

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

Centre Universitaire- Salhi Ahmed - Naâma

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoire de recherche :

Gestion durable des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride



## MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER Académique**

En Sciences Biologiques

Spécialité : **Biodiversité et physiologie végétale**

Présenté Par:

**Mr.Larouici Toufik & Mr. Zaid Yassine**

**Thème**

---

**Considération des paramètres morphologiques comme indicateurs de réhabilitation des peuplements de Pistachier de l'Atlas : Cas de la région d'Ain Ben Khelil (Naâma)**

---

Soutenu le : 07/07/2022

Devant le jury :

<b>Président</b> : Dr Abdelsamed DERDOUR	MCA (Centre Universitaire de Naâma)
<b>Examineur</b> : Dr Tayeb NOURI	MCA (Centre Universitaire de Naâma)
<b>Encadreur</b> : Dr. Lakhdar GUERINE	Recteur de l'Université de Chlef
<b>Co-encadreur</b> : Mr. Naîmi BENDOUINA	Doctorant (Centre Universitaire de Naâma)
<b>Invité</b> : Dr. Kouider HADJADJ	MCA (Universitaire de Djelfa )

**Année universitaire 2021 / 2022**

# *Table de matières*

Introduction generale..... 1

**Chapitre I : Généralités sur pistachier de l'Atlas**

1. Histoire et etymologie ..... 3

2. Origine et repartition geographique..... 3

3. Classification taxonomique ..... 5

.4 Caractéristiques botaniques : ..... 7

5. Caractéristiques biologiques ..... 10

6. Caractéristiques écologiques..... 11

    6.1. Exigences climatiques..... 11

    6.2. Exigences édaphiques ..... 12

    6.3. Altitude : ..... 12

7. Caractéristiques dendrométriques ..... 13

8. Caractéristiques technologiques..... 13

9. Cortège floristique du pistachier d'Atlas ..... 13

10. Interets et usages du pistachier d'atlas..... 14

    10.1. Intérêts agro-écologique..... 14

    10.2. Usages médicinal et cosmétique ..... 15

11. Statut de conservation ..... 16

**Chapitre II : Présentation Générale de la wilaya de Naâma**

1. Présentation générale de la wilaya de Naâma ..... 18

2. Situation géographique : ..... 18

    2.1. Paysage géographique : ..... 19

    2.2. La géomorphologie:..... 20

    .2.3 Hydrogéologie ..... 20

    2.4. Hydrographie ..... 20

3. Climatologie: ..... 22

    3.1. Etude de climat: ..... 22

---

3.2. Les précipitations: .....	22
3.3. Les températures.....	23
3.4. Synthèse climatique:.....	24
.4.1.3 Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité :.....	24
3.5. Indice de sécheresse estivale : .....	24
3.6. Indice d'aridité de Martonne : .....	24
3.6.1. Indice d'aridité annuel (i).....	25
3.6.2. Indice d'aridité mensuel (i) :.....	25
3.7. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen : .....	26
3.8. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955) :.....	26
3.9. Autres facteurs climatiques : .....	27
3.9.1. Enneigement :.....	27
3.9.2. Gelées : .....	28

**Chapitre III : Matériels et méthodes**

1. Introduction : .....	29
2. Plan d'échantillonnage .....	30
3. Matériel utilisé:.....	30
4. Mesure de la circonférence (C).....	31
5. Détermination du diamètre (D) .....	32
6. La hauteur (H).....	32
7. Le houppier :.....	33
7.1. Le diamètre du houppier ( $dh_o$ ) :.....	33
7.2. La surface du houppier ( $Sh_o$ ) .....	34
7.3. Le Volume du houppier ( $Vho$ ) .....	34
8. Diagnostic architectural :.....	34
8.1. La méthode ARCHI :.....	34

**Chapitre IV : Résultats et discussion**

1. Description des stations d'études .....	36
--	----

2.	Présentation des résultats et interprétation .....	36
2.1.	Structure diamétrique du <i>Pistacia atlantica</i> .....	36
3.	Structure verticale du Pistachier d'Atlas : .....	43
4.	Hauteur des fûts : .....	47
.5	Description statistiques des mesures dendrométriques : .....	51
6.	Architecture du pistachier : types ARCHI.....	52
	Conclusion générale : .....	57

Figure 1 : Distribution géographique du <i>Pistacia atlantica</i> Desf dans le monde.....	4
Figure 2: Aire de répartition du <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie .....	5
Figure 3 : Pistachier d'Atlas (12/05/2022 Gaâlou, Ain Ben Khelil) .....	7
Figure 4 : Feuilles du Pistachier d'Atlas de sexe femelle.....	7
Figure 5 : Fleurs du Pistachier d'Atlas (sexe mâle).....	8
Figure 6: Les fruits du Pistachier d'Atlas à différents stades de maturité.....	9
Figure 7: Système racinaire du Pistachier d'Atlas. (13/05/2022 Gaâlou, Ain Ben Khelil).....	10
Figure 8 : L'écorce du Pistachier d'Atlas. (13/05/2022 Gaâlou, Ain Ben Khelil).....	10
Figure 9 : Régénération naturelle sous la protection d'un Jujubier (effet de nurserie) .....	11
Figure 10 : Produit cosmétique : l'huile du Pistachier d'Atlas .....	16
Figure 11 : Situation géographique de La wilaya de Naâma.....	19
Figure 12 : Carte du réseau hydrographique de la commune d'Ain Ben Khelil .....	22
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse.....	26
Figure 14 : Climagramme d'Emberger .....	27
Figure 15 : Carte de localisation des 4 stations expérimentales dans la commune d'Ain Ben Khelil. Wilaya de Naâma.....	30
Figure 16 : Différents instruments utilisés .....	31
Figure 17 : fiche des relevées .....	31
Figure 18 : Représentation de la technique de mesure .....	32
Figure 19 : Représentation de la technique de mesure. ....	32
Figure 20 : Principe de la projection horizontale du houppier .....	34
Figure 21 : Les différents types ARCHI .....	35
Figure 22 : Une vue générale d'une de nos 4 stations expérimentales (région de Gaâlou) ....	36
Figure 23: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 01 .....	37
Figure 24: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 02 .....	38
Figure 25: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas -Station 03 .....	39
Figure 26: Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 04.....	40
Figure 27 : Répartition du nombre de tiges en fonction des classes de diamètres (4 stations expérimentales).....	41
Figure 28 : La composition globale (04 stations) selon le genre et le taux de régénération naturelle du Pistachier de l'Atlas.....	42
Figure 29 : Sujet monoïque .....	42
Figure 30: Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 01 .....	43
Figure 31: Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 02 .....	44

## Liste des figures

---

Figure 32: Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 03 .....	45
Figure 33: Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 04 .....	46
Figure 34: Structure verticale du pistachier de l'Atlas (04 stations expérimentales).....	47
Figure 35 : Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 01 .....	48
Figure 36 : Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 02 .....	48
Figure 37 : Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 03 .....	49
Figure 38 : Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 04 .....	50
Figure 39 : Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans - (04 stations expérimentales).....	50
Figure 40 : Types ARCHI appréciés à Station 01 .....	52
Figure 41 : Types ARCHI appréciés à Station 02.....	53
Figure 42 : Types ARCHI appréciés à Station 03.....	54
Figure 43 : Types ARCHI appréciés à Station 04.....	55
Figure 44 : Types ARCHI appréciés à (04 stations expérimentales).....	56

## Liste du tableaux

Tableau 1:Classification du genre <i>Pistacia</i> selon .....	6
Tableau 2: Classification botanique de <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	6
Tableau 3 : Répartition des daïrate et des communes de la wilaya au 31/12/2020 .....	18
Tableau 4: Station métrologique de référence.....	22
Tableau 5: Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm) durant la période 1991-2021.....	23
Tableau 6: Régime saisonnier des précipitations .....	23
Tableau 7: Répartition moyenne mensuelle des températures (°C) durant la période 1991-2021 .....	23
Tableau 8:Type de climat en fonction d'Amplitude thermique.....	24
Tableau 9: Indice de sécheresse estivale .....	24
Tableau 10: Indice d'aridité annuel de Martonne .....	25
Tableau 11: Indice d'aridité mensuel de Martonne.....	25
Tableau 12: Valeur du Q2 et étages bioclimatiques .....	27

## Résumé – Abstract - ملخص

### ملخص :

يرتكز هذا العمل على دراسة الديناميكية البيئية لشجرة الفستق الأطلسي في منطقة القعلول بعين بخليل ولاية النعامة، بحيث تعكس النتائج المتحصل عليها على وجود أشجار عالية ذات هيكل منتظم تهيمن عليها فئتين من القطر (الفتي- الخشب كبيراً جداً) في جميع محطات الدراسة (الأحواض) الأربعة 04. بالنسبة للارتفاع الشجري الطولي، نلاحظ هيمنة الأشجار التي يتراوح ارتفاعها بين 0 إلى 4.9 أمتار ومن 5 إلى 9.9 أمتار و من 10 إلى 15 متراً في جميع محطات. أظهرت الدراسة الهيكلية لشجرة الفستق الأطلسي التي تمت عن وجود مجموعة من النوع الهندسي "S-R-DI-St-M-D"

- **الكلمات المفتاحية:** الدراسة الديناميكية، الفستق الأطلسي، القعلول، الدراسة الهيكلية.

### Résumé :

Ce travail porte sur l'étude de la dynamique écologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) dans la région de Gaâloul dans la localité d'Ain Ben Khelil (Wilaya de Naâma). Les résultats obtenus reflètent la présence d'une futaie à structure régulière dominée par deux classes de diamètre (perches – très gros bois) à l'ensemble des 04 bosquets. Pour la structure verticale, nous constatons la dominance des arbres ayants des hauteurs comprises entre 0 à 4.9 m, 5 à 9.9m et 10 à 15m à l'ensemble des 04 bosquets.

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

**-Mots clés :** dynamique, *Pistacia atlantica*, Gaâloul, Type ARCHI, structure.

### Abstract:

This work focuses on the study of the ecological dynamics of the Atlas Pistachio tree (*Pistacia atlantica* Desf) in the region of Gaâloul in the locality of Ain Ben Khelil (Wilaya of Naâma). The results obtained reflect the presence of high forest with a regular structure dominated by two diameter classes (perches – Very big wood) in all 04 groves. For the vertical structure, we note the dominance of tress with heights between 0 to 4.9 m, 5 to 9.9 m and 10 to 15m in all 04 groves.

The architectural study of the Atlas pistachio tree studied shows the presence of an ARCHI type stand "S-R-DI-St-M-D".

- **Key words:** dynamics, *Pistachios atlantica*, Gaâloul, ARCHI type, structure

# *Introduction Générale*

## **1. Introduction générale**

Le pistachier d'Atlas ou le Bétoum est une espèce ligneuse autochtone, xéro-thermophile de la famille des anacardiées. C'est une espèce à large plasticité écologique qui se répond, depuis l'étage bioclimatique humide à l'étage aride. Il est le plus omniprésent des arbres de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient (**Monjauze,1980**). C'est un arbre par excellence des zones arides et semi-arides, qui a été autrefois très abondant. Il est le plus caractéristique de l'Atlas algérien, comme son nom l'indique, et des rares espèces arborescentes encore présente dans les régions semi-arides et arides, voir même sahariennes. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique (**Monjauze,1980**). Il s'accommode, dans un contexte méditerranéen, à différents types de sols, tolère les vents forts et les longues périodes de sécheresse (**Boudy,1950**).

Il ne régénère que dans les touffes de jujubier (*Zizyphus lotus*) dont il est abrité. On le retrouve, en petits peuplements au niveau des dayas et dans le Hoggar à l'état de pieds isolés ou en bosquets (**Quézel,1954**).

Les habitants de la steppe, nomades soient-il ou sédentaire le connaissent depuis les nuits des temps. Il l'on utilisé comme aliment, comme fourrage pour leurs troupeaux, comme médicament et comme source d'énergie représentée par le bois qui est difficilement remplaçable (**Aoudjit et Mouissa,1997**). Le Bétoum joue un rôle capital dans l'équilibre écologique. Il est utilisé dans les programmes de reforestation et sylviculture dans les régions arides et semi-arides (**Boudy,1952**). C'est un arbre à la fois protecteur que productif (**Monjauze,1968**).

Autrefois très abondant, cette essence ne cesse de régresser d'année en année sous une très forte pression anthropologique qui limite énormément son extension et son développement. Cette régression rapide d'une plante pérenne comme le pistachier de l'Atlas est le premier signe de la désertification biologique (**Abdelguerfi et Laouar, 2000**). La cause principale de cette catastrophe écologique et patrimoniale, relève de la responsabilité humaine (défrichement, surpâturage, coupes illicites, mise en valeur anarchique et indifférent), et les changements climatiques, souvent invoquées, ne sont qu'une circonstance aggravante (**Kadi-Hanifi,1998**), Il est soumis à de très fortes pressions biotiques et abiotiques qui limitent énormément son expansion et son développement (**Benhassaini,2007**).

Le pistachier de l'Atlas, qui par son état de dégradation, nécessite une pris en charge effective et immédiate (**Benhassaini et Belkhodja,2004**), sa plasticité attire l'attention sur la connaissance actuelle de ce peuplement et son interaction avec le milieu dans le but de la protection et de la lutte contre la désertification (**Mseguem,2017**). Devant cette situation

angoissante, il est impératif d'adopter un schéma directeur en vue de protéger et de développer cette essence. Ceci débute par la connaissance parfaite de l'arbre et ses exigences.

Les études portant sur l'aspect écologique et même morphologique de l'espèce sont nombreuses, alors que celles qui évoquent la dynamique des peuplements de pistachier de l'Atlas sont rares.

L'objectif global de notre étude est de contribuer à une connaissance de l'espèce et caractérisation de la dynamique structurale et architecturale de l'essence dans son milieu naturel en zone steppique dans la région de Gaâloul commune Ain Ben Khelil Wilaya de Naâma.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres :

- Premier chapitre : présente la recherche bibliographique qui synthétise les différents aspects de l'espèce, depuis son origine, caractéristiques botaniques et paramètres de son développement, jusqu'à son usage.
- Deuxième chapitre : présentation de la wilaya de Naâma sur différents plans (géographique, édapho-climatique et hydrologique....). A travers ce chapitre, nous avons apporté une mise à jour des informations sur la wilaya de Naâma et en particulier sur la zone d'étude (la commune d'Ain Ben Khelil) grâce aux illustrations graphiques.
- Troisième chapitre : illustre l'approche expérimentale, basée sur une présentation des paramètres dendrométriques et structurales du pistachier de l'Atlas.
- Quatrième chapitre : présente l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

Une conclusion générale est consacrée aux résultats les plus saillants de notre étude et les recommandations pour les études futures.

*Chapitre I :*  
*Généralités sur le*  
*Pistachier de l'Atlas*

## 1. Histoire et étymologie

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

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

## 2. Origine et répartition géographique

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

Le pistachier de l'atlas se répartit des régions nord de l'Algérie jusqu'aux régions sahariennes, où il occupe les Dayas dans un état isolé (**Monjauze,1968; Somon,1987**). Note que le *Pistacia Atlantica* est un arbre originaire de l'Afrique du Nord. Certains auteurs sont unanimes sur le fait que le *P. atlantica* est un élément endémique du Nord-africain où on le rencontre dans le Sahara septentrional, dans les Dayas au pied de l'Atlas saharien Algérien et marocain (**Quezel et Santa,1963**), au M'Zab près de Ghardaïa (**Monjauze,1980**).

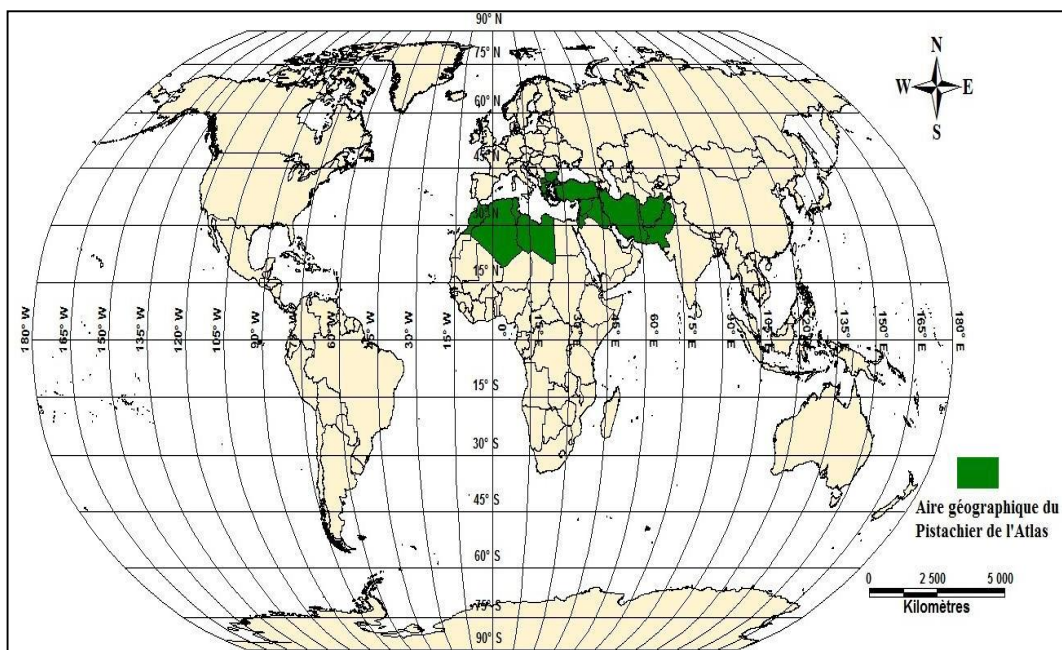
L'aire du Pistachier de l'Atlas est discontinue et compte quatre régions biogéographiques: méditerranéenne, Irano-Tanzanienne, Sino-japonaise et la région Mexicaine. IL est largement réparti dans l'Est Méditerranéen (Grèce, Chypre, Turquie, Syrie, Palestine, Crimée, Iran, Afghanistan et jusqu'en Inde) (**Al-Saghir,2006**) Mais il

existe également dans le sud de l'Afrique du Nord à l'état disséminé dans l'étage aride et semi-aride (**Boudy,1948**).

Pour (**Monjauze,1968**) , le Pistachier de l'Atlas est une espèce omniprésente que l'on rencontre depuis les Iles Canaries jusqu'au Pamir en passant par:

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

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



**Figure 1** : Distribution géographique du *Pistacia atlantica* Desf dans le monde (**Yahia,2011**).

Le pistachier de l'Atlas est assez commun en Algérie (**Figure 2**). Il caractérise le cortège floristique des zones arides et semi-arides (**Abdelkrim,1992**), en particulier dans les régions des Dayas au pied de l'Atlas saharien, le secteur du Sahara septentrional et le Sahara central .On le trouve aussi dans les zones à climat subhumide (**Monjauze,1968**).

Le pistachier de l'Atlas se trouve surtout dans la zone de transition entre la steppe et le tell. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique (**Manjauze, 1980**) (**Figure 2**). Le pistachier de l'atlas est une espèce omniprésente que l'on rencontre depuis les îles canaries jusqu'au pamir en passant par

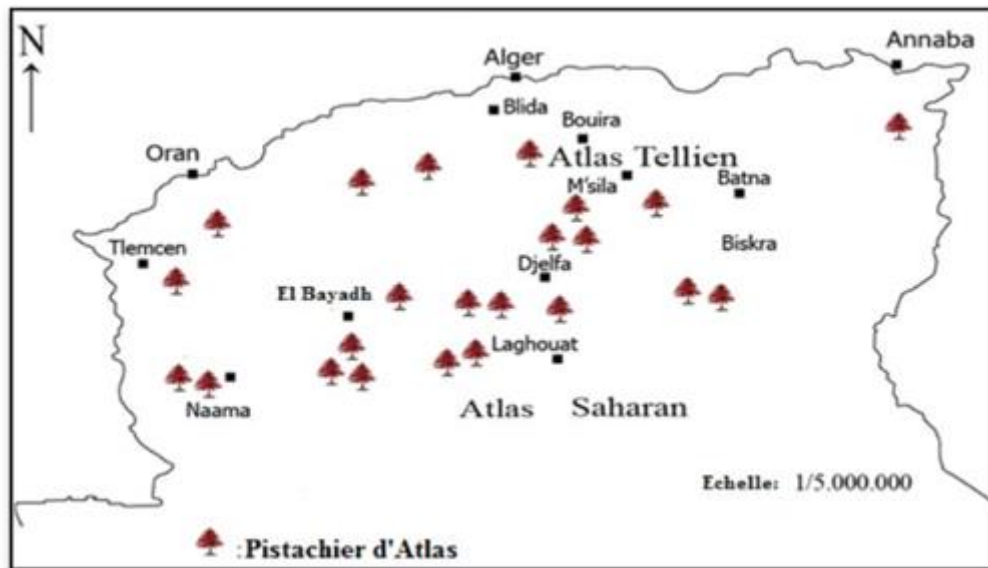


Figure 2: Aire de répartition du *Pistacia atlantica* en Algérie

(Harfouche, Chebouti-Meziou et al,2005).

A l'Est de l'Algérie, cette espèce est présente à l'état très épars dans les montagnes des Aurès. Son aire de distribution s'étend jusqu'au Sud de Batna vers l'Est.

Au centre : dans l'Atlas Blidéen (Mitidja), on le trouve sur les versants les plus méridionaux, en mélange avec le chêne vert (Halimi,1980). Il est en régression notamment entre Bouira et Mchedallah, ainsi qu'à Kherrata vers l'est.

A l'ouest : où il forme de beaux peuplements à la frontière Algéro-marocaine, à Maghnia et Tlemcen, à Saïda et Tiaret, entre Sidi Bel Abbès et Mascara ainsi que dans la plaine du Chelif (Khaldi et Khouja,1996; Amara,2014) . Au sud : on le trouve bien dominant dans l'Atlas Saharien, au niveau des montagnes des Ksour, Amour, Oulad Naïl et du Zab. Selon (Quezel,2000), il est à l'état relique dans le Sahara, comme à Hassi R'mel, le Hoggar, et le Tassili.

### 3. Classification taxonomique

Selon Linne (1753), le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiacees. D'après (Evreinoffi,1955) in (Malki,2020) le genre *Pistacia* est composé de quatre sections regroupant douze espèces. La seule espèce qui produit des fruits comestibles est *Pistacia Vera* (Zohary,1952).

Tableau 1: Classification du genre *Pistacia* selon (Evreinoffi.V.A,1955)

Section	Espèce
LENTISCELIA ZOH	<i>Pistacia Mexicana</i>
	<i>Pistacia Texana</i>
EU.LENISCUS ZOH	<i>Pistacia lentiscus</i>
	<i>Pistacia Khinjuk STOKS</i>
	<i>Pistacia Terebinthus</i>
	<i>Pistacia Chinensis</i>
	<i>Pistacia narbonensis</i>
EU.TEREBINTHUS	<i>Pistacia vera</i>
BUTMELA	<i>Pistacia atlantica DESFONTAINE</i>
	<i>Pistacia atlantica DESF var Mutica</i>
	<i>Pistacia atlantica DESF var Kurdica</i>
	<i>Pistacia atlantica DESF var babulica ZOH</i>

Tableau 2: Classification botanique de *Pistacia atlantica Desf.*(Yaaqobi et al, 2009)

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheobionta
Super-division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magniliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia atlantica</i>



**Figure 3 :** Pistachier d'Atlas (12/05/2022 Gaâloul, Ain Ben Khelil)

#### **4. Caractéristiques botaniques :**

Le pistachier de l'Atlas ou "Betoum", nommé aussi "Betoum" (Mseguem,2017) est un arbre puissant pouvant atteindre 20 m de hauteur, à tronc bien individualisé et à feuillages caduques (Benhassaini et Belkhodja,2004). Son feuillage, serré, se développe dans des stations au plus faible indice d'évapotranspiration (Monjauze,1980). Ses feuilles sont caduques, marcescentes, composées, alternées et pennées de folioles impaires au nombre de 3 à 11, lancéolées de 2 à 5cm de longueur sur 1cm de largeur à l'âge adulte, de couleur vert pâle, obtuses au sommet, sessiles et glabres (Somon,1987).



**Figure 4 :** Feuilles du Pistachier d'Atlas de sexe femelle (12/05/2022 Gaâloul, Ain Ben Khelil)

*Pistacia atlantica*, de part sa dioïcie et ses fleurs nues, est un genre particulier des Anacardiacees. Les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. Mais quelques pieds monoïques ont été observés (Benaïssa,2011). Les fleurs sont petites en panicules axillaires et sont apétales. Ce sont des fleurs régulières avec une tendance à la zygomorphie et (Yaaqobi et al,2009; Mseguem,2017).

- **Les fleurs mâles** sont disposées en grappes terminales composées par 450 à 500 fleurs apétales. Chaque fleur est constituée d'un calice de 3 à 5 sépales, et d'un androcée composé de 5 à 8 étamines opposées (Pesson,1984; Benhassaini,1998).
- **Les fleurs femelles** sont réunies en grappes composées 190 à 260 fleurs. Chaque présente un très petit calice composé de 3 à 5 sépales. Le centre est occupé par un gynécée formé de trois carpelles soudés. Les inflorescences ne s'épanouissent pas sur l'arbre et les fleurs qui les constituent s'ouvrent-elles même progressivement (6 jours environ) à partir de la base. Chaque stigmatte ne reste réceptif que 3 à 4 jours. Les périodes de reproduction entre mâle et femelle sont ainsi en décalage phénologique donc asynchrones, limitant ainsi les chances de régénération avec un taux de parthénocarpie important (Morsli,1992; Mseguem2017).



**Figure 5 :** Fleurs du Pistachier d'Atlas (sexe mâle)

(12/05/2022 Gaâloul, Ain Ben Khelil).

L'émission des fleurs mâles a lieu en premier, suivie par celle des fleurs femelles, ceci pose un problème pour la pollinisation, qui est généralement anémophile (Chaba et Chraa et al,1991) l'entomophilie n'a aucun effet, car les insectes ne visitent pas les fleurs femelles, c'est pourquoi une pollinisation assistée est recommandée.

L'inflorescence est en grappe rameuse. La floraison qui apparaît juste avant la feuillaison débute la mi-mars (Yaaqobi et al,2009).

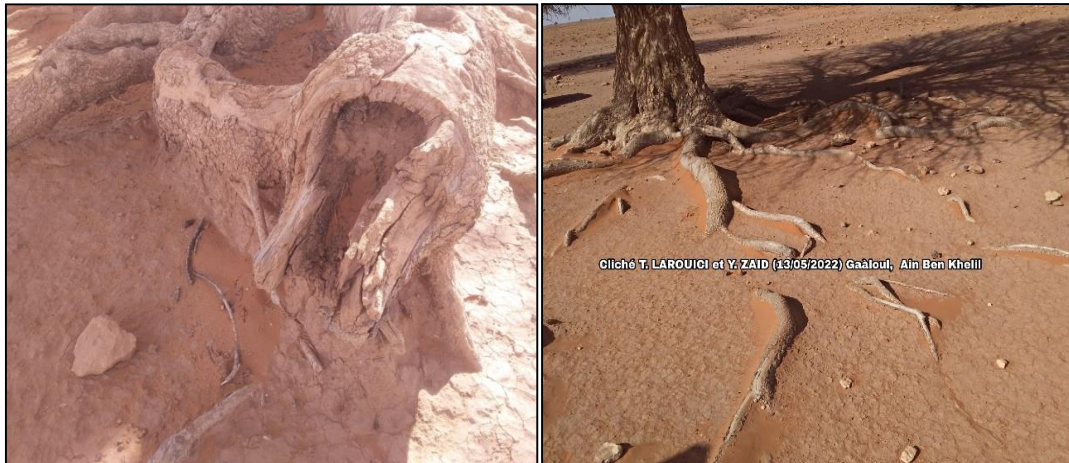
L'apparition des fruits débute du mois d'Avril, de couleur rougeâtre et en maturité ils deviennent vert foncé noir ou brunâtre vers la fin d'Aout, septembre et au début d'Octobre. C'est une drupe, monosperme à endocarpe osseux, pourpre à maturité (**Chaba et al,1991**). Les fruits, gros comme un pois, sont des drupes (**Ozenda,1983**). Ils sont légèrement ovales plus au moins allongés, de taille d'un pois. Son épiderme se ride en séchant sur endocarpe induré abritant deux cotylédons et albuminé, riche en huile comestible (**Monjauze,1980**). Les fruits sont appelés *Elkhodiri* ou *Godeim* par les populations locales en Algérie, appellation due à la prédominance de la couleur vert foncé à maturité. (**Belhadj,1999**)



**Figure 6:** Les fruits du Pistachier d'Atlas à différents stades de maturité (13/05/2022 Gaâlou, Ain Ben Khelil)

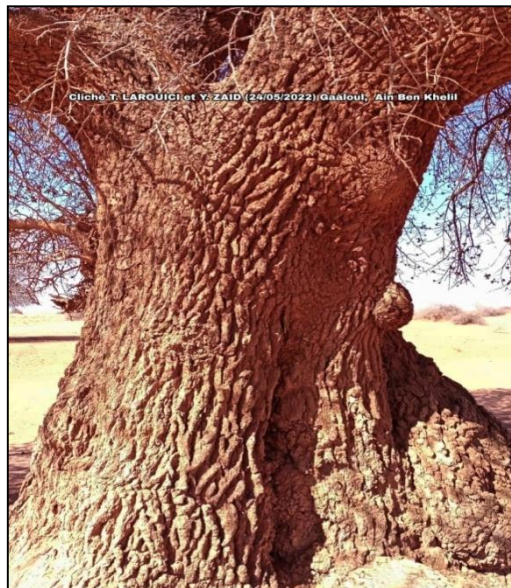
La germination d'une graine est définie comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se termine par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent (**Djenidi,2012**), selon (**Mseguem,2017**),le traitement des graines avec de l'eau oxygénée (20Volume) et le papier verre provoque le ramollissement des graines et par conséquent augmente du taux et la vitesse de germination.

Système racinaire très puissant. En germant, la graine émet un très long pivot qui atteint parfois 7m de profondeur et un système racinaire latéral pouvant atteindre la longueur de 5 à 10 m du collet de l'arbre. Ce système racinaire permet au pistachier de supporter les périodes sèches de l'année en cherchant l'humidité dans le sol et se développer dans les sols médiocres et dans les zones arides (**Belharet et Rekkeb,2004; Kouria et Bouamer,2020**).



**Figure 7 :** Système racinaire du Pistachier d'Atlas. (13/05/2022 Gaâloul, Ain Ben Khelil)

L'écorce est d'abord rougeâtre, puis grisâtre assez claire avant de devenir craquelée et crevassée (rhytidome), se détachant du tronc .L'écorce présente des fissures longitudinales (**Khaldi et Khouja,1995**) et produit une résine-mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud (**Belhadj,1999**)



**Figure 8 :** L'écorce du Pistachier d'Atlas. (13/05/2022 Gaâloul, Ain Ben Khelil)

## 5. Caractéristiques biologiques

Le pistachier d'atlas est une espèce dioïque, dotée d'un système de reproduction de type allogame (**Zohary,1952**). Sachant que ces espèces supportent très mal la consanguinité, beaucoup de génotypes deviennent stériles ou manifestent des faiblesses(**AKB,1996**).

Seules les fleurs des pieds mâles attirent les abeilles qui recueillent activement le pollen. En revanche, elles n'ont aucun rôle dans la pollinisation car les fleurs femelles ne sont pas visitées. La pollinisation reste uniquement anémophile (**Yaaqobi et al,2009**)

La présence de la pollinisation naturelle seule qui est de type anémophile est insuffisante si on considère que les périodes de floraisons des arbres mâles et femelles sont déclarées. Il faut noter aussi que les grains de pollen ne conservent leur capacité de fécondation que 4 à 5 jours (Morsli,1992).

S'ajoutant à cela les dégâts causés au pollen par les Thrips et les aléas inhérents au climat, la fécondation artificielle s'avère de plus en plus nécessaires (Zohary,1996).

Le pistachier de l'Atlas se régénère et pousse toujours à l'intérieur du *Ziziphus lotus* qui constituent une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le pâturage. En plus de cela, le sol ou les feuilles du *Ziziphus lotus* tombent deviendrait acide et faciliterait la germination des graines (Belhadj,2001).



Figure 9 : Régénération naturelle sous la protection d'un Jujubier (effet de nurserie)

## 6. Caractéristiques écologiques

### 6.1.Exigences climatiques

*Pistacia atlantica* est une espèce héliophile, caractérisée par sa grande résistance à la sécheresse (Spina et Pennisi,1957; Woodroof,1979). Peu d'essences ont un port plus massif et son feuillage semble même d'autant plus serré qu'il se développe dans des stations au plus faible indice d'évapotranspiration, c'est-à-dire où la contrainte de l'eau est la plus forte. Cette plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse atmosphérique pourrait être son caractère principal (Mseguem,2017). Elle se contente d'une tranche pluviométrique très faible (jusqu'à 150mm). En réalité c'est l'isohyète de 200 à 250mm qui lui convient le mieux (Boudy,1950), Selon les travaux de (Monjauze,1968;

**Monjauze,1980**), les zones favorables pour la mise en place du Bétoum se situent dans la tranche pluviométrique allant de 200 à 500 mm/an dans la zone des hauts plateaux en Oranie (Saida, Al Bayadh et Naâma).

Il résiste aux températures basses et élevées et peut aller de -12°C jusqu'à 49°C (**Kaska,1994**). Néanmoins les jeunes plants craignent les gelées fréquentes dans les zones semi-arides (**Chaba et Chraa et al,1991**). Il est certainement la seule essence forestière des Hauts Plateaux, qui résiste à la violence des vents et à la variabilité de température de ces régions élevées (**Cosson,1879**) in (**Malki,2020**). En Afrique du Nord, il trouve son optimum dans les bioclimats arides et semi-arides à hivers frais à chauds, mais il vient également dans les bioclimats humides et subhumides à hivers frais à doux (**Harfouche et Chebouti-Meziou et al,2005**).

### **6.2.Exigences édaphiques**

Il peut occuper dans son aire botanique les situations les plus extrêmes, franchissant apparemment les limites départies aux groupements forestiers classiques. Il triomphe, tant qu'on le laisse faire, dans les terrains malmenés et y joue un rôle de liaison entre les divers types de forêts (**Anonyme,2017**) in (**Malki,2020**). On rencontre le pistachier de l'Atlas dans les zones steppiques et sahariennes dans les dayas, ou parfois on a l'affleurement de la croute calcaire à la surface (**Monjauze,1980**). On le trouve qu'assez rarement sur roche calcaire en montagne sèche, il se cantonne dans les dépressions (**Boudy,1952**), mais le calcaire n'affecte pas son développement. Mis à part le sable, le pistachier de l'Atlas croît sur tous les sols, mais il a une préférence pour les argiles et les limons (lœss, alluvions des dayas) (**Kaska,1994; Quezel et Medail,2003**). Il s'accommode avec une large gamme de sols (**Pouget,1980**).L'espèce grandit bien dans l'argile ou les sols limoneux, bien que celui-ci puisse se développer aussi sur les roches calcaires (**Abdelazize et Rahmani,2005**).

### **6.3.Altitude :**

Le meilleur développement du pistachier de l'atlas est entre 600 et 1200 m, selon (**Boudy,1952**) et (**Monjauze,1968**). Il peut atteindre 2000 m d'altitude dans les montagnes sèches et même jusqu'à 3000 m à l'orient de son aire (**Zohary,1952**).

## 7. Caractéristiques dendrométriques

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

## 8. Caractéristiques technologiques

Le bois du Bétoum est lourd, peu résilient, de bonne conservation. A l'aubier jaunâtre peu épais succède un bois de cœur brun flammé. Le bois de *Pistacia atlantica* est un bois à «zone semi-poreuse». Les pores sont "nombreux", en zone initiale, ils sont groupés en 2 à 3 rangées et qualifiés de «fins grandeur», en zone finale ils sont isolés, distendus radialement et sont qualifiés de « très fins ». La structure secondaire est caractérisée par des fibres très courtes et des vaisseaux qualifiés de moyenne longueur (**Berrichi et Chikh et al,2017**).

La faible longueur des troncs exploitables et leur médiocre rectitude ne permettent pas dans les conditions habituelles de croissance d'un arbre isolé, facilement multicaule et bas branchu, d'en tirer des débits commercialisables (**Monjauze,1980**). L'écorce présente des fissures longitudinales (**Khaldi et Khouja,1995**), et produit une résine-mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud (**Belhadj,1999**).

Le bois est donc un bois d'artisanat et, bien entendu, un bois excellent pour le chauffage et la carbonisation. C'est une source d'énergie (la cuisine et le chauffage) dans les régions où les conditions de vie sont particulièrement pauvres.

L'écorce est lisse à un âge jeune, puis devient squameux produisant une résine mastic, que les riverains s'en servent à un usage médical (**Benaïssa,2011**).

## 9. Cortège floristique du pistachier d'Atlas

Du nord au sud, en Afrique du Nord tout au moins, il peut partir, au-dessous de 1 500 à 2 000 mètres d'altitude, du Chêne et du, enjamber le Chêne zee, le Chêne liège, et le Cèdre, se confondre sur les bordures humides avec le Frêne oxyphylle auquel il ressemble étrangement par la ramure et par l'écorce.

(**Boudy,1950; Boudy,1952**) a signalé la présence de Bétoum sous forme de brousse associé au *Zizyphus lotus* et *Olea europea* (Olivier) dans l'étage semi-aride, et dans la région d'El-Bayad (Djebel Touilet Mekna) et les monts du Ksour (Djebel Aïssa, Djebel Mekter et Djebel M'zi), on rencontre le Bétoum associé au chêne vert, au genévrier de phénécie, à l'olivier et au caroubier.

La région des Hauts plateaux du domaine maghrébin steppique est représentée aussi par le composant alpha, sparte et armoise (**Benhassaini,2003**).

(**Bouzenoune.A,1984**)confirme la même association entre le 33 c°-34 c° de l'Ouest algérien surtout vers El- Aricha et Forthassa Gharbia. Djebaili (1984), distingue pour sa part des steppes arborées ouvertes xériques à *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima* du Djebel Amour et Lazreg (800 à 1200m) sous des bioclimats aride et semi aride froids. Dans l'étage aride et saharien, le pistachier de l'Atlas se trouve le plus souvent en compagnie du *Zizyphus lotus* dans les régions des dayas (**Greco,1966**).

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

## **10.Interets et usages du pistachier d'atlas**

### **10.1.Intérêts agro-écologique**

Le Bétoum joue un rôle incontestable dans la conservation des sols contre l'érosion, surtout là où les sols ont plus besoin de cette protection : les zones arides et semi-arides et les terrains accidentés. Il est ainsi très important de conserver cet arbre et d'en encourager le reboisement là où il devient de plus en plus rare. En capitalisant sur son impressionnante résilience comme sur ses capacités de consolidation des sols, il est indéniable qu'il fait partie des essences autochtones, qui s'avéreront précieuses alliées pour les populations de la steppe dans leur lutte contre la désertification, la déforestation et les changements climatiques (**Bneder,2017**). Grâce à son caractère rustique et à sa capacité de produire un humus abondant, le pistachier de l'Atlas pourrait être utilisé comme une essence de reboisement pionnière pour la restauration des terrains accidentés et les milieux fortement dégradés et pour la lutte contre la désertification (**Greco,1966**).

En association, avec le jujubier, il forme un habitat très prisé pour une faune animal très diversifier (mammifères, reptiles, oiseaux, insectes..). De plus, il offre une ombre pour l'homme, les animaux sauvage et les troupeaux qui y trouvent un bon refuge, de la chaleur et l'irradiation solaire durant les saisons chaudes et surtout en été (**Bneder,2017**).

Il constitue un porte-greffe par excellence du pistachier, de part sa grande rusticité et sa plasticité, et surtout sa résistance aux agents nuisibles, maladies du sol et à l'asphyxie radicaire, par rapport aux espèces du genre *Pistacia* (**Spina et Pennisi,1957**). Les peuplements à pistachier d'Atlas, surtout au niveau de la steppe, se trouvent souvent, dans des zones lointaines des agglomérations, occupés par des nomades qui utilise le bois comme support des tantes, des garderies du cheptel, pour se chauffer et pour cuisiner (**Zair,2011**). Il est utilisé aussi pour l'ornementation (**Dahmani,2011**).

### **10.2.Usages médicinal et cosmétique**

Les drupes du Bétoum présentent un rendement très appréciable en huile, de l'ordre de 40%, comparativement à celles d'autres espèces telles que le Soja (20 à 22%), l'olive (20 à 25%). Quand la graine est encore verte, elle peut contenir jusqu'à 55% d'huile (**Benhassaini,1998**).

L'amande est utilisée en poudre contre les maladies de l'estomac et productrice d'huile, utilisée souvent en friction externe, contre les toux et les refroidissements.

Les feuilles ainsi que leurs galles sont utilisées contre les maux de ventre.

Il y a eu plusieurs publications sur les effets anti tumoraux des phytostérols, et tout particulièrement du  $\beta$ -sitostérol et des travaux scientifiques ont prouvé que les phytostérols pouvaient réduire le risque de certains types de cancers notamment celui du poumon, du sein, de l'œsophage, de l'estomac, du colon et de l'ovaire (**Maamri,2008**).

La galle s'utilise soit en poudre, mélangée au henné, pour soigner les cheveux. Soit grillée, broyée et mélangée au cuivre brûlé (*hdida hamra*) pour La gomme du pistachier (*meskahorra*) est mâchée pour purifier l'haleine. Le suc résineux est mâché pour se parfumer la bouche et donner plus d'éclat aux dents à noircir les cheveux (**Larouci et Rouibat,1987**).

Un autre caractère d'homogénéité des pistachiers, et plus particulièrement des bétoums, tient à la production de résine par leur écorce. Cette résine peut être distillée mais exsude naturellement par temps chaud et elle est d'autant plus abondante que la station est plus favorable par sa température. C'est une résine mastic, en quelque sorte un ancêtre méditerranéen du chewing-gum, dont les populations locales faisaient autrefois quelque usage et dont la pharmacie s'est longtemps servi pour la fabrication de pommades. Très utile comme antiseptique, antifongique et dans les maladies abdominales, le pistachier de l'Atlas a longtemps fait partie des arbres où l'on 'pioche' un remède (**Anonyme,2017**) in (**Malki,2020**)

Cette résine était utilisée par les pharaons pour l'embaumement de leurs momies et par les anciens habitants de Zagros (Iran) pour la conservation de leurs denrées alimentaires notamment le vin pour qu'il ne tourne pas au vinaigre (Govern et Gluskerd *et al*,1996).De nos jours, cette résine est aussi utilisée comme masticatoire par les populations nomades des zones steppiques.



**Figure 10 :** Produit cosmétique ( l'huile du Pistachier d'Atlas )

### **11.Statut de conservation**

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

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

**Art. 2.** - Sont considérées comme non cultivées protégées les espèces végétales qui n'ont pas subi de modification par sélection de la part de Lhomme et qui sont menacées d'extinction ; revêtent un intérêt dans les domaines de la génétique, de la médecine, de l'agronomie, de l'Economie, de la culture et de la science d'une manière générale.

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

**Art. 4.** - Au titre de la protection des espèces végétales non cultivées protégées, Evoquée au niveau de l'article 41 de la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au

19 juillet 2003, susvisée, sont interdits : la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette de végétaux de ces espèces ou de leurs fructifications, ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, ainsi que la détention des spécimens prélevés dans leur milieu naturel.

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

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

**Chapitre II :**  
**Présentation Générale de la**  
**wilaya de Naâma**

**1. Présentation générale de la wilaya de Naâma**

La wilaya de Naâma est issue du découpage administratif institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984. Elle se compose de sept (07) daïras regroupant douze (12) communes, elle se situe entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien et s'étend sur une superficie de 29.819,30 Km<sup>2</sup> pour une population estimée au 31/12/2020 à 296 597 habitants, soit une densité de 9,95 hab/Km<sup>2</sup>.

**Tableau 3 : Répartition des daïrate et des communes de la wilaya au 31/12/2020**

Dairate	Communes	Population	SuperficieKm <sup>2</sup>	Densité de la population (Hab/Km <sup>2</sup> )
Naâma	Naâma	28 753	2 525,93	11,38
Mecheria	Mecheria	106 666	750,12	142,20
	Ain-Ben-Khelil	14 072	3 800,03	3,70
	El-Biodh	12 012	3 728,18	3,22
Ain-Sefra	Ain-Sefra	79 758	1 004,94	79,37
	Tiout	7 296	851,10	8,57
Sfissifa	Sfissifa	7 704	2 438,61	3,16
Moghrar	Moghrar	4 791	1 746,26	2,74
	Djenien-Bourezg	4 709	1 193,19	3,95
Asla	Asla	11 884	2 069,00	5,74
Mekmen-Ben-Amar	Mekmen-Ben-Amar	11 151	3 325,48	3,35
	Kasdir	7 801	6 386,46	1,22
<b>TOTAL</b>		<b>296 597</b>	<b>29 819,30</b>	<b>9,95</b>

**Source : Etat civil + DPSB 2020**

**2. Situation géographique :**

Naâma, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc, est limitée :

- Au Nord par : Les wilayat de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès.
- A l'Est par : La wilaya d'El Bayadh.
- Au Sud par : La wilaya de Béchar.

- A l'Ouest par : La frontière algéro-marocaine.

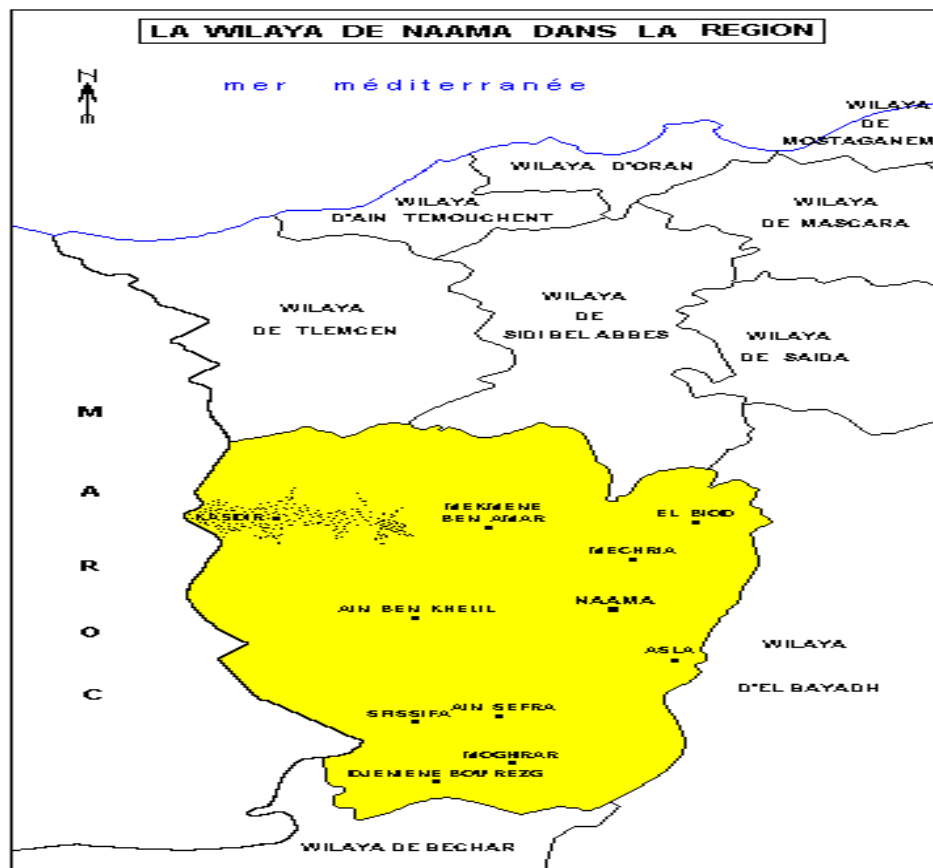


Figure 11 : Situation géographique de La wilaya de Naâma

### 2.1.Paysage géographique :

Le territoire de la wilaya de Naâma se caractérise par trois (3) grands espaces géographiques:

1. Une zone Nord steppique plane représentant 74% de la superficie totale de la wilaya soit 22 066 Km<sup>2</sup>.
2. Une zone montagneuse occupant 12% du territoire de la wilaya, soit 3 578 Km<sup>2</sup>, et faisant partie de l'Atlas saharien.
3. Une zone Sud présaharienne qui s'étend sur les 14% restants de la wilaya soit 4 175 Km<sup>2</sup>.

Ces grands ensembles se caractérisent par des activités différenciées :

- Les 3/4 du territoire Nord font partie du domaine des hautes plaines steppiques appelées improprement "hauts plateaux".
- Cet espace est caractérisé par la prédominance de l'activité pastorale .
- Les monts des ksour et piémonts Sud de l'Atlas se caractérisent par une agriculture oasienne avec une phoeniculture localisée parallèlement à l'activité de transhumance d'hiver.

## **2.2.La géomorphologie:**

Selon (**Bensaïd,2006**) spatialement la wilaya de Naâma est constituée par un ensemble d'unités différentes du point de vue de leur forme structurale, leur genèse, leur lithologie et leur morphogenèse. Cependant, ces entités sont issues de l'interaction de processus physico-chimiques et de processus hydriques exercée sur les matériaux géologiques et lithologiques.

Les principales unités géomorphologiques de la wilaya peuvent être énumérées comme suit:

- ✓ les reliefs.
- ✓ la plaine et surfaces plus ou moins planes.
- ✓ les dépressions.
- ✓ les accumulations éoliennes.

## **2.3.Hydrogéologie**

Les ressources en eaux souterraines de la wilaya de Naâma proviennent de plusieurs systèmes aquifères dont la formation est favorisée le contexte géologique(**Mseguem,2017**). Cependant, en absence d'études hydrogéologiques sur la wilaya, on considère que le potentiel en eaux souterraines relève de deux domaines :

- Les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources.
- Les nappes profondes, exploitées principalement par les forages.

D'une manière générale, les travaux de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (A.N.R.H) font état de quatre aquifères principaux :

- La nappe de Chott Gharbi.
- La nappe du synclinal d'Ain Sefra.
- La nappe du synclinal de Naâma.
- La nappe de Chott Chergui, exploitée au profit de quatre wilayas : Naâma, El Bayadh, Saïda et Tiaret.

## **2.4.Hydrographie**

Le réseau hydrographique (**Figure 12**) et les écoulements de la wilaya sont conditionnés par la structure du relief de cette dernière

- La zone des hautes plaines steppiques :

Cette zone, qui s'inscrit dans l'aire géographique du grand bassin versant de Chott Chergui, présente un réseau hydrographique peu développé ; Elle se caractérise par une topographie

relativement plane et parsemée de dépressions (Chott Gharbi, dépression de Naâma), ce qui est à l'origine du caractère endoréique de ces oueds.

Ces derniers sont à écoulement diffus et intermittents, ils prennent naissance en général sur les reliefs de l'Atlas saharien et terminent leur course dans la plaine au niveau des dépressions :

- Le Chott El Gharbi au nord-est.
- Le Chott El Chergui à l'ouest.
- La Sebkha de Naâma au sud-est.
- La zone des monts des Ksour et de l'espace présaharien

De par son relief montagneux, cette zone présente un réseau hydrographique plus important, plus dense et plus hiérarchisé que celui de la zone nord. Parmi les principaux oueds de la zone, on cite :

- Les oueds Sfisifa et Bénikou, qui drainent les djebels : M'zi et Mekter.
- L'oued Tirkount, qui draine les djebels : Morghad et Aïssa.
- Les oueds Breidj et Mouilah, qui drainent les écoulements des monts des Ksour et qui se joignent au niveau de l'agglomération de Ain Sefra, pour donner naissance à l'oued portant le nom de la ville.
- L'oued Rhouiba.
- L'oued Namous, qui constitue plus au sud, vers l'Erg occidental, la zone d'épandage des eaux des monts des Ksour qui parviennent à la plaine présaharienne.

Les écoulements de ces oueds empruntent des itinéraires déterminés par la structure et l'orientation du relief :

- L'oued El Breidj a un écoulement sud-ouest /nord-est.
- Les oueds Ed Douis et El Rhouiba ont un écoulement de direction nord-est /sud-ouest.

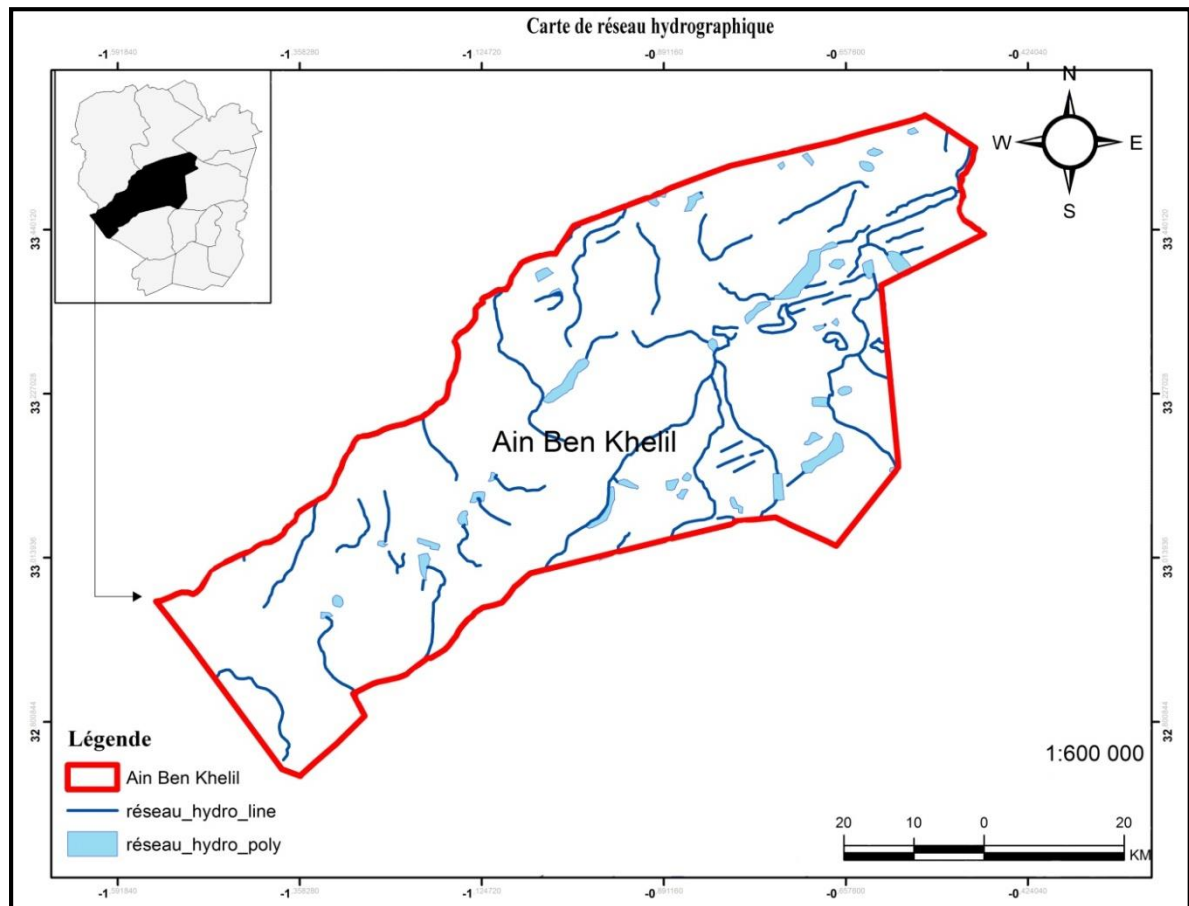


Figure 12 : Carte du réseau hydrographique de la commune d'Ain Ben Khelil

### 3. Climatologie:

#### 3.1. Etude de climat:

Le climat de la steppe se détermine par des pluies très irrégulières dans le temps et dans l'espace avec toutes les conséquences qui s'en suivent sur la vie des éleveurs, sur la végétation et le bétail.

Tableau 4: Station métrologique de référence.

La station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Mécheria	1123	33° 32' N	00° 14' W

#### 3.2. Les précipitations:

**Tableau 5:** Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm) durant la période 1991-2021.

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
<b>P (Moy) (mm)</b>	20	17	32	22	21	10	4	10	21	28	25	16
<b>P (max) (mm)</b>	61	48	135	69	70	40	24	44	81	169	94	35
<b>P (min) (mm)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Source : (Station météorologiques Mécheria)

D'après ce tableau on remarque : la moyenne mensuelle de précipitation (mm) est élevée en Mars (32 mm) par rapport les autres mois durant la période 1991-2021 au contraire elle est faible en juillet (4 mm).

**Tableau 6:** Régime saisonnier des précipitations

Période	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Régime
<b>1991-2021</b>	24	74	53	75	PAHE

### 3.3. Les températures

La température est le facteur secondaire qui influe sur le développement de la végétation.

**Tableau 7:** Répartition moyenne mensuelle des températures (°C) durant la période 1991-2021

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
<b>Moy (°C)</b>	6,5	8,5	11,5	13,75	18,75	24,5	28,75	28	23,25	17,5	12	7,5
<b>Max (°C)</b>	11	14	17	20	25	32	36	35	30	23	16	12
<b>Min (°C)</b>	2	3	6	7,5	12,5	17	21,5	21	16,5	12	6	3

Source : (Station météorologiques Mécheria)

L'analyse de tableau fait ressortir que la température moyenne au niveau du territoire Mécheria est de l'ordre de 16,70 °C, le mois le plus froid est janvier avec 2°C par contre le mois le plus chaud est juillet avec 36°C.

### 3.4.Synthese climatique:

#### 3.4.1. Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité :

Tableau 8:Type de climat en fonction d'Amplitude thermique.

Période	M°C	m°C	(M-m)°C	Type de climat
1991-2021	36	2	34	Semi-Continental

La classification thermique des climats proposée par (Debbache.M,1998) est fondée sur l'amplitude M-m

- Climat insulaire :  $M-m < 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Climat littoral :  $15 \text{ }^\circ\text{C} < M-m < 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Climat semi- continental :  $25^\circ\text{C} < M-m < 35 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Climat continental :  $M-m > 35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

D'après la classification mentionnée si dessus on confirme qu'au niveau du territoire Mécheria subit des influences semi- continental.

#### 3.5.Indice de sécheresse estivale :

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

$$I.e = P.E / M$$

Tableau 9: Indice de sécheresse estivale

Période	P.E (mm)	M (°c)	I.e
1991-2021	24	36	0,66

On a remarqué que les indices de sécheresse calculés sont nettement inférieurs à 5, ce qui montre, selon (Daget.J,1977), qu'elles appartiennent au climat méditerranéen à sécheresse estivale avancée.

#### 3.6.Indice d'aridité de Martonne :

**3.6.1. Indice d'aridité annuel (i)**

$$i = P / T + 10$$

**P** : Précipitations totales annuelles en mm.

**T** : Température moyenne annuelle en C °.

**I < 5** : Climat hyper aride.

**5 < I < 7,5** : Climat désertique.

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

**10 < I < 20** : Climat semi-aride.

**Tableau 10:** Indice d'aridité annuel de Martonne

Station	P (mm)	T (°C)	I	Type de climat
Mécheria	226	16,71	8,46	Climat steppique

**3.6.2. Indice d'aridité mensuel (i) :**

$$i = 12P / T + 10$$

**Tableau 11:** Indice d'aridité mensuel de Martonne

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AUT	S	O	N	D
<b>I</b>	14,55	11,02	17,86	11,11	8,76	3,47	1,23	3,15	7,57	12,12	13,63	10,97

L'analyse du tableau fait ressortir :

- Pour les mois : Mai, Septembre **5 < i < 10**, ce qui signifie que ces mois présentent un régime désertique.
- Pour les mois Janvier, Février, Mars, Avril, Octobre, Novembre, Décembre **10 < i < 20**, ces mois présentent un régime semi-aride.
- Pour Juin, Juillet et Août **i < 5** ces deux mois présentent un régime hyper aride.

### 3.7. Diagramme ombrothermique de Bangnoulis et Gaussen :

Le diagramme, permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe. On parle de saison sèche lorsque la courbe des pluies passe en dessous de celle des températures autrement dit lorsque  $(P \leq 2T)$ . L'examen des courbes pour la station fait apparaître clairement la période sèche qui s'étale le long de l'année (30) ans, ce qui confirme l'intensité de la sécheresse dans la région

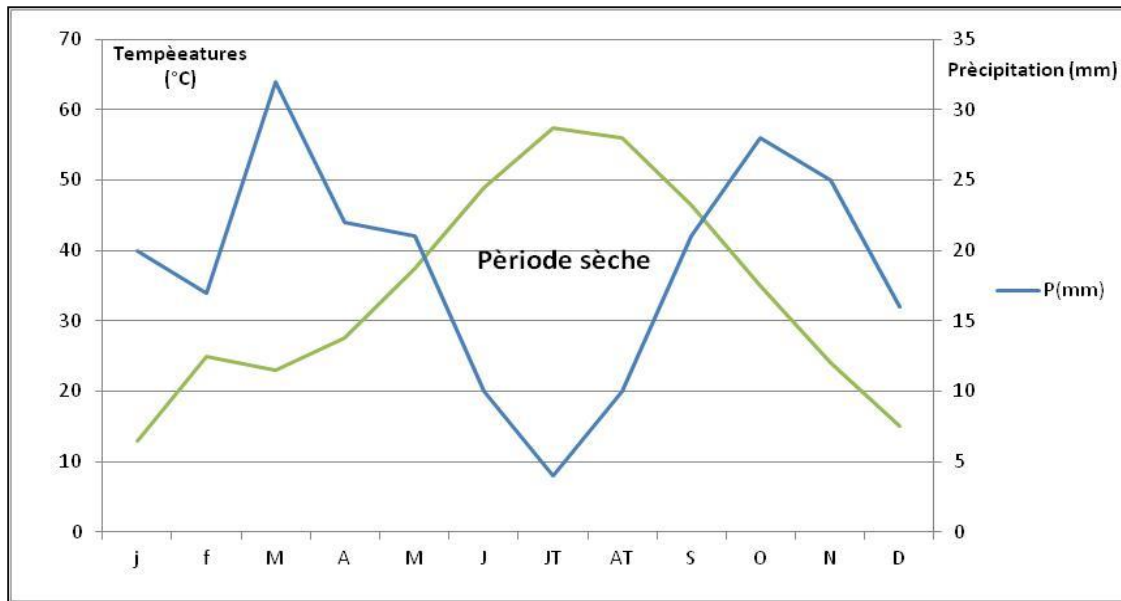


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

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

### 3.8. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955) :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. En abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid. Le quotient d'Emberger est calculé par la formule suivante :

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

**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 (°k) = T °C + 273,2.**

Tableau 12: Valeur du Q2 et étages bioclimatiques

Période	P (mm)	M (°c)	m (°c)	Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
1991-2021	226	36	2	22,74	Aride, Hiver Frais

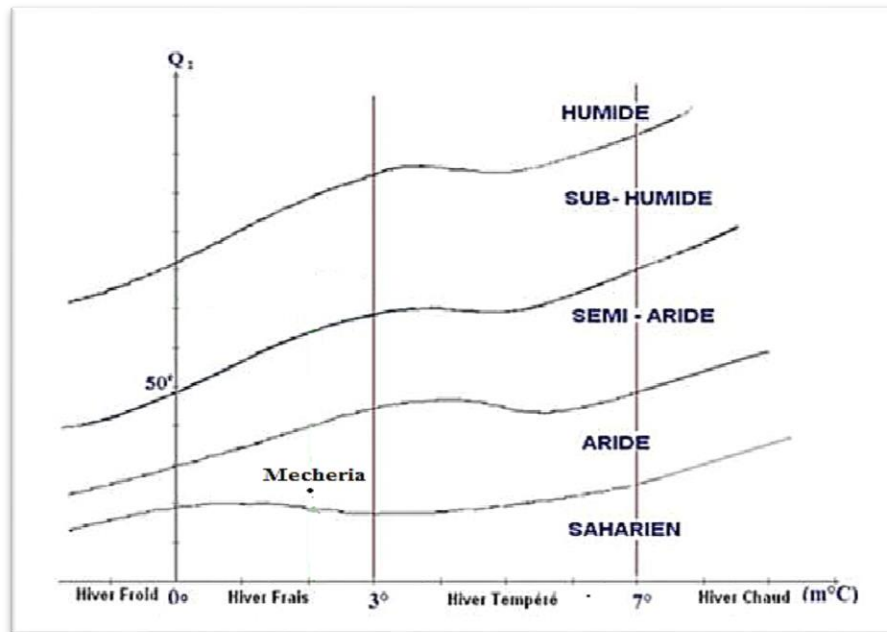


Figure 14 : Climagramme d'Emberger

L'application du quotient pluviothermique sur les données climatiques récentes a révélé que la station de Mecheria est classée dans l'étage aride supérieur à hiver frais.

### 3.9. Autres facteurs climatiques :

#### 3.9.1. Enneigement :

La wilaya de Naâma est très froide en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige. Leur fréquence annuelle, est en moyenne de 3,8 jours (station de Mécheria), mais la période de déneigement est beaucoup plus longue. Cet enneigement est considéré à la fois comme facteur favorable et facteur contraignant.

D'une part et sur le plan agro-pastoral l'enneigement constitue un précieux apport en eau, d'autre part l'enneigement est à l'origine de coupure des routes, isolement de certains territoires et la cause principale des mortalités du cheptel en hiver .

**3.9.2. Gelées :**

La wilaya, à l'instar des espaces Hauts plateaux, subit des gelées importantes et fréquentes en hiver et même au début du printemps. Leur fréquence est évaluée en moyenne à 40,4 jours dans l'année pour la station de Mécheria et 40 jours pour la station de Naâma.

Ces gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et un facteur de contrainte pour la végétation naturelle. En effet, elles imposent un calendrier cultural qui doit tenir compte de la période gélive, principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce, ce qui restreint leur pratique aux saisons les plus chaudes et les moins arrosées. Quant à la végétation naturelle, elle est retardée dans sa croissance, cette dernière étant étroitement liée à la température.

## ***Chapitre III :***

### ***Matériels et méthodes***

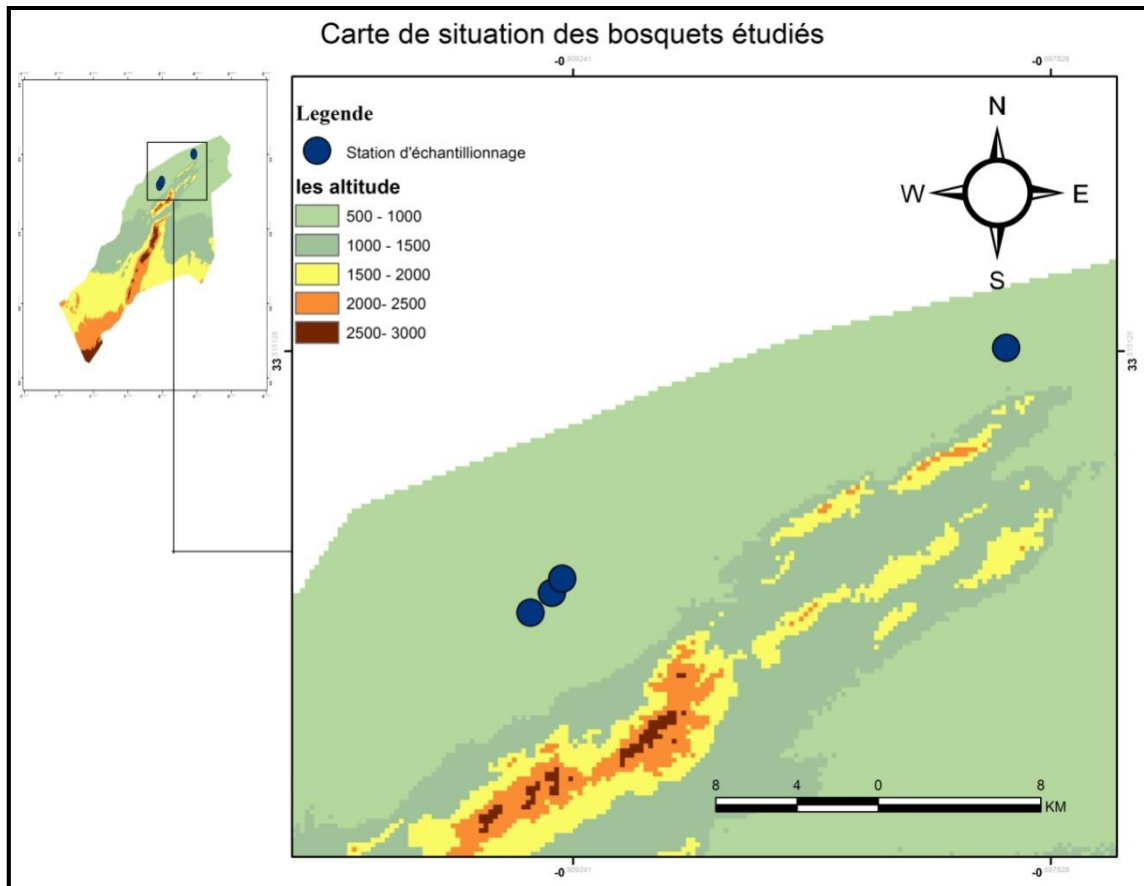
## **1. Introduction :**

Le travail que nous avons entrepris dans la région de Gaâloul (commune d'Ain Ben Khelil) répondait à de nombreuses questions qui restaient en suspens. Notamment celles liées à la caractérisation de la dynamique structurale et architecturale de l'essence, l'état des peuplements, en particulier le vieillissement, le taux de régénération et la mise en valeur de cette espèce autochtone et endémique qui est le Pistachier de l'Atlas. Notre choix s'est porté sur **4 stations** peuplements de Pistachier (**Figure 15**) pour une meilleure représentativité et pour l'obtention de résultats fiables.

Soulignons que les objectifs de notre étude sont:

- D'éclaircir les différentes notions liées à la dynamique structurale et architecturale de l'espèce ;
- Proposer une clé de détermination ARCHI pour le pistachier de l'Atlas ;
- Fournir aux gestionnaires forestiers, un outil sous forme de tables, chiffres et illustrations susceptible de les guider dans leurs travaux de réhabilitation de l'espèce.

Pour les fins de notre travail, nous avons réalisé douze sorties sur terrains depuis Mars 2022. Cette première étape nous a permis donc de localiser nos stations expérimentales, réaliser les relevées dendrométriques et de déterminer l'aire de répartition du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dans la région. Il faut rappeler que cette espèce est signalée par (**Quezel et Santa,1963**) comme rare dans la partie occidentale de l'atlas saharien.



**Figure 15** : Carte de localisation des 4 stations expérimentales dans la commune d’Ain Ben Khelil. Wilaya de Naâma

## 2. Plan d’échantillonnage

Compte tenu des caractéristiques des stations de Pistachier d’Atlas étudiées, et afin de prendre en compte l’éventail le plus large possible des situations écologiques, nous avons procédé à un échantillonnage de type aléatoire tout en excluant les bosquets étudiés dans le passé dans la région de Gaaloul.

Dans cet axe certains paramètres ont été pris en considération tels que : la circonférence, la hauteur et le rayon du houppier de tous les sujets de chaque station. Lors de cette étude, nous avons atteint le nombre de **424 sujets** (pieds) échantillonnés de Pistachier de l’Atlas.

## 3. Matériel utilisé:

Nous avons utilisé :

- Un dendromètre et Blum leiss pour mesurer les hauteurs des arbres.
- Un ruban mètre pour mesurer la circonférence à 1,30 m , circonférence à mis hauteur du Fût et les rayons de la projection du houppier sur le sol .

- Fiche des relevés.
- Peinture aérosol pour marquer les arbres mesurés.
- Un smart phone équipé d'une application « GPS Data » pour le géo-référencement des stations.
- Appareil photos numérique.
- ArcGIS pour dessiner les cartes .



Figure 16 : Différents instruments utilisés

Lieu dit (Bosquet) : \_\_\_\_\_ Wilaya : .....

Commune : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

N° Arbre	Sexe	Rég.	Hauteur Total (m)	Hauteur fût (m)	Hauteur houppier (m)	C 1,30m (cm)	C 0,50 Fût (cm)	R1	R2	R3	R4	Types ARCHI	Observation
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Figure 17 : fiche des relevées

#### 4. Mesure de la circonférence (C)

La circonférence est le périmètre de la section de l'arbre, mesurée perpendiculairement à l'axe du tronc avec un mètre ruban souple. Elle est mesurée à hauteur de poitrine (1.3 m à hauteur d'homme et a mis hauteur du fût) au-dessus de sol.



Figure 18 : Représentation de la technique de mesure

### 5. Détermination du diamètre (D)

Le diamètre exprime la grosseur la plus universelle d'une section d'arbre (Rondeux,1993). Selon le même auteur, la détermination du diamètre nécessite la mesure de la circonférence et la diviser sur  $\pi$ , selon la formule suivante :

$$D = C / \pi \quad \text{dont : } \pi = 3.1416$$

### 6. La hauteur (H)

La hauteur est la caractéristique la plus importante à mesurer ou à estimer en vue de déterminer le volume à certain condition, elle joue un rôle essentiel dans la caractérisation de la productivité des milieux forestiers (Rondeux,1993).

Après avoir utilisé le dendromètre qui donne l'angle, nous avons mesuré la hauteur en prenant une certaine distance de l'arbre, par exemple, nous avons pris 15 mètres entre l'arbre et l'œil. (Figure 19 )

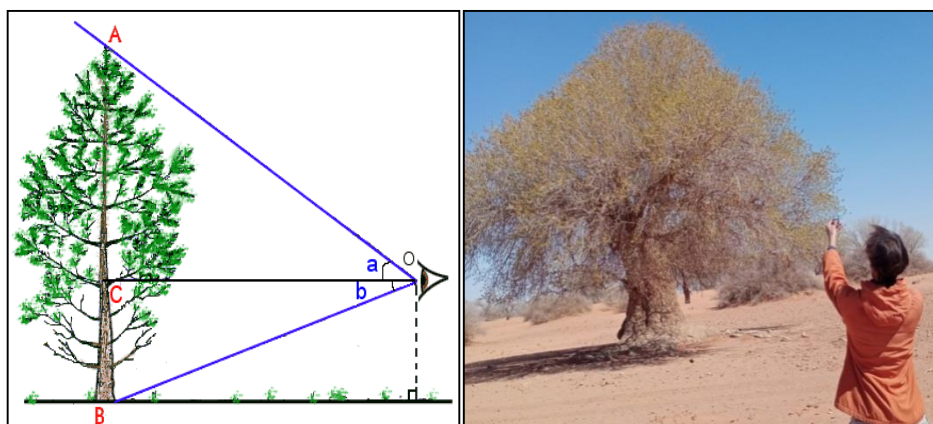


Figure 19 : Représentation de la technique de mesure.

La Formule de calcul de la hauteur

$$AB = 15 * \tan(a) + CB$$

## 7. Le houppier :

Le houppier c'est l'ensemble des branches et du feuillage d'un arbre (**Durant.R,1990**). Nous parlerons parfois aussi de couronne pour désigner le houppier sur photo aérienne (**Rondeux,1993**).

### 7.1.Le diamètre du houppier ( $dh_0$ ) :

Le diamètre du houppier d'un arbre constitue aussi une caractéristique dendrométrique intéressante sa mesure donne des renseignements sur les degrés de la compétition entre arbres. Un houppier se développant d'autant plus que l'arbre trouve plus de place. Dans un peuplement, il est indéniable que la croissance d'un arbre est légèrement conditionnée par la proximité et la dimension de ces voisins. (**Rondeux,1993**).

D'après(**Rondeux,1993**), le diamètre du houppier est estimé en effectuant la mesure de sa projection horizontale, puisque la surface projetée s'éloigne de celle d'un cercle. Il convient de mesurer au moins 4 rayons ou 8, dans des directions faisant des angles égaux, le premier rayon étant fixé au hasard. Dans notre cas nous avons mesuré pour chaque pied 4 rayons ( $n = 4$ ).

La surface de la projection horizontale ( $S_p$ ) résulte de la moyenne quadratique suivante :

$$S_p = \pi \sum r_i^2 / n$$

- ✓ **Ri** : rayons
- ✓ **n**: Nombre de rayons

A partir de l'équation qui estime la surface de projection du houppier, on peut déduire le diamètre du houppier :

$$Dho = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot sp} = 2 \sqrt{\sum_{i=1}^n Ri^2 / n}$$

- ✓ **Dho** : Diamètre moyen du houppier.
- ✓ **sp** : Surface projetée de la cime.
- ✓ **Ri** : rayons.

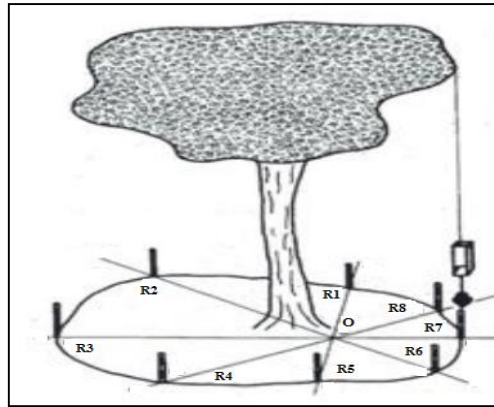


Figure 20 : Principe de la projection horizontale du houppier [source](#)

### 7.2.La surface du houppier (Sho)

Le calcul de la surface du houppier, de manière approximative, se diffère selon le type de l'arbre. En ce qui concerne les feuillus (le cas du *pistachier de l'atlas*) le calcul de la surface de la portion du houppier exposée au soleil (forme de demi-sphère, excepté de la surface de la base) peut se faire par la formule suivante :

$$Sh_0 = \pi dh_0^2/2$$

### 7.3.Le Volume du houppier (Vho)

Le volume du houppier est plutôt à mettre en relation avec le volume d'une demi-sphère ou d'une proportion déterminée de sphère.

$$Vh_0 = 1/6 \pi dh_0^3/2$$

## 8. Diagnostic architectural :

### 8.1.La méthode ARCHI :

C'est une méthode de diagnostic visuel de l'état sanitaire et des capacités de résilience des arbres, basée sur une lecture de l'architecture des houppiers (**Drénou et Lambert et al,2014; Drénou et Caraglio,2019**). Les clés d'observation ARCHI définissent six types à savoir (**Drénou et Bouvier et al,2011; Drénou et Giraud et al,2013**): Arbre sain (S), Arbre résilient(R), Arbre en descente de cime (D), Arbre stressé (St), Arbre en dépérissement irréversible (DI) et Arbremort (M).

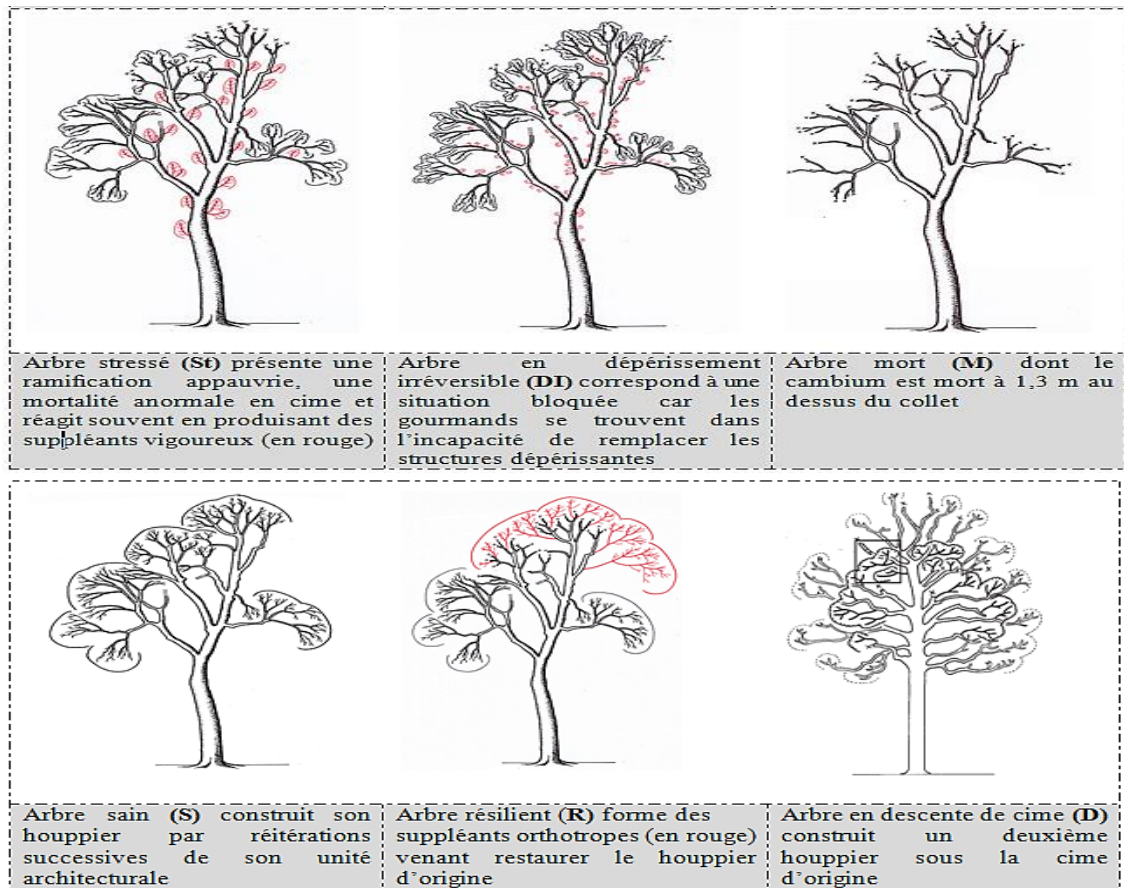


Figure 21 : Les différents types ARCHI (Drénou et Bouvier *et al*,2011)

*Chapitre IV :*  
*Résultats & discussion*

## 1. Description des stations d'étude

L'exploitation des résultats des mesures des principales caractéristiques dendrométrique (circonférence des arbres ou diamètre à 1.30m, hauteur, diamètre et hauteur du houppier, surface et volume du houppier) permettant de décrire nos stations et de faire ressortir les paramètres prépondérants.

Les stations (01, 02, 03 et 04) sont des daïas, (**Figure 22**) présentant un peuplement naturel de Pistachier de l'atlas .Nous avons remarqué que les peuplements (bosquets) reposent sur un sol profond qui dépasse 1.50 m. Ce sol est composé d'une alternance de couche de sable et d'éléments fins (argile et limon). Dans les daïas se développent principalement des petits, moyens, gros et très gros bois.



**Figure 22** : Une vue générale d'une de nos 4 stations expérimentales (région de Gaâloul)

## 2. Présentation des résultats et interprétation

Vu le nombre très élevé des arbres échantillonnés dans les quatre bosquets (**424 arbres**), le regroupement des sujets par classes de diamètre s'avère un choix pertinent.

### 2.1. Structure diamétrique du *Pistacia atlantica*

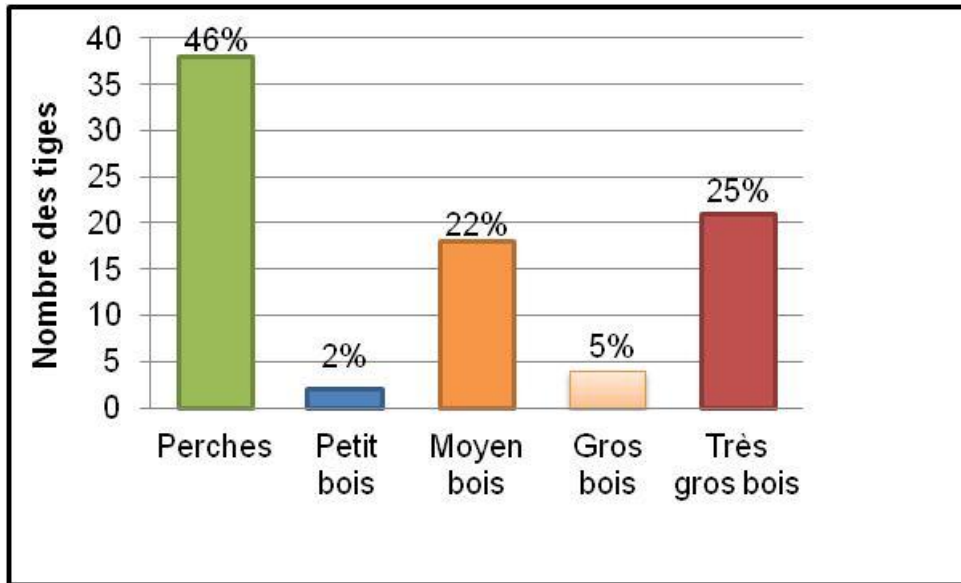
Les classes de diamètre retenues sont:

- $\emptyset \leq 10$  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: Grosbois (GB),
- $> 62,5$ cm: Très gros bois(TGB)

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

#### Station N° 01 :

Au total, 83 sujets ont fait l'objet des mesures dans ce bosquet. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (Figure 23).



**Figure 23:** Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 01

L'analyse globale de la distribution des nombres de tige par catégories de diamètre (Figure 23) mis en évidence une nette dominance de la catégorie Perche avec un effectif de 38 sujets soit 46% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu viennent les classes de très gros bois et moyen bois avec respectivement 25% et 22%, ce qui représente 47% de l'ensemble du bosquet.

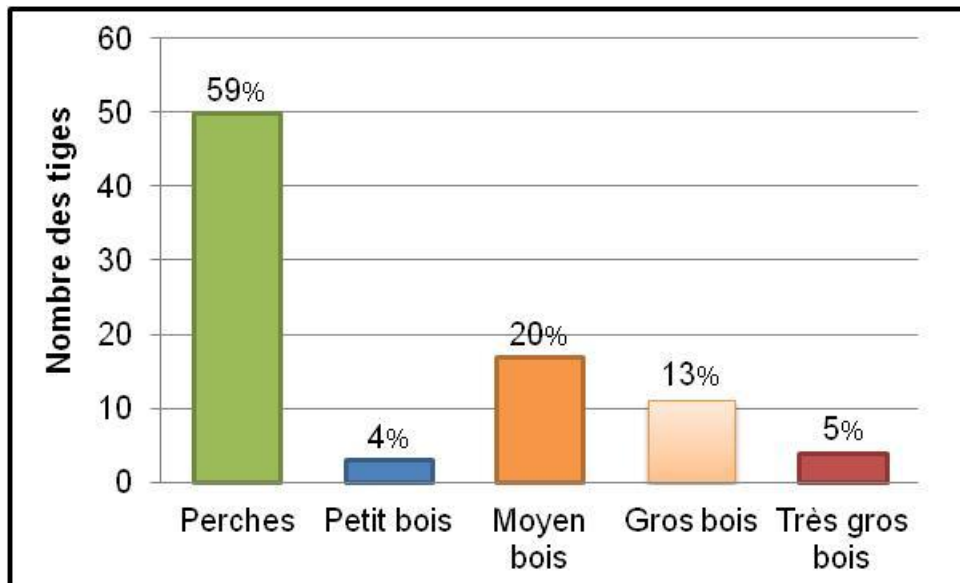
La classe gros bois représente 5 % du peuplement avec 4 sujets, alors que la classe petit bois ne représente que 2% de l'ensemble du bosquet avec 02 sujets.

De manière générale, nous sommes en présence d'une futaie pure de pistachier de l'Atlas à structure irrégulière (dominance de 3classes) de type perches, très gros bois et moyen bois.

Il est a noté aussi que le pourcentage entre perche et petit bois qui est de 48% de l'ensemble du bosquet, montrent l'importance de la régénération naturelle au niveau de la station 01.

**Station N° 02 :**

Au total, 85 sujets ont fait l'objet des mesures dans ce bosquet. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 24**).



**Figure 24:** Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 02

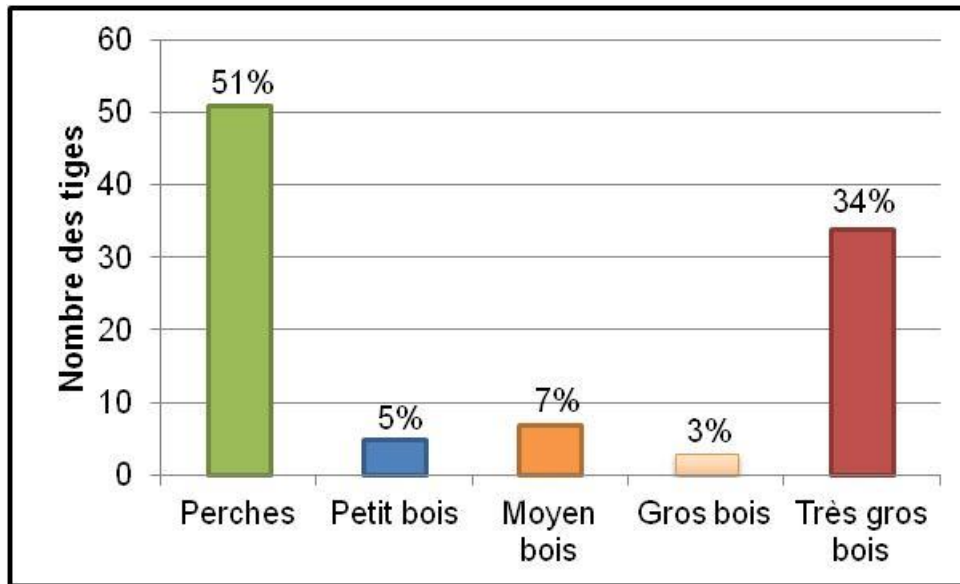
L'analyse globale de la distribution des nombres de tige par catégories de diamètre (**Figure 24**) mis en évidence une nette dominance de la catégorie Perche avec un effectif de 50 sujets soit 59% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu viennent les classes de moyen bois et gros bois avec respectivement 20% et 13%, ce qui représente 33% de l'ensemble du bosquet.

La classe très gros bois représente 5 % du peuplement avec 4 sujets, alors que la classe petit bois ne représente que 4% de l'ensemble du bosquet avec 03 sujets.

De manière générale, nous sommes en présence d'une jeune futaie de pistachier de l'Atlas à structure régulière (dominance d'une classe) de type perches ce qui montre l'importance de la régénération naturelle au niveau de la station 02.

**Station N° 03 :**

Au total, 100 sujets ont fait l'objet des mesures dans ce bosquet. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 25**).



**Figure 25:** Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas -Station 03

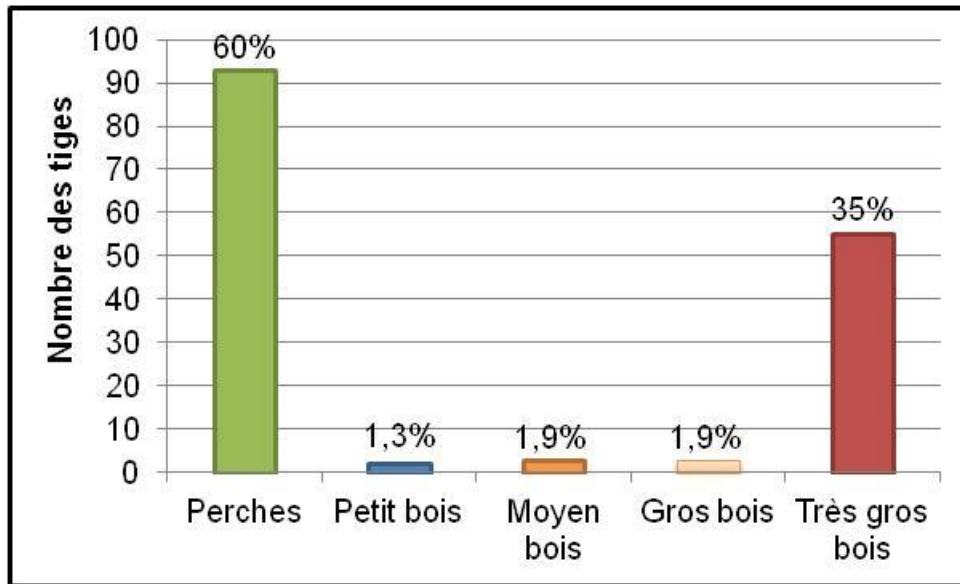
L'analyse globale de la distribution des nombres de tiges par catégories de diamètre (**Figure 25**) mis en évidence une nette dominance de la catégorie Perche avec un effectif de 51 sujets soit 51% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu vient la classe de très gros bois avec respectivement 34%.

La classe moyen bois représente 7 % du peuplement avec 7 sujets, alors que les classes petit bois et gros bois ne représente que 5% et 3%. Ce qui représente 8% de l'ensemble du bosquet avec 5 et 3 sujets.

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

#### **Station N° 04 :**

Au total, 156 sujets ont fait l'objet des mesures dans ce bosquet. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 26**).



**Figure 26:** Structure diamétrique du pistachier de l'Atlas - Station 04

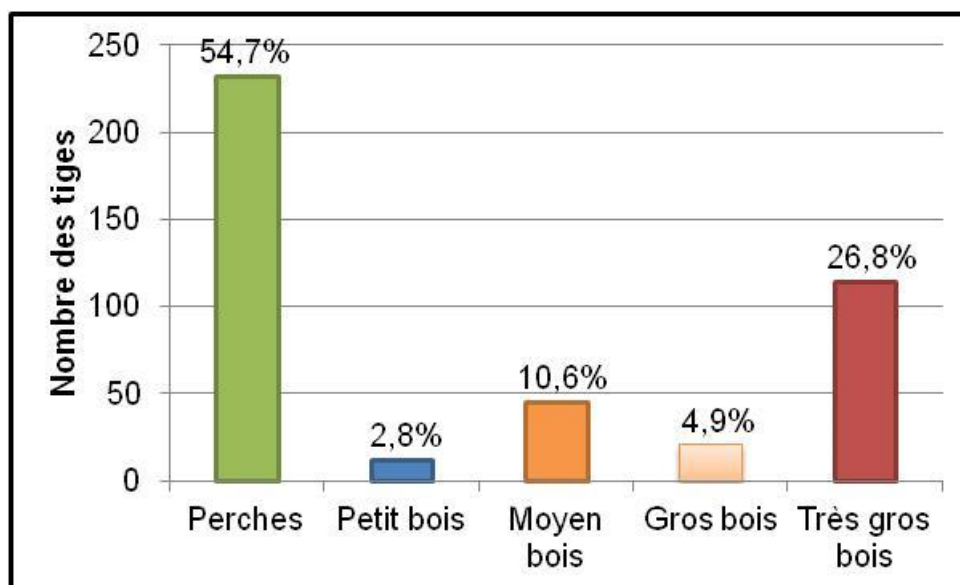
L'analyse globale de la distribution des nombres de tiges par catégories de diamètre (**Figure 26**) mis en évidence une nette dominance de la catégorie Perche avec un effectif de 93 sujets soit 60% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu vient la classe de très gros bois avec respectivement 35%.

La classe moyen bois représente 1.92 % du peuplement avec 3 sujets, alors que les classes petit bois et gros bois ne représente que 1.3% et 1.9%, Ce qui représente 3.2% de l'ensemble du bosquet avec 2 et 3 sujets.

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

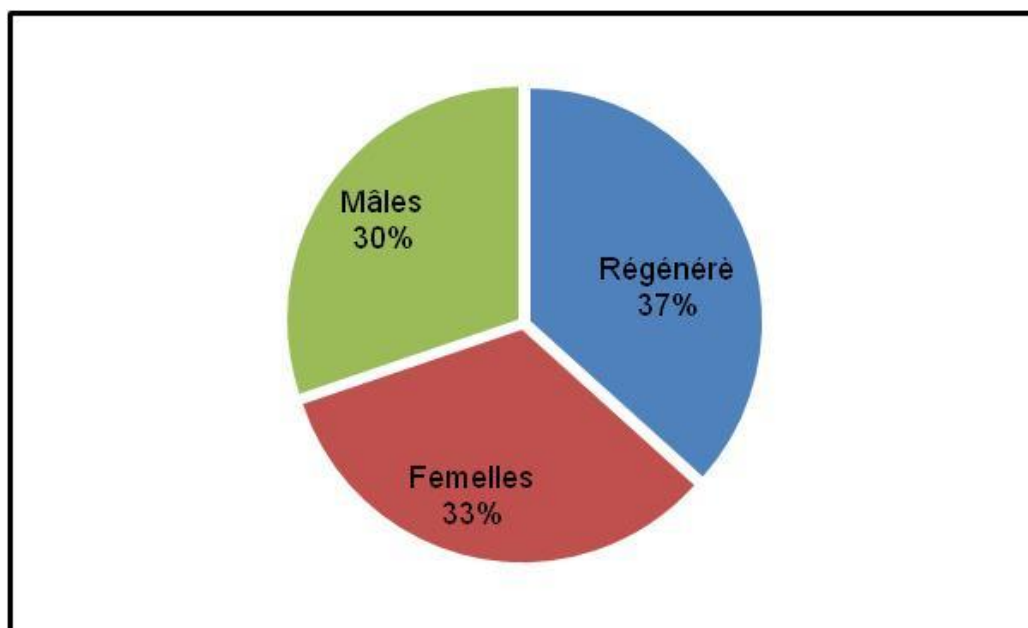
**Tous les « 4 station » ensemble :**

Au total, 424 sujets ont fait l'objet des mesures dans tous les bosquets (1.2.3.4). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 27**).



**Figure 27 :** Répartition du nombre de tiges en fonction des classes de diamètres (4 stations expérimentales)

L'étude globale des 4 stations a révélé des résultats qui constituent de parfaits indicateurs écologiques sur l'état et la dynamique du Pistachier de l'Atlas dans la région d'Ain Ben Khelil. L'analyse des données du terrain ont mis en exergue d'une part une nette dominance de la classe de diamètre 'perches' avec un pourcentage de 54.71% de l'ensemble des sujets échantillonnés (424 pieds de Pistachier). D'autre part nous avons noté un taux de 57,54% de régénération naturelle représenté par les 2 classes de diamètres (perches et petit bois). L'ensemble des 4 stations présente une structure irrégulière.



**Figure 28 :** La composition globale (04 stations) selon le genre et le taux de régénération naturelle du Pistachier de l'Atlas.

L'étude globale des 4 stations a révélé qu'il ya une dominance des sujets régénérés sur avec un taux de 37% de l'ensemble du bosquet , aussi que la présence des grands sujets femelles 33% de l'ensemble du bosquet qui sont des réserves semencières, assure la production des graines, et une présence des sujets males avec un taux de 30% de l'ensemble du bosquet. Ceci montre que notre zone d'étude peut constituer un site favorable de développement du pistachier, mais il reste à contrôler l'effet de pâturage et du facteur anthropique. Nous avons aussi remarqué un cas très rare c'est que nous avons trouvé deux sujet monoïques (ça veut dire la présence des deux sexes dans un seul sujet) dans les deux bosquets 03 et 04.



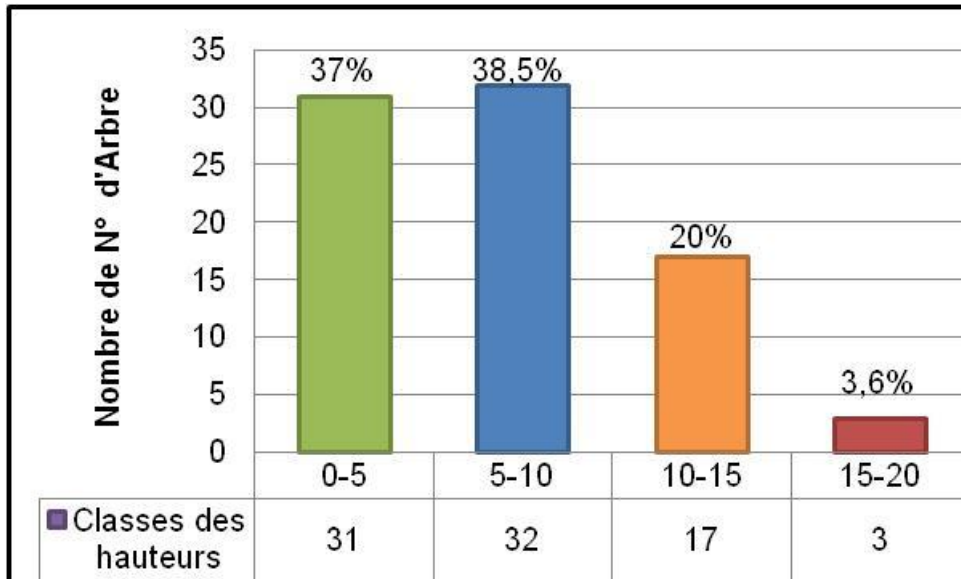
**Figure 29 :** Sujet monoïque

### 3. Structure verticale du Pistachier d'Atlas :

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).

#### Station 01 :

Il y a 83 sujets au totale. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (Figure 30).



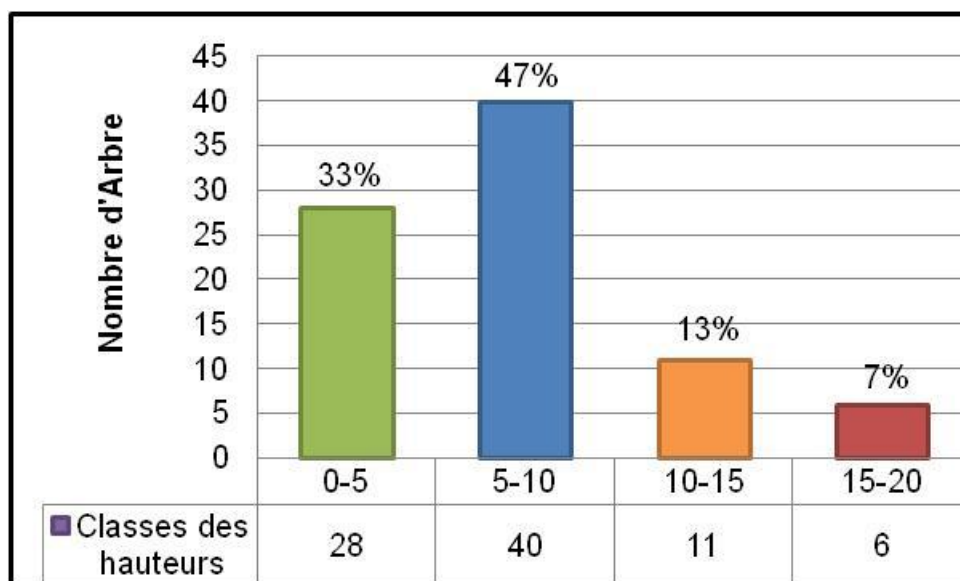
**Figure 30:** Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 01

L'analyse globale de la distribution de nombres de tiges par classes des hauteurs (Figure...) mis en évidence une nette dominance des classes à nombre de tiges par station de 5-10m avec un effectif de 32 sujets soit 38.5 % de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu viennent les classes de 0-5m et 10-15m avec respectivement 37 % et 20%. Ce qui représente 57% de l'ensemble du bosquet.

La dernière classe de 15-20m représente que 3.61% avec 3 sujets de l'ensemble du bosquet. De manière générale, nous sommes en présence d'une futaie pure de pistachier de l'Atlas à structure régulière (dominance de 3classes) 0-5m ,5-10m et 10-15m.

#### Station 02 :

Il y a 85 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (Figure 31).



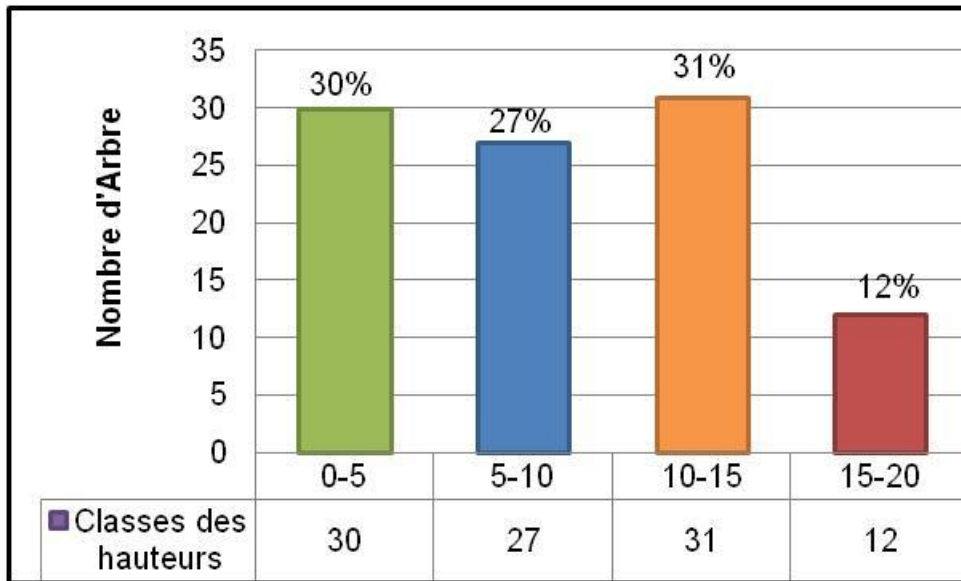
**Figure 31:** Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 02

L'analyse globale de la distribution des nombres de tiges par classes des hauteurs (**Figure 31**) mis en évidence une nette dominance des classes a nombre de tiges par station de 5-10m avec un effectif de 40 sujets soit 47% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu vient la classe de 0-5m avec respectivement 33% de l'ensemble du bosquet.

les classes de 10-15m et 15-20m représente 13% et 7% avec 11 et 6 sujets. Ce qui représente 20% de l'ensemble du bosquet. De manière générale, nous sommes en présence d'une futaie pure de pistachier de l'Atlas à structure régulière (dominance de 2 classes) 5-10m et 0-5m.

### **Station 03 :**

Il y a 100 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 32**).



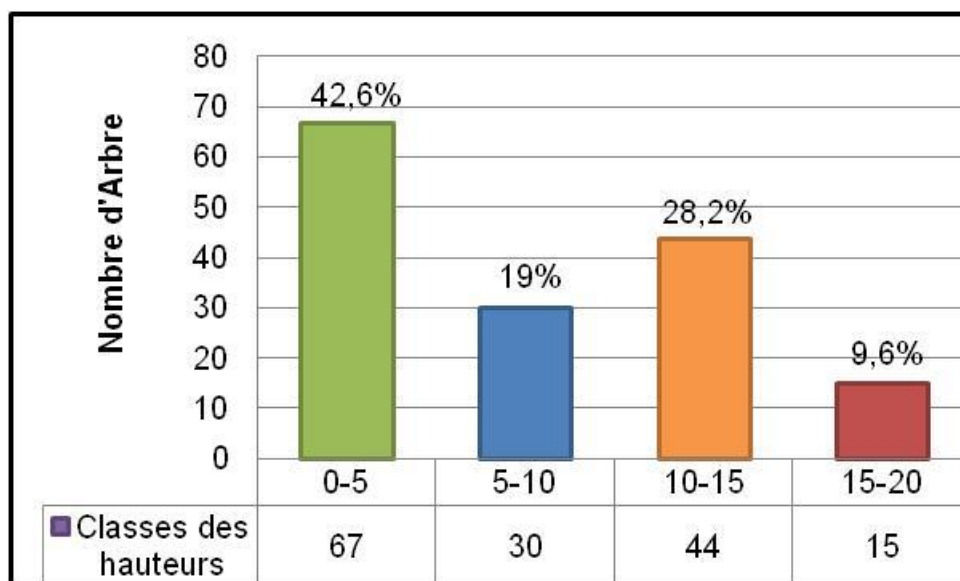
**Figure 32:** Structure verticale du pistachier de l’Atlas - Station 03

L'analyse globale de la distribution des nombres de tiges par classes des hauteurs (**Figure 32**) mis en évidence une nette dominance des classes a nombre de tiges par station de 10-15m avec un effectif de 31 sujets soit 31%de l’ensemble du bosquet. En seconds lieu viennent les classes de 0-5m et 5-10m avec respectivement 30% et 27%. Ce qui représente 57% de l’ensemble du bosquet.

La dernier classe de 15-20m représente que 12% de l’ensemble du bosquet avec 12 sujets . De manière générale, nous sommes en présence d’une futaie pure de pistachier de l’Atlas à structure régulière (dominance de 3classes) 0-5m, 5-10m et 10-15m.

**Station 04 :**

Il y a 156 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 33**).



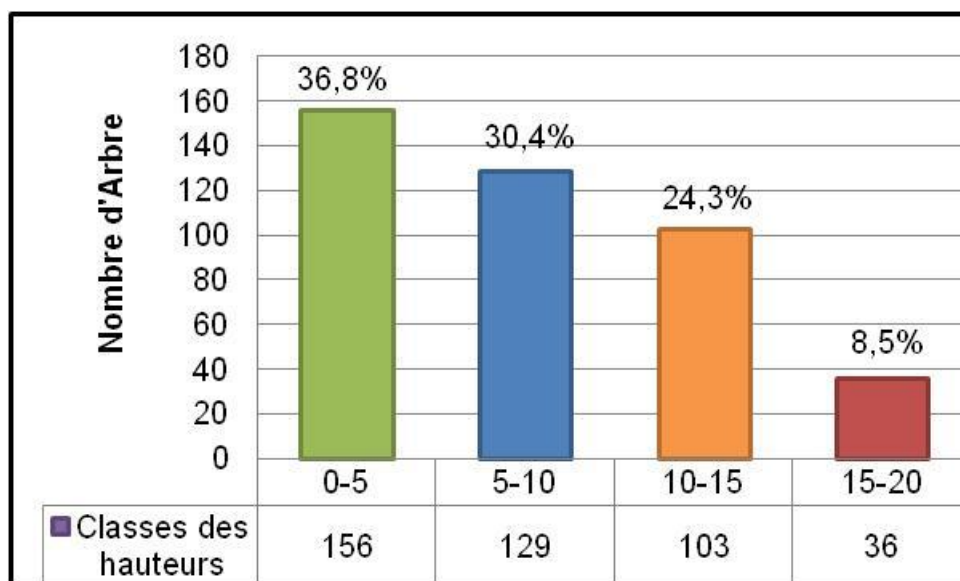
**Figure 33:** Structure verticale du pistachier de l'Atlas - Station 04

L'analyse globale de la distribution des nombres de tiges par classes des hauteurs (**Figure 33**) mis en évidence une nette dominance des classes a nombre de tiges par station de 0-5m avec un effectif de 67 sujets soit 42.9% de l'ensemble du bosquet. En seconds lieu viennent les classes de 5-10m et 10-15m avec respectivement 19% et 28.2%. Ce qui représente 47% de l'ensemble du bosquet.

La dernière classe de 15-20m représente que 9.6% avec 15 sujet de l'ensemble du bosquet. De manière générale, nous sommes en présence d'une futaie pure de pistachier de l'Atlas à structure régulière (dominance de 3classes) 0-5m ,5-10m et 10-15m.

#### **Tous les « 4 station » ensemble :**

Au total, 424 sujets ont fait l'objet des mesures dans tous les bosquets (01.02.03.4). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 34**)



**Figure 34:** Structure verticale du pistachier de l'Atlas (04 stations expérimentales).

L'étude globale des 4 stations a révélé qu'il y a une dominance de classe d'hauteur de 0-5m pour 156 sujets avec un pourcentage de 36.8 % de l'ensemble des sujets échantillonnés (424 pieds de Pistachier). La classe d'hauteur 5-10m avec 129 sujets avec un pourcentage de 30.4%, par ailleurs la classe d'hauteur 10-15m avec 103 sujets avec un pourcentage de 24.3%. Au final, la classe d'hauteur de 15-20m avec 36 sujets et un pourcentage de 8.5% de l'ensemble des 4 bosquets. Nous constatons une dominance de 3 classes : 0-5m ,5-10m et 10-15m.

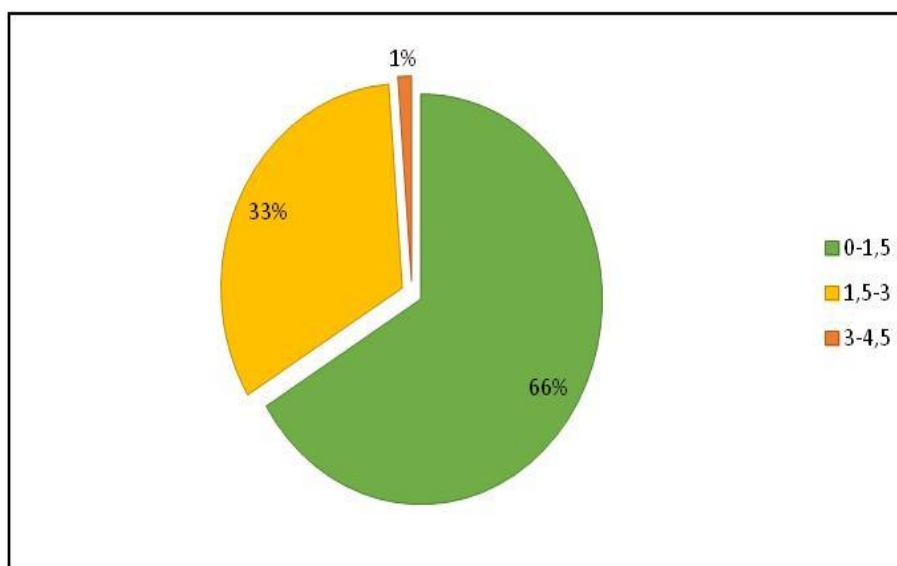
#### 4. Hauteur des fûts :

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

- Classe 1 :  $0 \leq 1,50$  m
- Classe 2 :  $1,51 < h_{\text{fût}} \leq 3$  m
- Classe 3 :  $h_{\text{fût}} > 3$  m

##### Station 01 :

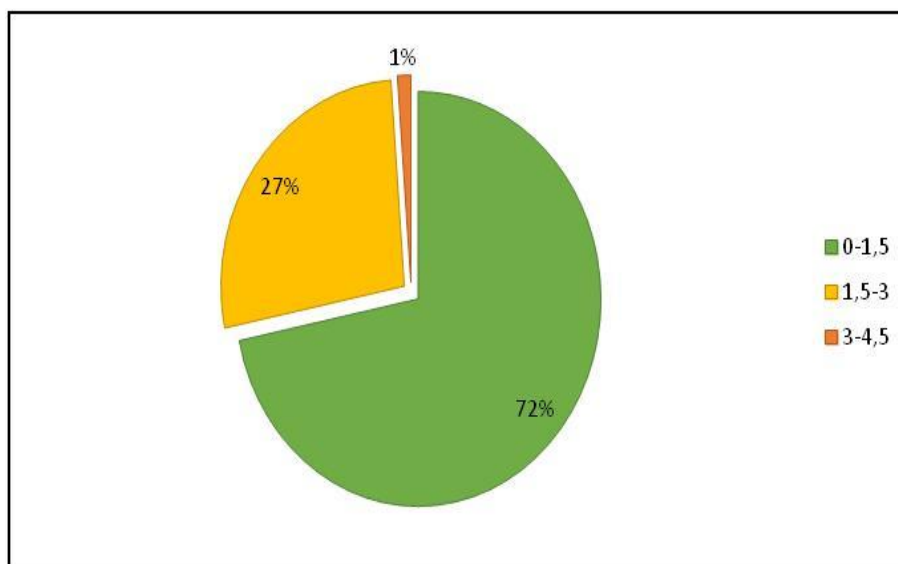
Il y a 3 catégories (0-1.5), (1.5-3) et (3-4.5). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 35**).



**Figure 35 :** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 01  
 L'analyse de la distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans la station 01 nous montre que la classe de 0-1.5 m domine les autre deux classe avec un pourcentage de 66% de sujet, tandis que la classe 1.5-3 m avec 33%, et la dernière classe 3-4.5 m avec 1% de l'ensemble du bosquet.

**Station 02 :**

Nous avons obtenu 3 catégories (0-1.5), (1.5-3) et (3-4.5). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 36**).

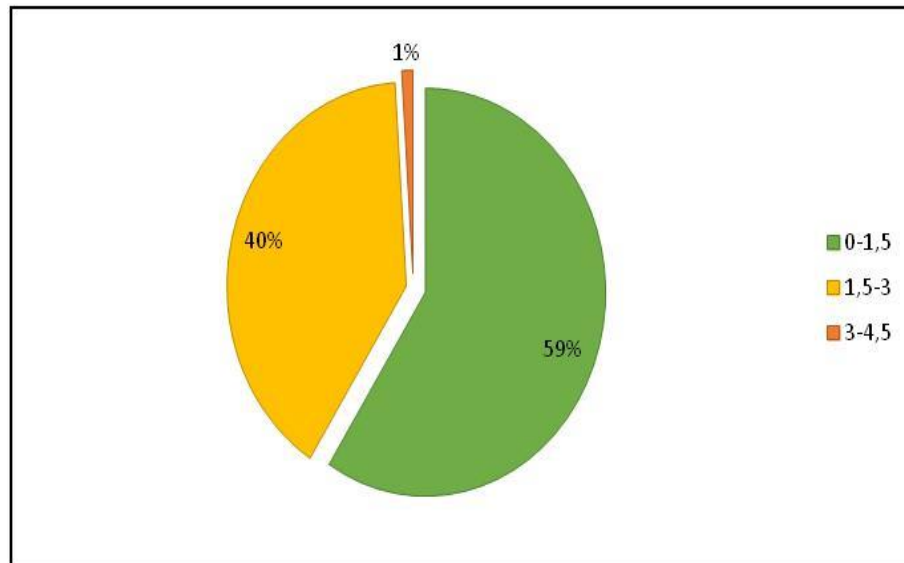


**Figure 36 :** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 02

L'analyse de la distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans la station 02 nous montre que la classe de 0-1.5 m domine les autres deux classes avec un pourcentage de 72% de sujet, tandis que la classe 1.5-3 m avec 27%, et la dernière classe 3-4.5 m avec 1% de l'ensemble du bosquet.

**Station 03 :**

Nous avons identifié 3 catégories (0-1.5), (1.5-3) et (3-4.5). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 37**).

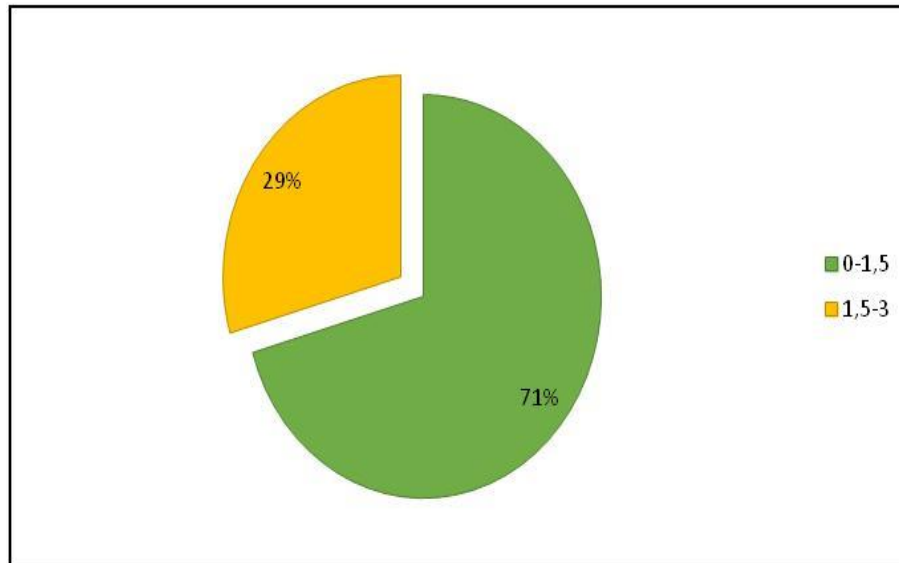


**Figure 37 :** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 03

L'analyse de la distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans la station 03 nous montre que la classe de 0-1.5 m domine les autres deux classes avec un pourcentage de 59% de sujet, tandis que la classe 1.5-3 m est moyenne avec 40%, et la dernière classe 3-4.5 m avec 1% de l'ensemble du bosquet.

**Station 04 :**

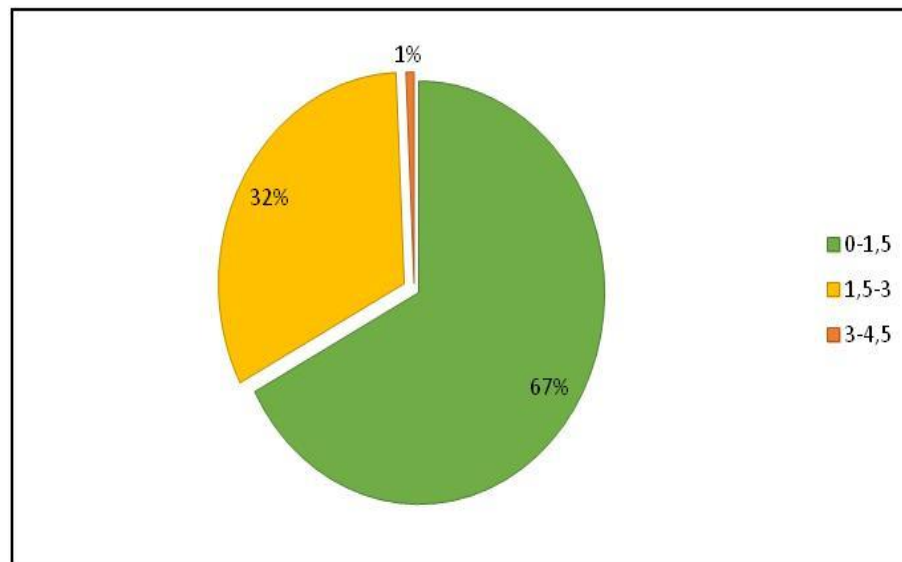
2 catégories ont été identifiées (0-1.5) et (1.5-3) Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 39**).



**Figure 38 :** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût - Station 04  
 L'analyse de la distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans la station 04 nous montre qu'il ya une dominance de la classe 0-1.5m avec 71% de l'ensemble du bosquet. En suit la classe 1.5-3m avec 29% et ont remarque l'absence de la troisième classe de 3-4.5m.

**Tous les « 4 station » ensemble :**

Nous avons identifiés 3 catégories (0-1.5),(1.5-3) et (3-4.5). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 39**).



**Figure 39 :** Distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans - (04 stations expérimentales)

L'analyse de la distribution du pistachier de l'Atlas par classe d'hauteur de fût dans les quatre stations nous montre que la classe de 0-1.5 m domine les autres deux classes avec un pourcentage de 67% de sujet, tandis que la classe 1.5-3 m est moyenne à par rapport à la première 32%, et la dernière classe 3-4.5 m avec 1% de l'ensemble du bosquet.

**5. Description statistiques des mesures dendrométriques :**

**Tableau 2. Descripteurs statistiques des mesures dendrométriques**

	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
Diamètre à 1,30 m				
Min	0	0	0	0
Max	1.78	1.35	1.67	2.48
Moy	0.75	0.69	0.76	0.77
Ecart- type	0.40	0.33	0.37	0.44
Coefficient de variation CV(%)	53.33%	47.82%	48.68%	57.14%
hauteur total m				
Min	0.8	0.8	1	0.15
Max	16.02	15.5	20	20
Moy	6.59	6.91	8.76	7.46
Ecart- type	4	3.93	5.15	5.55
Coefficient de variation CV(%)	60.69%	56.87%	58.78%	74.39%
hauteur de fût m				
Min	0.05	0.05	0.1	0
Max	3.2	3	3	2.8
Moy	1.15	1.13	1.28	1.09
Ecart- type	0.77	0.66	0.76	0.70
Coefficient de variation CV(%)	66.95%	58.40%	59.37%	64.22%

- Un diamètre 1.30m de 0 à 1.78m dans la station 01 avec un CV de 53.33%, de 0 à 1.35m dans la station 02 avec 47.82 % , de 0 à 1.67m dans la station 03 avec 48.68% et de 0 à 2.48m dans la station 04 avec 57.14%.

- Un hauteur total de 0.8 à 16.02m dans la station 01 avec un CV de 60.69%, de 0.8 à 15.50m dans la station 02 avec 56.87% ,de 1 à 20m dans la station 03 avec 58.78% et de

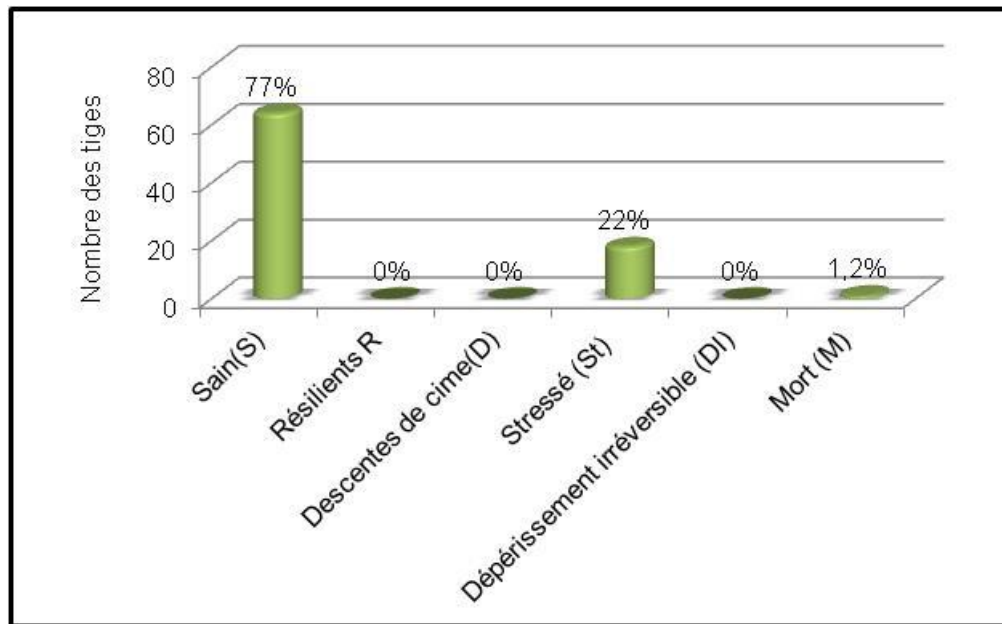
0.15 à 20m dans la station 04 avec 74.39%.

- Un hauteur de fût de 0.05 à 3.2m dans la station 01 avec un CV de 66.95%, de 0.05 à 3m dans la station 02 avec 58.40% ,de 0.1 à 3m dans la station 03 avec 59.37% et de 0 à 2.8m dans la station 04 avec 64.22%.

## 6. Architecture du pistachier : types ARCHI

### Station 01 :

Il y a 83 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 40**).

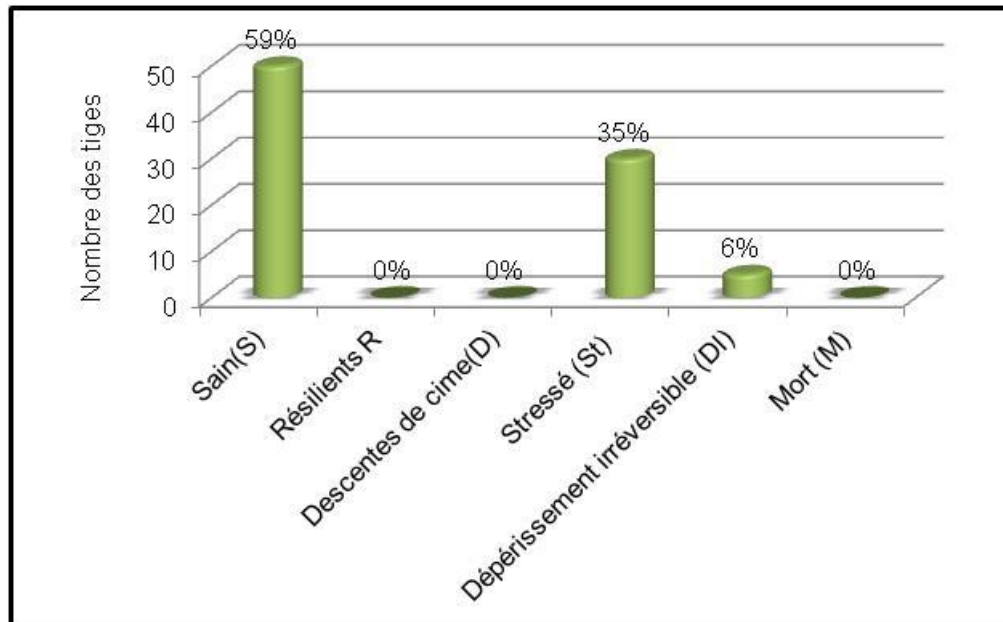


**Figure 40 :** Types ARCHI appréciés à Station 01

L'étude du type ARCHI de la station expérimentale 01 nous a révélé que le nombre des sujets sains est supérieure par rapport au autres types avec 64 sujets sain soit 77% de l'ensemble du bosquet. Les sujets stressés sont classé deuxième avec 18 sujets stressé avec 22%. Un sujet représente un dépérissement irréversible avec 1.2% .On remarque l'absence des sujets morts, résilients et descentes de cime. Notons la présence de 2 classes : sain et stressé.

### Station 02 :

Il y a 85 sujets au totale. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 41**).

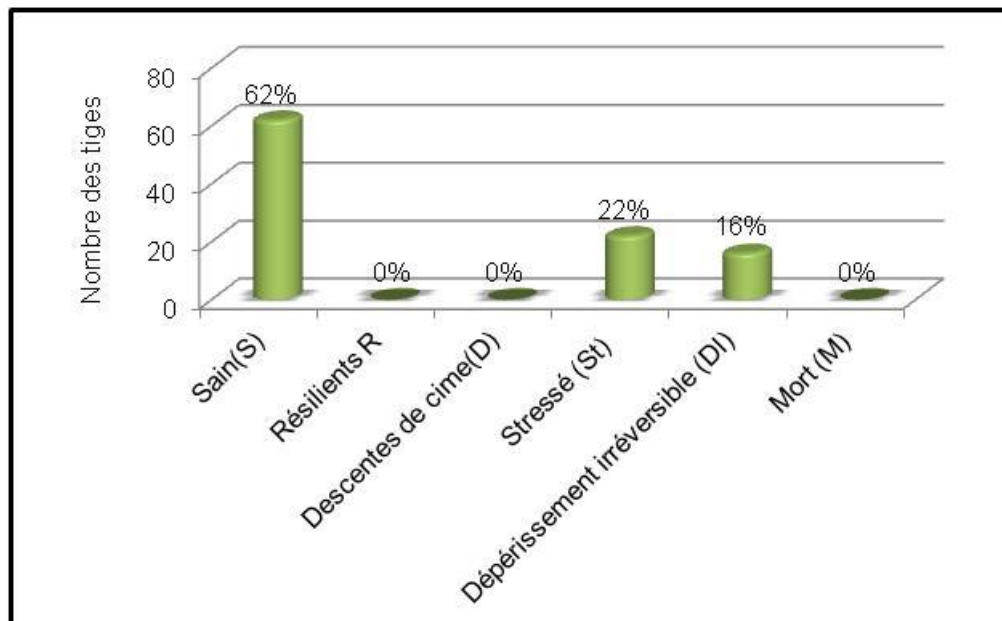


**Figure 41 :** Types ARCHI appréciés à Station 02

L'étude du type ARCHI de la station expérimentale 02 nous a révélé que le nombre des sujets sains est supérieure avec 50 sujets sains soit 59% de l'ensemble du bosquet. Les sujets stressés sont classés en deuxième position avec 30 sujets stressé avec 35%. Vient en troisième classe 05 sujets présentant un dépérissement irréversible avec 6%. Nous remarquons l'absence des sujets morts, résilients et descentes de cime. Ces résultats mettent en exergue la dominance de 2 classes : sain et stressé.

#### **Station 03 :**

Il y a 100 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 42**).

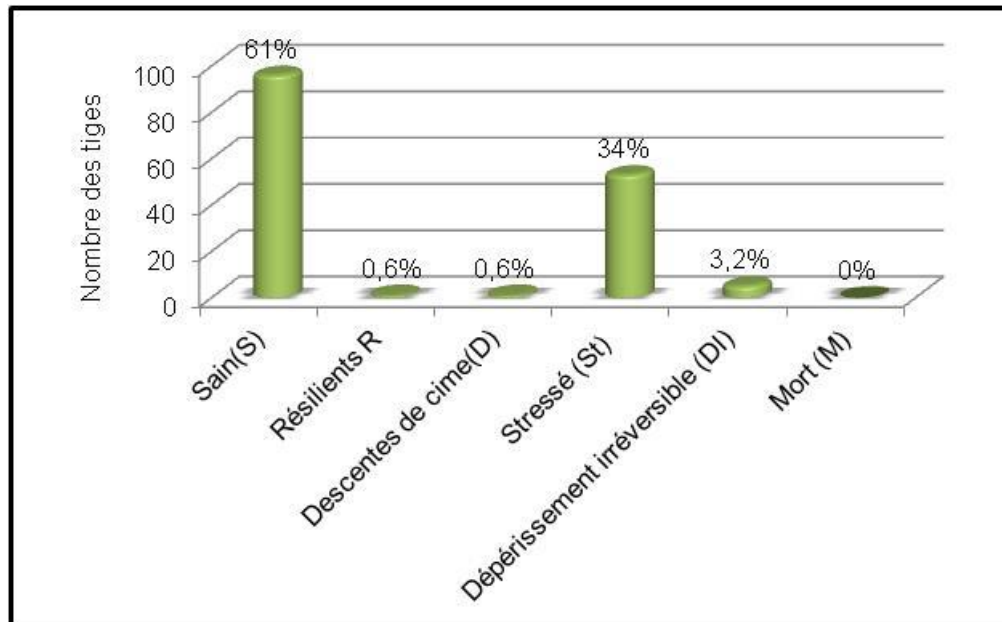


**Figure 42 :** Types ARCHI appréciés à Station 03

L'étude du type ARCHI de la station expérimentale 03 nous a révélé que le nombre des sujets sains est supérieur avec 62 sujets sains soit 62% de l'ensemble du bosquet. Les sujets stressés sont classés deuxième avec 22 sujets stressés avec 22% suivis et de 16 sujets représentant un dépérissement irréversible avec 16%. Nous avons noté l'absence des sujets morts, résilients et descentes de cime. Nous remarquons la dominance d'une seule classe : saine.

**Station 04 :**

Il y a 156 sujets au total. Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 43**).

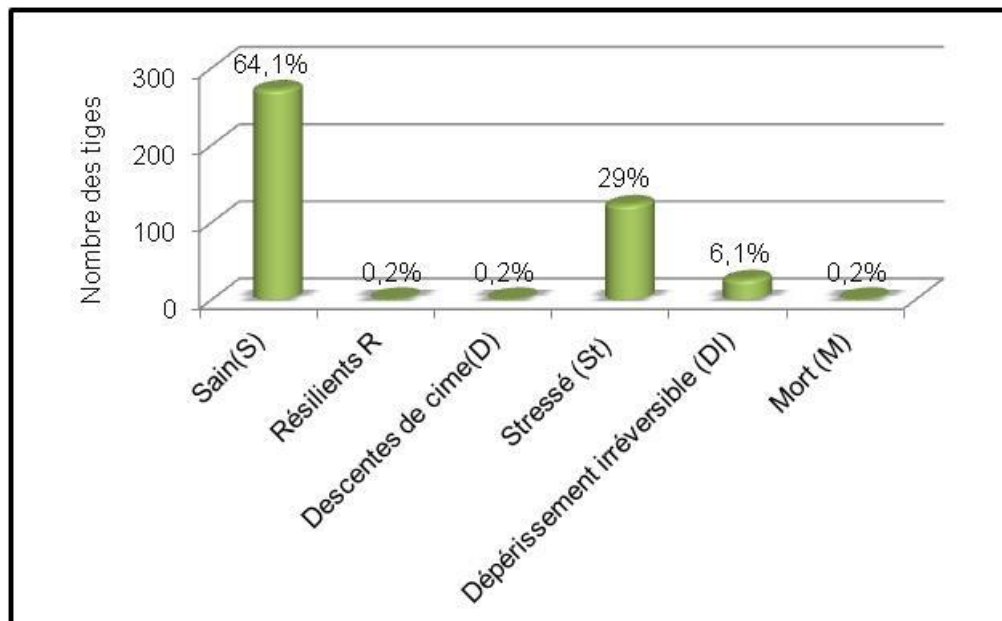


**Figure 43 :** Types ARCHI appréciés à Station 04

L'étude du type ARCHI de la station expérimentale 04 nous a révélé que le nombre des sujets sains est supérieure avec 96 sujets sains soit 61% de l'ensemble du bosquet. Les sujets stressés viennent en deuxième position avec 53 sujets stressés avec 34%. Toutefois, 05 sujets présentant un dépérissement irréversible avec 3.2% viennent en 3<sup>ème</sup> classe. Nous constatons l'absence des sujets morts, il est à souligner la présence d'un seul sujet résilient et une seule descente de cime. Nous concluons la dominance de 2 classes : sain et stressé.

#### **Les 4 stations :**

Au total, 424 sujets ont fait l'objet des mesures dans tous les bosquets (1.2.3.4). Les résultats sont illustrés dans la présentation graphique suivante (**Figure 44**)



**Figure 44 :** Types ARCHI appréciés à (04 stations expérimentales)

L'étude du type ARCHI des quatre stations expérimentales nous a révélé que le nombre des sujets sains est supérieur par rapport aux autres types avec (272 sujets sains) de l'ensemble du bosquet. Les sujets stressés sont classés deuxième avec (123 sujets stressé). En 3<sup>ème</sup> classe les sujets présentant un dépérissement irréversible 26 sujet. EN fin nous avons identifié un seul sujet mort, 1 résilient et 1 descente de cime. Nous constatons la dominance de 2 classes : sain et stressé.

# *Conclusion*

**Conclusion générale :**

Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) mérite 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.).

Les travaux entrepris dans le cadre de cette recherche sont axés essentiellement sur l'étude de la dynamique structurale (structure diamétrique et verticale, paramètres descriptifs du houppier) et architecturale (diagnostic ARCHI).

Les résultats obtenus ont permis:

- D'éclaircir les différentes notions liées à la dynamique structurale et architecturale de l'espèce.
- Proposer un clé de détermination ARCHI pour le pistachier de l'Atlas dans la région d'Ain Ben Khelil.
- Fournir aux gestionnaires forestiers, un outil sous forme de tables, chiffres et illustrations susceptible de les guider dans leurs travaux de réhabilitation de l'espèce.

*Références*  
*bibliographiques*



# Références

1. Abdelazize et Rahmani .(2005). "Contribution à l'étude des exigences édaphiques dans la région de Bayadh. Thèse étude supérieur en physiologie végétale. Sidi Belabbès. 20p."
2. Abdelguerfi, et . Laouar .(2000). "Conséquences des changements sur les ressources génétiques du Maghreb." Options méditerranéennes, série A(39).
3. Abdelkrim .(1992). "Un joyau floristique: l'Oued Idikel, oued à Pistacia atlantica et Myrus nivellei dans le Hoggar. Documents phytosociologiques. Vol. 14, 211-218."
4. AKB.(1996). "The effects paclobutrazol(pp-333)application on inflorescence in male pistachio trees .CIHEAM-Option Mediterranean's .pp.57-61."
5. Al-Saghir, (2006). Phylogenetic analysis of the genus Pistacia (Anacardiaceae), Virginia Tech.
6. Amara.(2014). "Contribution à l'étude des groupements à Pistacia atlantica subsp. atlantica dans le Nord-Ouest algérien. Thèse de doctorat. Ecologie végétale. Univ .Tlemcen.40-58 p.".."
7. Anonyme .(2017). "Bétoum: le pistachier de l'Atlas à toute épreuve. Ecologia Maroc. 2p."
8. Aoudjit, H. et H. Mouissa .(1997). "Contribution à l'étude de la propagation végétative du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf)." Ing. Agr. INA El Harrach.
9. BELHADJ H .(2001). "L'état des pistacheraies en Algérie. Annales agronomiques de l'I.N.A;Vol.20,N4: 155-160."
10. Belhadj, S. .(1999). "Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation." Cahiers Options MED 56: 107-109.
11. BELHARET et E. REKKEB .(2004). "Architecture racinaire et adaptation du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.ssp atlantica) à la secheresse : cas de la population de Ain ousserra (W.Djelfa), Mém. Ing. Agr. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 75p."
12. Benaissa, M. (2011). contribution a l'étude du compoement du genre pistacia dans l'étage bioclimatique aride: cas de la région de naama, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid.
13. Benhassaini, H. (1998). "Importance agro-écologique et composition biochimique de quelques espèces de Pistacia." Th. Mag. Univ. Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès. A.82p.
14. Benhassaini, H. (2003). "Contribution à l'étude de l'autoécologie de Pistacia atlantica Desf. sp. atlantica et valorisation." Th. Doc. Univ. Sidi Bel abbés.
15. Benhassaini, H. et M. Belkhodja. (2004). "Le pistachier de l'Atlas en Algérie : entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille."

16. Benhassaini et H.Z. Mehdadi, et al. (2007). "Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien." *Science et changements planétaires/Sécheresse* 18(3): 199-205 % @ 1147-7806.
17. Benhassaini.H.(2007). "Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest algérien. *Sécheresse*, N° 18 (3), pp 199-205."
18. Bensaïd, A. (2006). SIG ET TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DE L'ENSABLEMENT DANS UNE ZONE ARIDE: LE CAS DE LA WILAYA DE NAÂMA (ALGÉRIE), Université Joseph-Fourier-Grenoble I.
19. Berrichi.M et Chikh.M et al. (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* 111 vol. 7, 1: 111-121."
20. Bneder.(2017). "Etude portant sur Le diagnostic écologique des peuplements du Pistachier d'Atlas et proposition d'un plan d'action pour leur réhabilitation et leur extension. 309p."
21. Boudy, P. (1950). "Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières."
22. Boudy, P. (1952). "Guide du forestier en Afrique du Nord."
23. Boudy.P.(1948). "Economie forestière nord-africaine .T.1 : milieu physique et milieu humain : 648 p.."
24. Bouzenoune.A. (1984). "Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud Oranais, Wilaya de Saida. Th. Doc. 3ème cycle en écologie végétale, USTHB, 225p."
25. Chaba.B, Chraa.O, et al. (1991). "Germination, morphogenèse racinaire et rythmes de croissance du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*. Groupe d'étude de l'arbre. Paris, France. P. 465-472."
26. Dahmani.M.(2011). "Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. *Mem. Mag. Biol. Univ. Oran*. 130p+Annexes."
27. Debbache.M.(1998). "Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE. pp. 02.08."
28. DJENIDI, H. (2012). Etude du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.): essais de germination, extraction des polyphénols et activité antimicrobienne, Université Mohamed Khider-Biskra.

31. Drénou, C., M. Bouvier, et al. (2011). "La méthode de diagnostic ARCHI. Application aux chênes pédonculés déperissants." *Forêt entreprise*(200): 4-15.
32. Drénou, C. et Y. Caraglio .(2019). "" Parlez-vous Archi?": les principales définitions de la méthode Archi." *Forêt Entreprise*(246): 28-45.
33. Drénou, C., F. Giraud, et al. (2013). "Le diagnostic architectural: un outil d'évaluation des sapinières déperissantes." *Forêt méditerranéenne*.
34. Drénou, C., J. Lambert, et al. (2014). "Jumelles et satellites: des outils pour la surveillance sanitaire des forêts." *Forêt entreprise*(214): 12-21.
35. Durant.R .(1990). "Les arbres .Guide vert. Edit. Solar. Paris 382p."
36. Evreinoffi.V.A .(1955). "Le Pistachier. Etude pomologique. Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, 2(7-9) : 387-415."
37. govern.P.E, M.et Gluskerd.L, et al. (1996). "Neolithic resinated wine, *Nature*, 381 : 480-481."
38. Greco, J. (1966). L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie, Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire.
39. Guerine, L. et K. Hadjadj .(2019). "Ecodendrometric Characterization of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) Stands in the Ain Ben Khelil Region (South western Algeria)." *Indian Forester* 145(11): 1053-1061.
40. Hadjadj.K et Benaissa.M, et al. (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.."
41. Hadjadj.K et Benaissa.M, et al. (2019). "Importance des plantes médicinales pour la population rurale du parc national de Djebel Aissa (Sud ouest Algérien), *Lejeunia*, Nouvelle série n° 199 : 1-12 pp.."
42. Halimi, A. (1980). L'Atlas blidéen: climats & étages végétaux, Office des publications universitaires.
43. Harfouche, A.et N. Chebouti-Meziou, et al. (2005). "Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie)." *Forêt méditerranéenne* 26(2): 135-142.
44. Kadi-Hanifi, H. (1998). "L'alfa en Algérie: syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir." PhD, Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediene, Bab Ezzouar, Algeria (in French).
45. Kaska, N. (1994). "The Pistachio in its traditional growing areas." CIHEAM-FAO, cours approfondi, production et économie des fruits secs.

46. Khaldi, A. et M. K. Khouja .(1995). Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation.
47. Khaldi.A et Khouja.M.K .(1996). "Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. Palermmo, Italy, IPGRI: 57-62."
48. Kouria, B. et Z. Bouamer .(2020). "Contribution à l'étude de la répartition floristique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia Atlantica* Desf.) dans la région d'Oued Settafa wilaya de Ghardaïa."
49. Larouci et Rouibat .(1987). "Étude biochimique et physiologique des semences du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) Mémoire des études supérieures en Physiologie Végétale, Option : Biochimie. USTHB Alger. 113 p."
50. Maamri.S. (2008). "Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien: dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais anti leishmaniens. Mémoire de magistère. Université de Boumerdes, Algérie, 109p."
51. Malki.S.I .(2020). "Caractérisation morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) dans la région de MSSEYED
52. (Wilaya d'El-Bayadh)."
53. Mitchell.A .(1992). "Tous les arbres de nos forêts. Paris - Bruxelles : Elsevier séquoia (Multiguide nature), 414 p."
54. Monjauze, A. (1968). "Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie." Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N: 1-128.
55. Monjauze, A. (1980). "Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf." Revue forestière française 32(4): 356-363.
56. Morsli, A. (1992). "Analyse de la floraison et de la structure sexuelle d'un peuplement de *Pistacia atlantica* Desf. dans une Daya de la région de Messaad." Mémoire ingénieur d'État, INA, Algérie.
57. Mseguem.A .(2017). "Etude de la germination, de la régénération et de la géolocalisation par télédétection des peuplements du Pistachier de l'Atlas dans la région d'Ain Ben Khelil – (W) de Naâma."
58. Ozenda, P. (1983). "Flore du Sahara. Deuxième édition du CNRS." Paris, 622p.
59. Pesson, P. (1984). Pollinisation et productions végétales, Editions Quae Paris. pp. 175-197.
60. Pouget, M. (1980). Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises, Orstom Paris,, France.

61. Quézel, P. (1954). Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar, Imp. Imbert.
62. Quezel.P .(2000). "Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen .Ed. Ibis Paris .117p."
63. Quezel.P et Medail.F .(2003). "La région circumméditerranéen, Centre mondial majeur de Biodiversité végétale. Institut Méditerranéen d'Ecologie et de la Paléoécologie, France, 152-155."
64. Quezel.P et Santa.S .(1963). " Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, France."
65. Rondeux, J. (1993). La mesure des arbres et des peuplements, Presses agronomiques de Gembloux, 521p.
66. Somon.E .(1987). "Arbre, arbustes et arbrisseaux en Algérie. O.P.U. Alger.586."
67. Spina.P et Pennisi.F .(1957). "La culture du pistachier en Sicile. Riv.Ortoflorofrutticult.Ital., 19 : 533-556."
68. Woodroof.J.G .(1979). "Tree nuts; production. Processing. Products. Vol.3. 2nd Ed. Avi Pub Co. Westport CT., 712P."
69. Yaaqobi.A et al. (2009). "Etude biologique de Pistacia atlantica Desf. de la région orientale du Maroc." Biomatec Echo 3(6): 39-49.
70. Yahia.K .(2011). " Etude de la dynamique spatio-temporelle de Pistacia atlantica Desf, Thèse. Mag. USTHB. Alger.106p.."
71. Zair.M .(2011). "Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Naâma et perspectives d'avenir. Mém. Mag. For. Univ. Tlemcen.218p."
72. Zohary, M. (1952). "A monographical study of the genus Pistacia." Palestine Journal of Botany (Jerusalem Series) 5(4): 187-228.
73. Zohary.M .(1996). "The genus Pistacia L.. In Padulosi S., Caruso T, Boroane E (EDs). Taxonomy, Distribution, Conservation and use of Pistacia genetic resource IPGRI, Palermo Italy, 1-11."