importante entre les diamètres de pistachier de l'Atlas dans les bosquets étudiés, puisque les coefficients de variation obtenus sont respectivement 58,56 % à Oum El Khechab et 79,49 % à El Khoua.

Cette constatation est aussi valable pour les hauteurs totales du pistachier de l'Atlas dans le bosquet Oum El Khechab (CV  $\approx$  47,19 %) et El Khoua (CV  $\approx$  74,75 %).

En outre, il existe une variabilité moyenne entre les hauteurs des fûts des arbres dans la mesure où le coefficient de variation est proche de l'un quart de la moyenne ( $CV \approx 24,14\%$ ) à Oum El Khechab et l'un tiers ( $CV \approx 38,32\%$ ) à El Khoua.

#### 4.5 Paramètres descriptifs du houppier de pistachier de l'Atlas

Vu le nombre important des arbres échantillonnés dans les deux bosquets (512 sujets), et afin de décrire les caractéristiques quantitatives du houppier de pistachier de l'Atlas, on a regroupé ces paramètres quantitatifs dans les classes de diamètre établis précédemment (Tableau n° 11).

**Tableau 11.** Paramètres descriptifs du houppier de pistachier de l'Atlas dans les bosquets étudiés

<i>Bosquet Oum El Khechab</i>						
Classes de diamètre		PER	PB	MB	GB	TGB
Sp (m <sup>2</sup> )	Min	0,14	0,09	6,34	7,21	13,64
	Max	18,65	65,70	43,91	104,16	217,92
	Moy	<b>3,49</b>	<b>14,01</b>	<b>24,92</b>	<b>54,31</b>	<b>156,52</b>
d <sub>ho</sub> (m)	Min	0,42	0,35	2,84	3,03	4,17
	Max	4,87	9,15	7,48	11,52	16,66
	Moy	<b>1,97</b>	<b>3,89</b>	<b>5,51</b>	<b>8,13</b>	<b>11,18</b>
h <sub>ho</sub> /h (%)	Min	22,73	26,32	60,00	44,12	38,82
	Max	78,18	82,22	83,75	86,43	91,35
	Moy	<b>51,97</b>	<b>65,70</b>	<b>71,75</b>	<b>72,54</b>	<b>81,10</b>
d <sub>ho</sub> <sup>2</sup> /h <sub>ho</sub> (m)	Min	0,16	0,24	1,42	1	1,10
	Max	6,75	19,24	12,45	18,69	29,81
	Moy	<b>2,54</b>	<b>4,82</b>	<b>5,90</b>	<b>9,84</b>	<b>10,54</b>
<i>Bosquet Oum El Khoua</i>						
Classes de diamètre		PER	PB	MB	GB	TGB
Sp (m <sup>2</sup> )	Min	0,10	0,55	6,58	10,87	12,47
	Max	9,18	96,52	40,48	130,64	183,73
	Moy	<b>1,70</b>	<b>13,97</b>	<b>19,77</b>	<b>68,08</b>	<b>105,69</b>
d <sub>ho</sub> (m)	Min	0,36	0,84	2,89	3,72	3,10
	Max	3,42	11,09	7,18	12,90	15,30
	Moy	<b>1,28</b>	<b>3,52</b>	<b>4,87</b>	<b>9,01</b>	<b>10,57</b>
h <sub>ho</sub> /h (%)	Min	11,76	46,67	52,50	67,57	38,31
	Max	89,57	78,46	88,57	85,78	88,91
	Moy	<b>50,28</b>	<b>63,67</b>	<b>74,77</b>	<b>75,27</b>	<b>78,78</b>
d <sub>ho</sub> <sup>2</sup> /h <sub>ho</sub> (m)	Min	0,02	0,35	1,53	1,75	0,95
	Max	8,99	58,55	12,28	19,66	15,87
	Moy	<b>1,83</b>	<b>5,89</b>	<b>4,62</b>	<b>10,51</b>	<b>9,57</b>

Les indices de base qui définissent les paramètres des houppiers sont des données essentielles lorsqu'on entame des opérations d'enrichissement ou de reconstitution d'un milieu donné. Ces paramètres constituent ainsi un modèle de base établie spécifiquement pour les deux bosquets étudiés. Ils nous donnent une idée bien précise sur le diamètre houppier du pistachier de l'Atlas, son surface projetée, sa proportion par rapport à la hauteur totale et son degré de bombement.

Les résultats obtenus lors des mesures des critères descriptifs des houppiers du pistachier de l'Atlas dans les bosquets étudiés mettent en évidence l'existence :

- D'une surface projetée du houppier qui varie de 3,49 à 156,52 m<sup>2</sup> à Oum El Khechab et 1,70 à 105,69 m<sup>2</sup> à El Khoua
- D'un diamètre du houppier allant de 1,97 à 11,18 m à Oum El Khechab et 1,28 à 10,57 m à El Khoua
- D'une proportion du houppier qui oscille de 51,97 à 81,10 % à Oum El Khechab et 50,28 à 78,78 % à El Khoua
- D'un degré de bombement du houppier allant de 2,54 à 10,54 m à Oum El Khechab et 1,83 à 9,57 m à El Khoua.

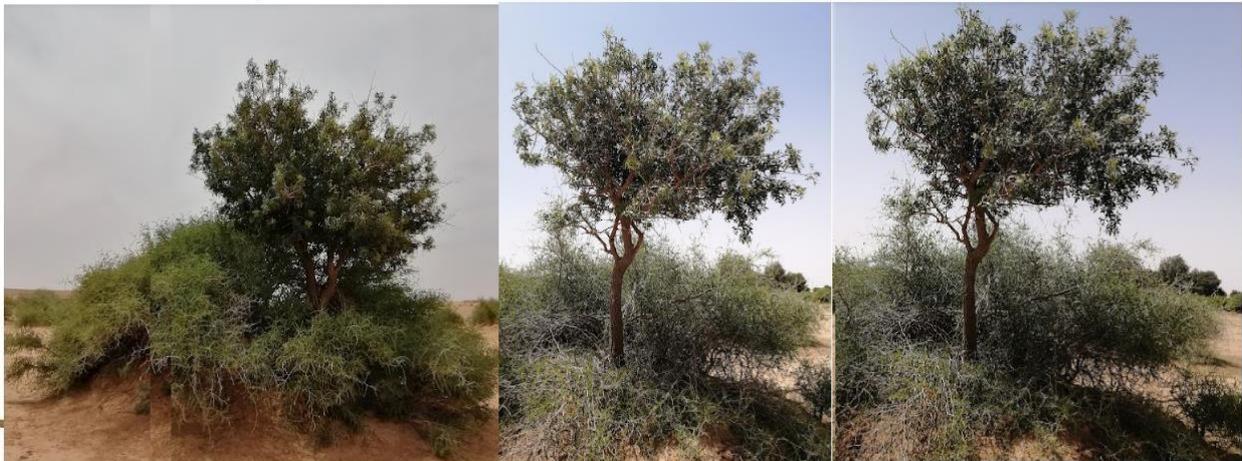
#### **4.6 Régénération naturelle de pistachier de l'Atlas « Effet Nurse »**

Conventionnellement, les sujets dont le Ø (à 1,30 m) est  $\leq 10$  cm sont considérés comme régénération naturelle.

La régénération naturelle du pistachier de l'Atlas requiert des conditions spéciales, nous avons constaté que tous les pieds régénérés se développaient à l'intérieur des jujubiers. Le taux de régénération naturelle est estimé à 9 % seulement dans le bosquet Oum El Khechab et à 22,49 % au niveau du bosquet El Khoua. Ces faibles rapports de régénération sont liés d'un côté à la dureté des téguments qui inhibent la germination, et de l'autre au surpâturage qui est très abondant surtout à Oum El Khechab.

Les graines disséminées par les oiseaux, où le vent à l'intérieur des touffes de jujubier (*Zizuphus Lotus*) trouvent un habitat favorable pour germer (*effet nurse*), dans ce sens Monjauze (1980), signale que « le jujubier est la mère du pistachier » ce qui atteste bien le caractère protecteur du jujubier envers le pistachier. De plus, le sol où les feuilles du *Zizuphus lotus* tombent deviendrait acide et faciliterait la germination des graines du pistachier de l'Atlas (Guerine *et al.*, 2019). Ce phénomène naturel constitue l'élément naturel primordial de reconstitution des peuplements de pistachier de l'Atlas.

En outre, la croissance et le développement du *Pistacia Atlantica* se fait au détriment du jujubier. Lorsque le Pistachier atteint certaines dimensions, le jujubier meurt (Figure n° 19).



**Figure n° 19.** Régénération naturelle du pistachier de l'Atlas (Effet nurse)

#### 4.7 Architecture du pistachier : types ARCHI

L'architecture, en nous renseignant sur les séquences de développement propres à chaque espèce, ainsi sur les écarts à la normale provoqués par les stress, revêt une valeur diagnostique. La méthode ARCHI prend en compte les deux composantes d'un dépérissement, à savoir : les symptômes de dégradation des houppiers, c'est-à-dire les écarts à la normale, et les processus de résilience, c'est-à-dire les retours à la normale (Drenou , 2009). La méthode à été développée pour la première fois chez le chêne pédonculé (Drenou *et al.*, 2011 et 2012), puis au Sapin pectiné (Giraud, 2012 ; Gravier, 2012).

##### 4.7.1 Bosquet Oum El Khechab

Les types ARCHI rencontrés dans ce bosquet sont figurés ci-dessus (Figure n° 20).

Le peuplement se structure en type ARCHI « S-R-St-D-M ». Nous constatons que les arbres sains (**S**) constituent la majeure partie du peuplement avec 182 sujets, soit 60,07 %. Le type résilient (**R**) est représenté par 64 sujets, soit 21,12 %, et la type stressé (**St**) compte 50 sujets, soit 16,50 % de l'ensemble. Ces trois types ARCHI cumulent 97,69 % du peuplement. Les arbres en descente de cime (**D**) et les arbres morts (**M**) ne comptent que 2,31 % du peuplement, avec 6 arbres en descente de cime (1,98 %) et un arbre mort (0,33 %). Nous signalons l'absence totale des arbres en dépérissement irréversible (**DI**) à Oum El Khechab.

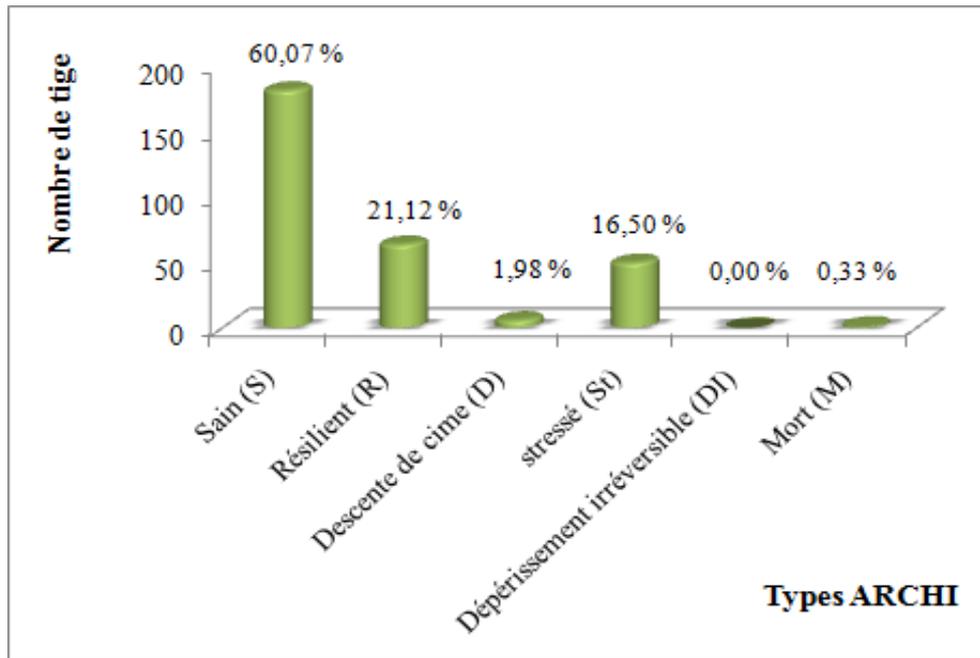


Figure n° 20. Types ARCHI rencontrés à Oum El Khechab

#### 4.7.2 Bosquet El Khoua

Le type ARCHI global du peuplement dans le présent bosquet est « S-R-DI-St-M-D ». Le type sain (**S**) est toujours majoritaire comme le bosquet précédent mais avec une proportion moins importante, soit 35,89 % (75 sujets). Le type résilient (**R**) occupe la deuxième position avec 23,44 % (49 sujets). 34 sujets sont en état de dépérissement irréversible (**DI**) avec un taux de 16,27 %, soit 34 sujets. Ainsi, les arbres stressés (**St**) présentent une proportion de 12,92 % (27 sujets). Les arbres morts (**M**) occupent une place importante ici, avec un taux de 8,61 %, soit 18 sujets, et en fin, les sujets qui présentent le symptôme descente de cime (**D**) restent faible avec uniquement un taux de 2,87 %, soit 6 sujets.

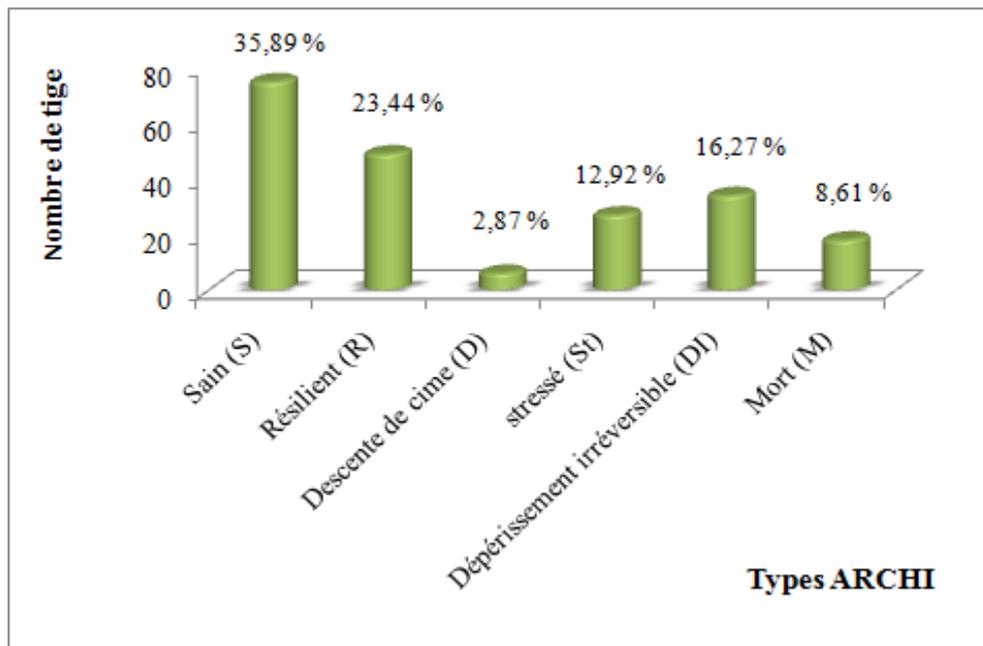


Figure n° 21. Types ARCHI appréciés à El Khoua

D'un point de vue classes de diamètre, nous relevons les remarques suivantes que (Tableau n° 12) :

- ✓ Le type ARCH arbre sain (**S**) est le plus réparti dans la classe de très gros bois et gros bois avec respectivement 53,85 % et 21,98 % à Oum El Khechab et très gros bois avec 45,33 % à El Khoua.
- ✓ Le type ARCH arbre résilient (**R**) est dominant dans la classe très gros bois par 42,19 % à Oum El Khechab et petit bois avec 51,02 % à El Khoua.
- ✓ Le type ARCH descente de cime (**D**) domine dans le moyen bois à Oum El Khechab (50 %), et petit bois à El Khoua (83,33 %).
- ✓ Pour le type stressé (**St**), il domine en très gros bois avec 52,00 % à Oum El Khechab, et petit bois à El Khoua par 51,85 %.
- ✓ Le type dépérissement irréversible est dominant en perches et petit bois à El Khoua avec respectivement 38,24 % et 50 %. Ce type est totalement manquant à Oum El Khechab.
- ✓ En fin, nous signalons la présence d'un seul arbre mort classé comme très gros bois à Oum El Khechab, et 18 arbres à El Khoua, dont 38,89 % dans la même classe (très gros bois).

Tableau 12. Types ARCHI par classes de diamètres

<i>Bosquet Oum El Khechab</i>						
Types ARCHI	Sain (S)	Résilient (R)	Descente de cime (D)	Stressé (St)	Dépérissement irréversible (DI)	Mort (M)
Classes de diamètre						
<b>PER</b>	17	8	0	2	0	0
<b>PB</b>	12	9	1	10	0	0
<b>MB</b>	15	7	3	7	0	0
<b>GB</b>	40	13	1	5	0	0
<b>TGB</b>	98	27	1	26	0	1
<i>Bosquet Oum El Khoua</i>						
Types ARCHI	Sain (S)	Résilient (R)	Descente de cime (D)	Stressé (St)	Dépérissement irréversible (DI)	Mort (M)
Classes de diamètre						
<b>PER</b>	18	6	1	6	13	3
<b>PB</b>	13	25	5	14	17	5
<b>MB</b>	2	6	0	2	1	2
<b>GB</b>	8	4	0	3	1	1
<b>TGB</b>	34	8	0	2	2	7

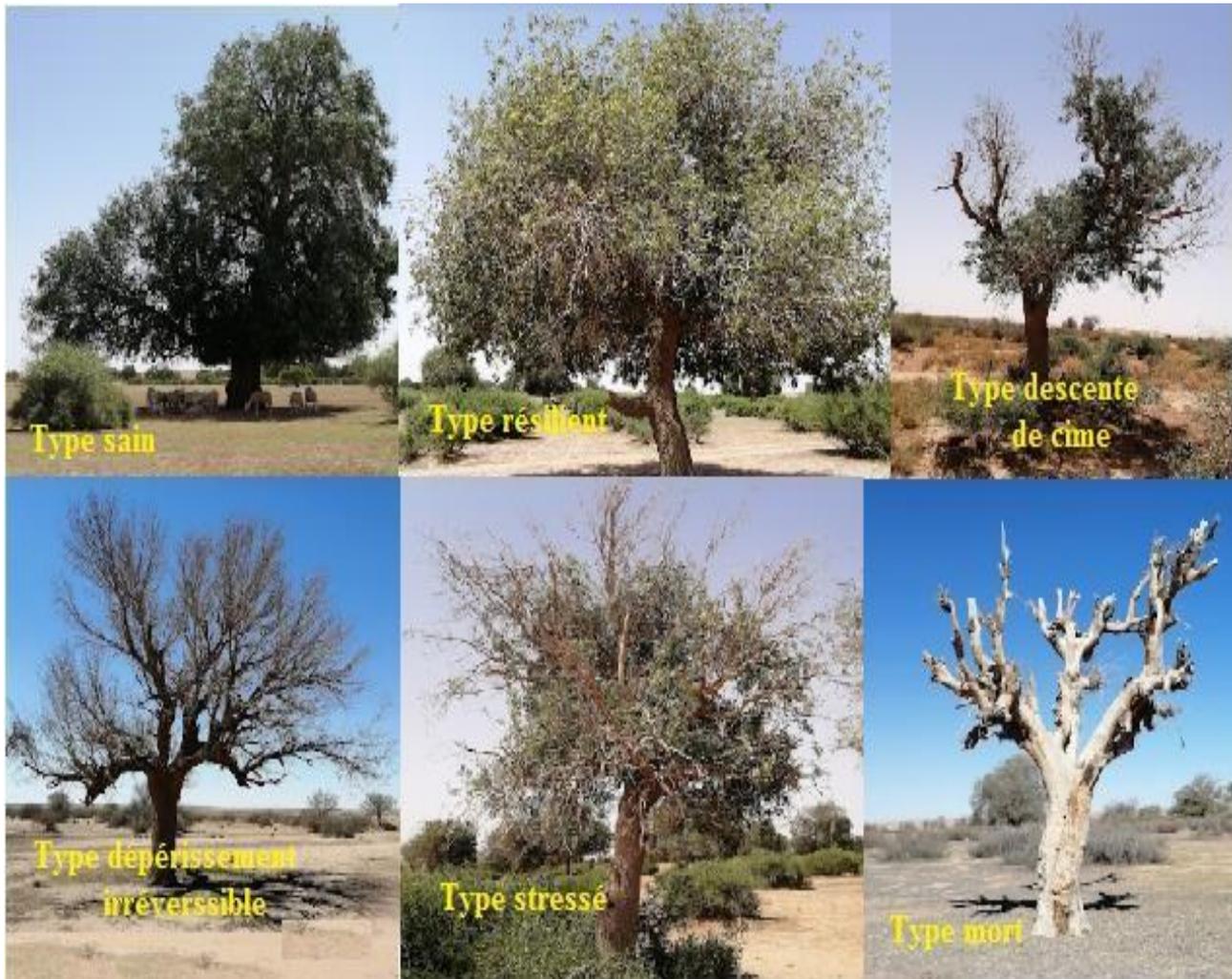


Figure n° 22. Photos des types ARCHI découverts dans les bosquets étudiés

---

## Conclusion générale

Les plantes endémiques protégées ou menacées de n'importe quel pays ou région sont de toute évidence, car ses celles qui suscitent le plus d'intérêt en matière de recherches, de protection et d'estimation de la biodiversité. En effet, en plus de leur intérêt biogéographique, elles sont rares dans un certain sens à l'échelle mondiale.

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

Actuellement, le pistachier commence à prendre de l'importance à l'échelle nationale et même à l'échelle régionale ce qui engendrera une meilleure prise en compte.

Les travaux entrepris dans ce mémoire, au niveau des deux bosquets étudiés sont axés essentiellement sur:

- L'étude des structures diamétriques et verticales des peuplements de pistachier de l'Atlas
- L'étude des principales caractéristiques du houppier de l'espèce (diamètre houppier, surface de projection, degré de bombement, proportion du houppier...)
- L'appréciation des descripteurs statistiques relatifs aux paramètres dendrométriques retenus
- Appréciation de la régénération naturelle dans les bosquets
- L'étude architecturale de l'espèce afin des déterminer les types ARCHI existants dans les bosquets étudiés.

Les résultats obtenus reflètent la présence d'une futaie à structure régulière dominée par deux classes de diamètre (gros bois – très gros bois) à Oum El Khacheb et

structure irrégulière dominée par trois classes (perches – petit bois – très gros bois) à El Khoua. La régénération naturelle est estimée à 9 % dans le bosquet Oum El Khechab et à 22,49 % au niveau d'El Khoua.

D'un point de vue hanteur totale, nous constatons la dominance des arbres ayants des hauteurs comprises entre 5 à 10 m à Oum El Khechab, et des arbres de moins de 3 m de hauteur à 3 m à El Khoua.

Les critères descriptifs du houppier du pistachier de l'Atlas mettent en évidence l'existence :

- D'une surface projetée du houppier qui varie de 3,49 à 156,52 m<sup>2</sup> à Oum El Khechab et 1,70 à 105,69 m<sup>2</sup> à El Khoua
- D'un diamètre du houppier allant de 1,97 à 11,18 m à Oum El Khechab et 1,28 à 10,57 m à El Khoua
- D'une proportion du houppier qui oscille de 51,97 à 81,10 % à Oum El Khechab et 50,28 à 78,78 % à El Khoua
- D'un degré de bombement du houppier allant de 2,54 à 10,54 m à Oum El Khechab et 1,83 à 9,57 m à El Khoua.

L'étude architecturale du pistachier de l'Atlas étudié, montre la présence d'un peuplement de type ARCHI « S-R-St-D-M » à Oum El Khechab et « S-R-DI-St-M-D » à El Khoua.

On conclusion, la présente étude nous a permis de récolter des informations relatives à la dynamique structurale et architecturale des peuplements de pistachier de l'Atlas au niveau de la région de Messaâd (wilaya de Djelfa).

Au terme de cette initiative nous suggérons que d'autres travaux soient entrepris pour compléter et valoriser les résultats obtenus lors de cette première contribution.

---

**Références bibliographiques**

- Al-Saghir MG., Porter DM., Nilsen ET. (2006). Leaf anatom of *Pistacia* species (Anacardiaceae). J Biol Sci 6: 242–244 pp.
- AlSaghir M.G. (2010). Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) based on morphological data, Asia Journal of Plant Sciences, 9 (1): 28-35 pp.
- Amara M. (2014). Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Thèse Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen (Algérie), 214 p.
- Arour A. (2001). Variation diachronique saisonnière de la dynamique de végétation dans une zone pré saharienne (Cas de la région de Messâad W.Djelfa), Mémoire d'ingénieur d'état en agropastoralisme, Centre Universitaire ZIANE ACHOUR Djelfa, 102 p.
- Bagnouls F., Gaussen H. (1953). Saison sèche et indice xérothermique. Doct. Cart. Prod. Vég. Ser. Gen II, 1, art. VIII, Toulouse, 47 p. 1 carte.
- Belhadj S. (1999). Pistachio situation in Algeria. FAO. CIHEAM.NUCIS NEWS LETTER, 8 : 30-30 pp.
- Belhadj S. (2001). Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation, Cahier Option Méditerranéennes, 56, 107 -109 pp.
- Belhadj S., Derridj A., Civeyrel L., Gers C., Aigouy T., Otto T., Gauquelin T. (2007b). Pollen morphology and fertility of wild Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf., Anacardiaceae). GRANA. 46: 48-156 pp.
- Belhadj S. (2007). Etude Eco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à sa valorisation, Thèse de Doctorat d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi ouzou, (Algérie), 182 p.
- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C. et Gauquelin T. (2008). Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. Botany, 86(5) : 520-532 pp.
- Belkhodja YK. (2014). Contribution à la description anatomique du phytomère chez le genre *Pistacia* de la wilaya de Tlemcen. Mémoire Master en écologie, gestion, et conservation de la biodiversité, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen (Algérie), 44 p.
- Benhassaini H. (2000). Contribution à l'étude d l'autoécologie de *Pistacia atlantica* ssp *atlantica* et valorisation. Thèse Doctorat d'état, Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès (Algérie), 83 p.
- Benhassaini H, Belkhodja M. (2004). Le pistachier de l'Atlas en Algérie : entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille, 54 : 1-2.

- Benhassaini H., Zoheir M., Laid H., Belkhodja M. (2007). Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest algérien. *Sécheresse*, n° 18 (3) : 199-205 pp.
- Benyahia Y. (2017). Etude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (Pistachier de l'Atlas), Mémoire Master, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem (Algérie), 109 p.
- Berrichi M., Chikh M., Haddad A., Allam F., Gueffar M., Belkhodja Y. (2017). Quelques aspects histo-morphologiques du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) dans le nord occidental de l'atlas tellien (Tlemcen-Algérie), *Algerian journal of arid environment*, vol. 7, n°1: 111-121 pp.
- Bonnet- Masimbert M., Villar M. (1986). La maîtrise e la reproduction sexuée R.F.F., XXXVIII, n° : 49-58 pp.
- Boudouaya M. (2015). Contribution à une étude des propriétés physiques et mécaniques du bois du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) en Algérie Nord-occidentale, Thèse Doctorat, Université Djillali LIABES, Sidi Bel Abbès, (Algérie), 187 p.
- Boudy P. (1952). Guide du forestier. Paris, La maison rustique, 505 p.
- Boudy P., (1955). Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Edit. Larousse. Paris. 483p.
- Boulos L. (2000). Flora of Egypt. Geraniaceae- Boraginaceae. Al hadara Publishing. 2: 75-77 pp.
- Chebouti M.N., Doumandji S., Chebouti Y. (2011). L'Entomofaune Saisonnière du Pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la Steppe Centrale de l'Algérie, *Silva Lusitana*, n° spécial: 1-9 pp.
- Cherair H. (2016). Etude éco-éthologique des peuplements de d'apoïdes (*Hymenoptera Aculeata*) en milieu steppique (Région de Djelfa), Thèse doctorat, ENSA, El Harrach, 171 p.
- Daget Ph. (1977). Le bioclimat méditerranéen. Caractères généraux. Mode de caractérisation. *Végétatio*, 34 (2) :1-20.
- Daget P.H. (1980). Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Nat. Mons. H.S.*: 101 – 126.
- Daget P.H., Godron M. (1974). Vocabulaire d'écologie. Hachette, Paris, 273 p.
- Dagnelie P. (1970). Théorie et méthode statistique. Vol.2 Ducolot, Gembloux. 415 p.
- Dahmani W. (2011). Etude de la variabilité morphologique du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), dans les zones steppiques de la région de Tiaret, Thèse Magister, Université d'Oran, 165 p.

- Dakuyo V.M. (2010). Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle Burkinabé : enquête ethnopharmacologique dans la région des cascades. Thèse Doctorat, Dakar, 104 p.
- Daoudi A., Boutou H., Ibijbijen J., Zair T., Nassiri L. (2015). Etude ethnobotanique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la ville de Meknes (Maroc), ScienceLib Ed Mersenne, Vol 5 , n ° 113-131 pp.
- Djebaili S. (1978). Steppe algérienne, phytosociologie et écologie, Ed OPU, Alger, 178 p.
- De Martonne E. (1926). Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo : 449-459.
- Debbache M. (1998). Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE. DEBRACH J. (1958). Note sur les climats du Maroc occidental. Maroc médical .32 (342) : 1122-1134.
- Deysson G. (1979). Organisation et classification des plantes vasculaires quatrième série, tome I, Édition de la Société d'enseignement supérieur, Paris. 340 p.
- Drénou C. (1994). Approche architecturale de la sénescence des arbres. Le cas de quelques angiospermes tempérées et tropicales, Thèse doctorat, Montpellier 261 p.
- Drénou C., 2009 – Face aux arbres, apprendre à les observer pour les comprendre. Ulmer, Paris, 156 p.
- Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., (2011). La méthode de diagnostic ARCHI. Application aux chênes pédonculés dépérissants. Forêt entreprise, 200 : 4-15.
- Drénou, C., Bouvier, M., Lemaire, J. (2012). Rôles des gourmands dans la résilience des chênes pédonculés dépérissants. Forêt Wallonne, 116 : 42-55.
- Drénou C., (2014). Du gourmand au suppléant...Vocabulaire botanique, technique, anthropocentrique ? La Garance Voyageuse, 105 : 6-11.
- Drénou C., Caraglio y. (2019). Parlez-vous Archi ? Les principales définitions de la méthode Archi, Forêt Entreprise, 246 :28-35.
- Dreux Ph. (1980). Précis d'écologie, ED, presses universitaires de France. Paris. 231 p.
- El Oualidi J., Ater M., Taleb A. (2004). Conception, essai et évaluation des meilleures pratiques des conservations in-situ des espèces végétales sauvages d'importance économique, Rapport national du projet régional, EP/INT/204/GEF.
- Emberger L. (1955). Sur le quotient pluviothermique. C.R.A.Sc. CCXXXIX : 2508-2510.
- Engler A. (1883). Burseraceae et Anacardiaceae, IN: A. Candolle & C. De Candolle: Monographiae Phanerogamarum. G. Masson, Paris, 4: 284-293 pp.

- Favrichon V. (1995). Modèle matriciel déterministe en temps discret. Application à l'étude de la dynamique d'un peuplement forestier tropical humide (Guyane française). Thèse Doctorat, Université Claude Bernard – Lyon I. 252 p.
- Favrichon V., Gourlet-Fleury S., Bar-Hen A., Dessard H. (1998). Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. Série FORAFRI. CIRAD-Forêt. Montpellier cedex 1. France. 67 p.
- Fennane M., Ibn tattou M., Ouyahya A., El Oualidi J. (2007). Flore pratique du Maroc, Manuel de détermination des plantes vasculaires, Vol. 2 Ed : Institut Scientifique. Rabat. 636 p.
- Gaudin S. (1996). Dendrométrie des peuplements. BTSA Gestion forestière module D42. Chataufarine, 1.1 : 64 p.
- 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- 143 pp.
- Giraud F. (2012). Suivi du dépérissement du sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) dans les Pyrénées : croisement de deux méthodes, l'architecture et la télédétection, à deux échelles spatiales différentes, Mémoire de fin d'étude, ENSSA, Université de Bordeaux 1, 34 p.
- Gounot M. (1969). Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Masson. Paris. 314 p.
- Gourlet-Fleury S. (1997). Modélisation individuelle spatialement explicite de la dynamique d'un peuplement de forêt dense tropicale humide (dispositif de Paracou-Guyane française). Thèse Doctorat, Université Claude Bernard (Lyon I). 274 p.
- Gravier H. (2012). Etude de dépérissement des sapinières du Livradois Forez, Mémoire de Fin d'étude, ENSSA, Université de Bordeaux aquitaine, 34 p.
- Guerine L., Hadjadj K. (2019). Ecodendrometric Characterization of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf) Stands in the Ain Ben Khelil Region (Southwestern Algeria), *Indian Forester*, 145 (11) : 1053-1061 pp.
- Guignard J.L., Dupont F. (2004). Botanique: Systématique moléculaire, 13ème Ed. Masson, Paris, 237 p.
- Hadjadj K., Benaïssa M., Mahammed M., Ouragh A., Rahmoué A. (2019). Importance des plantes médicinales pour la population rurale du parc national de Djebel Aïssa (Sud ouest Algérie), *Lejeunia*, Nouvelle série n° 199 : 1-12 pp.
- Hadjadj K., Benaïssa M., Mahammed M., Belkacem G., Guerine L. (2020). Les peuplements à *Fraxinus dimorpha* (Oleaceae) dans les Monts des Ksour occidentaux (Sud ouest algérien): diversité phytocénotique, dynamique structurale et perspectives de conservation, *Fl. Medit.* 30: 155-165.

- Halitim A. (1988). Sols des régions arides d'Algérie. Office des publications universitaires, 54 p.
- Harfouche A., Chebouti – Meziou N., Chebouti Y. (2005). Comportement compare de quelques provenances Algériennes de Pistachier de l'Atlas introduite en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). Forêt méditerranéenne t. XXVI, n° 2 : 135-142 pp.
- Hocine F. 2017. Caractérisation physique et chimique des sols sous grenadier: cas d'une steppe dégradée mise en défens, Mémoire Master, Université Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou, 57 p.
- Ifticene-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, Vol 335 – 1er trimestre : 3-13 pp.
- Ifticene-Habani N., Messaoudene M. (2016). Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), en Algérie, Bois et forêts des tropiques, n° 329(3) : 3-15 pp.
- Kaabeche M., Moali A., Sellami D. (2005). Plan de Gestion Oglet Ed Daïra. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35.
- Kaddour-Hocine A.(2008). Contribution à l'étude du comportement morpho-physiologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf.ssp *atlantica* stressée à la salinité. Thèse Magister, Physiologie végétale, Université d'Oran(Algérie), 94 p.
- 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 pp.
- Kafkas S., Kaska N., Perl-Treves R., Gucluturk H., Karaca S., Cetiner M.S. (2001). Monoecious *Pistacia atlantica* trees in the Yunt Montains of Manisa province of Turkey. 11ème colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier Zaragoza. Cahiers options Méditerranéennes 56 : 416 p.
- Khalidi A., Khoudja M.K. (1996). Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilisation and conservation. Dans : Workshop "Taxonomy, Distribution, Conservation and Uses of Pistacia Genetic Resources", Palermo, Italie, 1995, Padulosi, S., Caruso, T. et Barone, E. (éds). IPGRI, Roma, pp. 57-62
- Khalifé T. (1959). Recherche sur la culture du pistachier en Syrie, Thèse PhD, Univ, Scien, Agron, Gembloux, Belgique, 237 p.
- Khalil F., Rharrabti Y., Dardour Mouha-benlafde D., Boukroute A., Mahyou H., Labghial M., Berrichi A., (2015). Delimitation 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, Vol. 5, n° 1: 32-39 pp.

- Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., Hseini S. (2009). Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de ZAËR (Maroc), *Lejeunia*, n° 186 : 1 -30 pp.
- Letreuch-Belarocui A. (2009). Caractérisations structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable. Thèse doctorat en sciences. Univ. Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 224 p.
- Linnaeus C. (1753). *Species Plantarum, Laurentii Salvii*, The ray society, London. Ed 1959, vol.2: 1025-1026 pp.
- M'hirit O. (1982). Etude écologique et forestière du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité du cèdre, *Ann. Rech. Forest, Maroc*, Tome 22, 502 p.
- Maamri S. (2007). Etude de *Pistacia atlantica* Desf de deux régions de sud Algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais anti leishmanies ,Thèse Magister, Université M'hamede BOUGARA Boumèrdes (Algérie). 96 p.
- Marone P., Bono L., Leone E., Bona S.G., Caretto E., Perversi L. (2002). Bactericidal Activity of *Pistacia lentiscus* Mastic Gum Against *Helicobacter pylori*, *ournal of chemotherapy (Florence, Italy)*,13(6): 611-614 pp.
- Monastra F., Rovira M., Vargas F.J., Romero M.A., Batlle I., Rouskas D., Mendes Gaspar A. (1997). Caractérisation iso-enzymatique de diverses espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides. Etude de leur comportement comme porte-greffe du pistachier *Pistacia vera* L. *CIHEAM Options méditerranéennes : Série B. études et recherches*; n°16 : 133-142 pp.
- Monjauze A. (1968). Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Dest. en Algérie. *Bull. Soc.Hist. Nat. Afr. Du n° 56* : 1-127 pp.
- Monjauze A. (1980). Connaissance du bétoum (*Pistacia atlantica* Desf.) , *Biologie et Forêt. Rev. For. Fr.*, XXXII, 4 : 357-363 pp.
- Nadjem Hatem T. (2019). La reconversion de la maison de commandement à Messaad, Djelfa en musée historique, Thèse Magister, Université Mohamed Khider de Biskra, 137 p.
- Ozenda P. (1983). *Flore du Sahara*. Deuxième édition. C.N.R.S. 566 p.
- Parde J., Bouchon J. (1988). *Dendrométrie*. 2ème édition Ecole national du génie rural des eaux et forêts.328 p.
- Quézel P., Barbero M., Akman Y. (1980). Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale, *Phytocoenologia*, 8 (3-4) : 365-519 pp.
- Quézel P., Médail F. (2003). *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen* .Ed . ELSEVIER collection environnement), Paris, 573 p.
- Rondeux J. (1993). *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Les presses agronomiques de Gembloux. Belgique. 521 p.

- Roullet B. (1974). Etudes quantitatives d'une forêt dense humide sempervirente de la Guyane vénézuélienne. Thèse Fac. Sc. Univ. TOULOUSE. CNRS2969. 404 pp + Annexes.
- Safar W. (1994). Contribution à l'étude dendroécologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans une région semi-aride d'Algérie : l'Atlas Saharien (Ouled Naïl, Aurès, Hodna). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France, 215 p.
- Salhi S., Fadli.M, Zidane L., Douira A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kenitra (Maroc), Lazaroa, n°31 : 136 pp.
- Savard J.G. (1978). Statistiques, Montréal, éd. HRW, traduit et adapté de Gilbert (N.) 384 p.
- Seigue A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edit. Larousse. Paris 485 p.
- Seltzer P. (1946). Le climat de l'Algérie. Inst. Météorologie. Et Phys. Du Globe. Univ. Alger. 219 p + Carte h.t.
- Tassin C. (2012). Paysages végétaux du domaine méditerranéen: bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale, IRD Ed, 421 p.
- Tatai J. (1993). Contribution à l'étude de la flore médicinale de la région de Messâad (W. Djelfa). Mémoire d'ingénieur d'état, INA, EL Harrache, Alger. 110 p.
- Yaaqobi A., El Hafid L., Haloui B. (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf de la région orientale du Maroc, Biomatec Echo, Vol 3, n° 6 : 39-49 pp.
- Yousfi M., Nedjemi B., Belal R., Ben Bertal D. (2003). Etude des acides gras d'huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien, Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Vol 10, n° 5-6 : 425-427 pp.
- Zainaba A. (2009). Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle des Comores : Enquête ethnobotanique dans la région de Hamahamet. Thèse Doctorat, Dakar, 128 p.
- Zohary M. (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*, Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series 5: 187-228 pp.
- Zohary M. (1987). *Pistacia* L. In: Flora Palestina. Platanaceae to Umbelliferae, 2nd Ed. Israël Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. 2: 296-300 pp.

## Résumé

Ce travail a porté sur l'étude de la dynamique structurale et architecturale du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica Desf*) dans la région de Messaâd (Wilaya de Djelfa). Les résultats obtenus reflètent la présence d'une futaie à structure régulière dominée par deux classes de diamètre (gros bois – très gros bois) à Oum El Khacheb et structure irrégulière dominée par trois classes (perches – petit bois – très gros bois) à El Khoua. La régénération naturelle est estimée à 9 % dans le bosquet Oum El Khechab et à 22,49 % au niveau d'El Khoua.

Pour la structure verticale, nous constatons la dominance des arbres ayants des hauteurs comprises entre 5 à 10 m à Oum El Khechab, et des arbres de moins de 3 m de hauteur à El Khoua. Le diamètre du houppier, sa surface projetée, sa proportion et son degré de bombement ont été déterminé par classe de diamètre dans chaque bosquet.

L'étude architecturale du pistachier de l'Atlas étudié, montre la présence d'un peuplement de type ARCHI « S-R-St-D-M » à Oum El Khechab et « S-R-DI-St-M-D » à El Khoua.

**Mots clés :** dynamique, *Pistacia atlantica*, Messaâd, type ARCHI, paramètres houppier

## Summary

This work focused on the study of the structural and architectural dynamics of the *Atlas pistachio* tree (*Pistacia atlantica Desf*) in the Messaâd region (Wilaya of Djelfa). The results obtained reflect the presence of a stand with a regular structure dominated by two diameter classes (big wood - very big wood) in Oum El Khacheb and an irregular structure dominated by three classes (perchs - small wood - very big wood) in El Khoua. Natural régénération is estimated at 9% in the Oum El Khechab grove and at 22.49% at El Khoua.

For vertical structure, we note the dominance of trees with heights between 5 to 10 m in Oum El Khechab, and trees less than 3 m in height in El Khoua. The crown diameter, its projected area, its proportion and his bulging degree were determined by diameter class in each grove.

The architectural study of the *Atlas pistachio* tree studied shows the presence of an ARCHI type settlement "S-R-St-D-M" in Oum El Khechab and "S-R-DI-St-M-D" in El Khoua.

**Keywords :** dynamic, *Pistacia atlantica*, Messaâd, ARCHI type, crown parameters

## المخلص

ركز هذا العمل على دراسة الديناميكية البنوية والشكلية لشجرة الفستق الأطلسي (*Pistacia Atlantica Desf*) في منطقة مسعد (ولاية الجلفة).

تعكس النتائج التي تم الحصول عليها وجود مجمع حراجي تغلب عليه فئتان قطريتان (خشب كبير - خشب كبير جدًا) في أم الخشبية و آخر غير منتظم تهيمن عليها ثلاث فئات قطرية (أصدة - خشب صغير - خشب كبير جدًا) في مجمع الخوا. يقدر التجدد الطبيعي بنسبة 9٪ في المجمع الحراجي أم الخشب و 22.49٪ في الخوا.

بالنسبة للطول الكلي للأشجار ، نلاحظ هيمنة الأشجار التي يتراوح طولها بين 5 إلى 10 أمتار في أم الخشب ، والأشجار التي يقل طولها عن 3 أمتار في الخوا. تم تحديد قطر التاج ومساحته المسقطة ونسبته ودرجة التوزيع حسب الفئة القطرية للأشجار في كل مجمع حراجي.

تظهر الدراسة البنوية والشكلية لشجرة الفستق الأطلسي وجود نوع ARCHI "S-R-St-D-M" في أم الخشب و "S-R-DI-St-M-D" في الخوا.

**الكلمات المفتاحية :** الديناميكية الفستق الأطلسي، مسعد، خصائص التاج، ARCHI