

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955-SKIKDA



Faculté des sciences  
Département des Sciences agronomiques  
Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Filière : Sciences Agronomiques  
Option : Amélioration des Plantes

Intitulé

**Effet des pressions climatiques sur la variabilité morphologique foliaire du lentisque, *Pistacia lentiscus* L. (cas de trois de populations naturelles algériennes)**

Présenté par :

- M<sup>lle</sup> CHOUIT Imene
- M<sup>lle</sup> DADI SISTA Sabrina
- M<sup>lle</sup> DJAROUD Ryene
- M<sup>lle</sup> DRIDAH Khadidja

Membre de jury :

M <sup>me</sup> SOUILAH Nabila (MCA)	Présidente	Université 20 Aout 1955, Skikda
M. HAFSI Zakaria (MCB)	Promoteur	Université 20 Aout 1955, Skikda
M <sup>me</sup> OUDJANE Faiza (MCA)	Examinatrice	Université 20 Aout 1955, Skikda

Année universitaire 2022/2023

# *Remerciements*

Nous exprimons notre profonde gratitude à **ALLAH**, Le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé le courage nécessaire pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre immense reconnaissance envers notre encadrant exceptionnel, **M. HAFSI Zakaria**, pour sa patience infinie, sa disponibilité sans faille et sa remarquable compréhension tout au long de la période de réalisation de ce projet.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères aux membres bienveillants du jury, qui ont accepté avec générosité d'examiner cette étude.

Enfin, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont apporté leur précieuse contribution, de manière sincère et inestimable, au bon déroulement de ce présent mémoire.

# *Dédicace*

”C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents qui m'ont toujours poussée dans mes études par leur soutien et leurs encouragements. Sans eux, je n'aurais jamais pu terminer ce projet.

À ma chère sœur, **Rahma**, et mon cher frère, **Sofiane**, qui n'ont cessé de m'encourager et de me soutenir. Que Dieu les protège et leur offre chance et bonheur.

Aux enfants :

**Siraje Abderrahmene**

À mon encadrant, le Dr Hafsi Zakaria, qui m'a soutenu et encouragé dans mon travail.

À mes trois chères amies, **Imen, Sabrina et Ryene**.

Enfin, à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin, d'une façon ou d'une autre, à la réalisation de ce travail.”



---

**KHADIDJA**

# *Dédicace*

Je dédie ce travail :

À mes **chers parents**, qui ont su m'insuffler la volonté d'aller toujours de l'avant.

À mes chers frères, **Ahlem, Yacine, Khadidja, Abd Elkader et Wail**, qui ont été pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité, toujours en avant.

Aux enfants, **Mohamed Nibras, Tesenime et Baraa Eddine**.

À mes collègues de ce travail, **Khadidja, Imen et Ryene**.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

J'ai corrigé la dédicace en tenant compte des modifications demandées. Si vous avez d'autres corrections ou des questions supplémentaires, n'hésitez pas à me le faire savoir.



---

**SABRINA**

# *Dédicace*

Au nom du **DIEU LE CLÉMENT ET LE MISÉRICORDIEUX,**

Je dédie ce travail à :

Mes très **Chers Parents ;**

Spécialement à **ma mère,**

Le bonheur dans ma vie. Si je suis arrivée là, c'est grâce à eux.

Quoi que je fasse, je ne pourrais jamais leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi.

Mes **Frères et Sœurs ;**

Qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes collègues ;

**Sabrina, Khadidja et Imene.**

À toutes les personnes ;

Qui m'ont aidée de près ou de loin.



---

**RYENE**

# Dédicace

À mes chers parents,

Qui m'ont toujours poussée et motivée dans mes études avec leur soutien et leurs encouragements.

Sans eux, je n'aurais jamais pu réaliser ce projet.

À mon cher frère **Radouane** et ma chère sœur **Narimen**,

Je vous dédie ce mémoire pour vos prières et votre amour inconditionnel.

À toute ma famille et à tous ceux qui portent le nom de **Hammouda**, spécialement **ma tente El Hedba et Chouit**

À mes collègues **Khadidja, Sabrina et Ryene.**

Qui se sont levées et ont travaillé dur ensemble.

À mes copains **Tiko, Radia, Madjda, Chadha Nour, El Yasmine, Abir et Sameh**



---

IMENE CHIRAZ

## **Abréviations**

<b>E</b>	<b>El-Ghadir</b>
<b>H</b>	<b>Houara</b>
<b>O</b>	<b>Oued Djedra</b>
<b>LNF</b>	<b>Longueur de la feuille en mm</b>
<b>LRF</b>	<b>Largeur de la feuille en mm</b>
<b>R</b>	<b>Longueur / largeur de la feuille</b>
<b>NF</b>	<b>Nombre de folioles de la feuille</b>
<b>LNP</b>	<b>Longueur du pétiole en mm</b>
<b>LNFB</b>	<b>Longueur de foliole droite</b>
<b>LRFB</b>	<b>Largeur de foliole droite</b>
<b>RFB</b>	<b>Rapport de la Longueur sur la largeur de foliole droite</b>
<b>FP</b>	<b>Forme du pétiole de la feuille</b>
<b>SF</b>	<b>Symétrie de la feuille</b>
<b>CF</b>	<b>Couleur de la feuille</b>
<b>FFB</b>	<b>Forme de la foliole basale droite</b>
<b>FAFB</b>	<b>Forme de l'apex de la foliole basale droite</b>
<b>FBFB</b>	<b>Forme de la base de la foliole basale droite</b>
<b>TFB</b>	<b>Taille de la foliole basale droite par rapport à celle gauche</b>
<b>T</b>	<b>Valeur de la moyenne annuelle (°C)</b>
<b>m</b>	<b>Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus froid (°C)</b>
<b>M</b>	<b>Valeur de la moyenne des maximas du mois le plus chaud (°C)</b>
<b>T min</b>	<b>Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C)</b>
<b>T max</b>	<b>Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)</b>
<b>P</b>	<b>Pluviométrie totale annuelle (mm/ an)</b>
<b>A ou Ic</b>	<b>Amplitude thermique annuelle moyenne (T max- T min)</b>
<b>Q3</b>	<b>Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart</b>
<b>AFM</b>	<b>Analyse Factorielles Multiples</b>
<b>CHA</b>	<b>Classification hiérarchique ascendante</b>
<b>ONM</b>	<b>Office national météorologique</b>

## Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
<b>CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES</b>		
<b>1</b>	Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.	<b>21</b>
<b>2</b>	Caractéristiques des stations climatiques de référence (O.N.M).	<b>24</b>
<b>3</b>	Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.	<b>24</b>
<b>4</b>	Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés.	<b>26</b>
<b>5</b>	Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.	<b>26</b>
<b>6</b>	Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005)	<b>27</b>
<b>7</b>	Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005)	<b>28</b>
<b>8</b>	Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés	<b>30</b>
<b>9</b>	Liste des caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs étudiés.	<b>33</b>
<b>CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>		
<b>10</b>	Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés.	<b>41</b>
<b>11</b>	Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.	<b>42</b>
<b>12</b>	Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relatives aux feuilles	<b>44</b>
<b>13</b>	Valeurs propres issues de l'ACP.	<b>46</b>
<b>14</b>	Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).	<b>46</b>

## Liste des figures

Numéro	Titre	Page
<b>CHAPITRE I. PRESENTATION L'ESPECE</b>		
<b>1</b>	Aire de répartition des <i>Anacardiaceae</i> incluant le genre <i>Pistacia</i> (Alyafi, 1979).	<b>6</b>
<b>2</b>	Types de feuilles des espèces du genre <i>Pistacia</i> (Zohary, 1952).	<b>7</b>
<b>3</b>	Sujet de <i>P. atlantica</i>	<b>8</b>
<b>4</b>	Fruit et feuilles de <i>P. atlantica</i>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Sujet de <i>P.lentiscus</i> de la station d'Oued Djedra-Souk ahra (Photographie Chouit et al.,2023)</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	Feuilles de <i>P. lentiscus</i> d'Oued Djedra (Photographie :Chouit et al., 2023).	<b>11</b>
<b>7</b>	Aire de répartition de <i>P. lentiscus</i> L. (ssp. <i>emarginata</i> en noir et ssp. <i>lentiscus</i> en vert) dans le bassin Méditerranéen (Al-Saghir, 2006).	<b>12</b>
<b>8</b>	Feuilles de <i>P. vera</i>	<b>14</b>
<b>9</b>	Fruits de <i>P. vera</i>	<b>15</b>
<b>10</b>	Aire de répartition du <i>Pistacia vera</i> selon (Al-Saghir, 2006).	<b>16</b>
<b>11</b>	Carte des zones potentielles du <i>P. vera</i> en Algérie (Khelil & Kellal, 1980 ; Morsli et al., 2001).	<b>17</b>
<b>12</b>	Feuilles de <i>P. terebinthus</i> dans la station de Senalba, Djelfa (Doghbage, 2006).	<b>18</b>
<b>13</b>	Répartition de <i>P. terebinthus</i> dans le bassin méditerranéen (Al-Saghir, 2006).	<b>19</b>
<b>CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES</b>		
<b>14</b>	Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. El Ghedir (E), Houara (H) et Oued Djedra (O).	<b>21</b>
<b>15</b>	Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson des deux stations d'échantillonnage. El Ghadir (E), Houara (H) et Oued Djedra (O).	<b>29</b>
<b>16</b>	Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. El Ghadir (E), Houara (H) et Oued Djedra (O)	<b>31</b>
<b>17</b>	Matériel utilisé au laboratoire. Pieds à coulisse digital (150 mm, Bricoman)	<b>33</b>
<b>18</b>	Parties végétatives étudiées pour notre espèce selon le référentiel de l'IPRG (2007), modifiée par Bechiri et al. (2022)	<b>34</b>
<b>CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>		
<b>19</b>	Analyses en factorielles des variables morphologiques quantitatives (Gc1) et environnementales (Gc2) concernant les feuilles : Carrée des liaisons (A), Cercle de corrélation des variables (B), Classification hiérarchique ascendante (C et D) Diagramme de dispersion des 90 arbres (E).	<b>47</b>

## Sommaire

<b>Remerciements</b>	
<b>Dédicaces</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>

### CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

<b>1. Généralités</b>	<b>4</b>
<b>2. Présentation du genre <i>Pistacia</i></b>	<b>5</b>
2.1 Systématique et clé de classification des espèces	5
2.2 Répartition biogéographique	6
2.3 Description botanique	6
<b>3. Monographie des espèces rencontrées du genre</b>	<b>8</b>
3.1 <i>Pistacia atlantica</i> Desf. (1799)	8
3.1.1 Systématique	8
3.1.2 Caractéristique botanique	8
3.1.2.1 Les feuilles	8
3.1.2.2 Les fleurs	9
3.1.2.3 Les fruits	9
3.1.3 Caractéristique écologiques	10
3.1.4 Répartition géographique	10
3.2 <i>Pistacia lentiscus</i> L. (1753 espace étudié)	10
3.2.1 Caractéristiques botaniques	10
3.2.1.1 Port	10
3.2.1.2 Feuille	11
3.2.1.3 Fleur	12
3.2.1.4 Fruit	12
3.2.2 Répartition géographique	12
3.2.3 Intérêts et usages	13
3.3 <i>Pistacia vera</i> L. (1753)	13
3.3.1 Description et historique	13
3.3.2 Caractères botaniques	13
3.3.2.1 Port	13
3.3.2.2 Feuille	14
3.3.2.3 Fleur	14
3.3.2.4 Fruit	15
3.3.3 Répartition géographique	15
3.3.3.1 Dans le monde	15

3.3.3.2 En Algérie	16
3.3.4 Intérêts et usages	17
3.4 <i>Pistacia terebinthus</i> L.(1753)	17
3.4.1 Description botanique	17
3.4.1.1 Port	17
3.4.1.2 Feuille	18
3.4.1.3 Fleur	18
3.4.1.4 Fruit	19
3.4.2 Répartition géographique	19
3.4.3 Intérêts et usages	19

## CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIELS ET METHODE

<b>1. Etude du milieu</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Cadre physique</b>	<b>21</b>
1.1.1 Choix et localisation	21
1.1.2 Contexte administratif et biogéographique	22
1.1.2.1 El Ghedir (Skikda)	22
1.1.2.2 Houara (Guelma)	23
1.1.2.3 Oued Djedra (Souk ahras)	23
<b>1.2 Cadre climatique</b>	<b>24</b>
1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques	24
1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés	24
1.2.3 Données et Paramètres climatiques	24
1.2.4 Synthèse climatiques	25
1.2.4.1 Le régime saisonnier	25
1.2.4.2 Evaluation de la continentalité	27
1.2.4.2.1 La continentalité thermique	27
1.2.4.3 Évaluation de la sécheresse	28
1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique	28
1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	29
<b>2. Matériel et méthodes</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Matériel</b>	<b>32</b>
2.1.1 Matériel végétal.	32
2.1.2 Dispositif expérimental	32
<b>2.2 Méthodes</b>	<b>32</b>
2.2.1 Etude morphométrique	32
2.2.1.1 Observation et choix des caractères	32
2.2.1.2 Mensurations	32
2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques	34
2.2.2.1 Types des caractères	34
2.2.2.2 Tests de normalité	35
2.2.2.3 Statistiques descriptives	35

2.2.2.4 Tests de significativité	35
2.2.2.5 Tests de corrélation	35
2.2.2.6 Analyses factorielles	35
2.2.2.7 Logiciels appliqués	35

## CHAPITRE III. RESULTATS ET DISUSSION

<b>1. Résultats</b>	<b>37</b>
1.1 Morphométrie	37
1.1.1 Les caractères quantitatifs	37
1.1.1.1 Longueur de la feuille en mm (LNF)	37
1.1.1.2 Largeur de la feuille en mm (LRF)	37
1.1.1.3 Nombre de folioles de la feuille (NF)	37
1.1.1.4 Rapport longueur / largeur de la feuille (RF)	37
1.1.1.5 Longueur du pétiole en mm (LNP)	38
1.1.1.6 Longueur de la foliole basale droite (LFB)	38
1.1.1.7 Largeur de foliole basale droite (LRFB)	38
1.1.1.8 Rapport longueur / largeur de foliole droite (RFB)	38
1.1.1.9 Nombre des nervures secondaires visibles basales (NNFB)	39
1.1.2 Les caractères qualitatifs	39
1.1.2.1 Forme du pétiole de la feuille (FP)	39
1.1.2.2 Symétrie de la feuille (SF)	39
1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)	39
1.1.2.4 Forme de la foliole basale droite (FFB)	39
1.1.2.5 Forme de l'apex de la foliole basale droite (FAFB)	40
1.1.2.6 Forme de la base de la foliole basale droite (FBFB)	40
1.1.2.7 Taille de la foliole basale droite par rapport à celle gauche (TFB)	40
1.2. Analyse de la diversité morphologique	42
1.2.1 Tests de significativité	43
1.2.2 Tests de corrélation	43
1.2.3 Tests multivariés	45
<b>2. Discussion</b>	<b>48</b>
2.1 Pressions d'ordre abiotiques	48
2.2 Comparaison des données recueillies dans la littérature	49
<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Résumé</b>	

## Introduction

Les forêts algériennes sont caractérisées par une remarquable diversité végétale, témoignant de la richesse et de la complexité de ces écosystèmes. On estime qu'il existe environ 3139 espèces végétales différentes dans les forêts algériennes (Quézel & Santa, 1962). Cette diversité est le résultat de l'influence combinée de facteurs écologiques et climatiques propres à la région méditerranéenne où elles se situent.

Ces forêts abritent une variété de formations végétales, allant des forêts de conifères aux forêts de chênes, en passant par les maquis et les landes (Meddour, 2014). Par lesquelles, nous avons les espèces du genre *Pistacia* L., appartenant à la famille des *Anacardiaceae* (neuf espèces et cinq sous-espèces selon les études de Zohary, 1952 ; Al-Saghir, 2006 et Pell, 2004. Ces espèces sont présentes naturellement de l'Afrique du Nord jusqu'aux Philippines, en passant par l'Honduras, le Mexique et le Texas (Doghbage, 2009) et elles jouent un rôle significatif dans la préservation de la végétation en luttant contre les processus de dégradation et de désertification (Belhadj, 2007 ; Doghbage, 2009).

En Algérie, on compte quatre espèces : le pistachier de l'Atlas (*P. atlantica*), le lentisque (*P. lentiscus*), le térébinthe (*P. terebinthus*) et la quatrième espèce, le pistachier fruitier (*P. vera*).

D'un point de vue taxonomique, le genre *Pistacia* présente encore des défis en termes de définition systématique et écologique. Les préoccupations concernant ces problèmes ont été soulevées dès 1952 par Zohary, et depuis lors, des approches ont été utilisées pour aborder la question en se basant sur des caractéristiques macromorphologiques, des éléments de micromorphologie et, plus récemment, des marqueurs moléculaires (Belhadj, 2007).

L'objectif de cette étude est d'analyser la variabilité morphologique intra-spécifique du lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) mentionné précédemment en se basant sur les caractères morphologiques de ses feuilles. L'étude se concentre sur trois populations naturelles algériennes de cette espèce et cherche à comprendre l'impact des pressions écologiques, en particulier des facteurs climatiques, sur la diversité et la répartition de cette espèce endémique.

Le mémoire présent est structuré en trois chapitres, précédés d'une introduction générale.

- Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique, où sont examinées les recherches existantes dans le domaine étudié.
- Le deuxième chapitre décrit en détail le cadre physique et climatique des stations d'échantillonnage ainsi que le matériel et les méthodes utilisées.
- Le troisième chapitre présente les principaux résultats obtenus, accompagnés de discussions approfondies.

Enfin, une conclusion générale est proposée, suivie de perspectives envisageables pour de futures recherches.

# ***CHAPITRE I***

## **PRESENTATION DE L'ESPECE**



### 1. Généralités

Les pistachiers, membres de la famille des Anacardiaceae, sont des arbres ou des arbustes robustes et résistants à la sécheresse. Ils se trouvent dans des régions géographiques distinctes, à savoir l'irano-touranienne, la méditerranéenne, la mexicaine et la mosino-japonaise. Ces espèces présentent des feuilles composées. (Références : Quézel & Santa, 1963 ; Seigne, 1985).

Selon Emberger (1960), la famille des *Anacardiaceae* est divisée en cinq sous-familles :

- ***Mangifereae*** : 1-5 carpelles unis, parfois libres ; styles souvent latéraux, gynophore fréquent ; étamines en un ou plusieurs cycles ou seulement au nombre de 1 à 4 ; ovule basilaire. Feuilles toujours simples.
- ***Spondieae*** : 4-5 carpelles plus ou moins unis, rarement plus ou seulement 3, avec 1 ovule suspendu par carpelle. Feuilles souvent pennées.
- ***Rhoideae* (inclut le genre *Pistacia* L.)** : 3 carpelles, mais une seule loge fertile. Ovaire supère,
- ***Semecarpeae*** : 3 carpelles, une seule loge fertile. Ovaire au fond d'un réceptacle plus ou moins creux ou infère, ovule suspendu.
- ***Dobineae*** : Fleurs femelles nues. Feuilles simples, opposées.

D'un point de vue systématique, la limite des *Anacardiaceae* est difficile à établir en raison des erreurs de nomenclature, du polymorphisme et de l'existence de plusieurs hybrides (Belhadj et al., 2011). La plupart des auteurs, tels que Hutchinson (1959), Gaussen et al. (1982) et Guignard (1998), placent la famille des *Anacardiaceae* dans l'ordre des *Sapindales*. Cependant, Emberger (1960) la classe dans l'ordre des *Thérébinthales*. Zohary (1952), en se basant sur les caractéristiques morphologiques des feuilles et des fruits, divise le genre en 4 sections et 11 espèces.

De plus, la présence de fleurs nues et la dioécie chez le genre *Pistacia* en font une particularité au sein des *Anacardiaceae*, au point que certains auteurs, comme Guignard (1998), le classent comme une famille distincte appelée *Pistaciaceae*. Dans cette subdivision, il regroupe d'autres familles telles que les *Rutales*, les *Géraniales*, les *Térébinthales*, les *Sapindales*, les *Célastrales* et les *Rhamnatales*.

## 2. Présentation du genre *Pistacia*

### 2.1 Systématique et clé de classification des espèces

Selon L'APG III (2009), la plus récente classification botanique du genre *Pistacia* est la suivante :

**Règne : Chlorobionta**

**Embranchement : Charophyta**

**Classe : Equisetopsida**

**Sub-classe : Magnoliidae**

**Ordre : Sapindales**

**Famille : Anacardiaceae**

**Genre : *Pistacia***

Cette classification n'est pas claire jusqu'à présent. Alors :

- En 1717, Tournefort a décrit deux genres (*Lentiscus* et *Terebinthus*) avec trois espèces (Alyafi, 1978 et 1979).
- Puis, en 1753, Linne reconnaît cinq espèces, *P. trifolia* L., *P. narbonensis* L., *P. vera* L., *P. terebinthus* L. et *P. lentiscus* L.
- Candolle en 1825 (la monographie des phanérogames) a ajouté deux nouvelles espèces au genre, *P. mexicana* H.B. Kunth et *P. atlantica* Desfontaines (1797).
- Par suite, Marchand (1869), inclut dans le genre *Pistacia* quatre autres espèces *P. chinensis* Bge., *Pistacia m.* Fish. et Meyer, *P. khinjuk* Stocks et *P. palaestina* Boiss.
- En 1883, Engler n'a adopté que 8 des 11 espèces précitées.
- Plus récemment, et après ce dernier, Zohary (1952) en fonction de caractéristiques des feuilles, des fleurs et des fruits ainsi que la forme des pétioles, a divisé ce genre en 4 sections :
  - Section *lentiscella* Zoh. : elle regroupe les espèces américaines à folioles semi-persistantes, imparipennées (6 à 20 paires).
  - Section *Eu-lentiscus* Zoh.: elle rassemble les espèces à folioles persistantes, paripennées (2 à 7 paires) : *P. lentiscus* L et *P. saportae* Burnat
  - Section *Butmela* : Elle inclut les espèces à folioles caduques et imparipennées (2 à 5 paires) comme *Pistacia atlantica* Desf. ;

- Section *Eu-Terebinthus* Zoh. : regroupe les espèces dont les folioles sont caduques, pari ou imparipennées (1 à 5 paires) : *P. terebinthus* L., *P. vera* L. et *P. chinensis* Bunge.
- Depuis Zohary, divers travaux de systématique de moins grande ampleur ont été publiés sur le plan génétique en utilisant les marqueurs moléculaires.

### 2.2 Répartition biogéographique

Selon Alyafi (1979), la famille des *Anacardiaceae* a en quasi-totalité une aire de distribution tropicale ou subtropicale (Figure 1). Dans cette famille, le genre *Pistacia* est le seul dont la plupart des espèces sont localisées dans les régions méditerranéennes, circumméditerranéennes et tempérées.

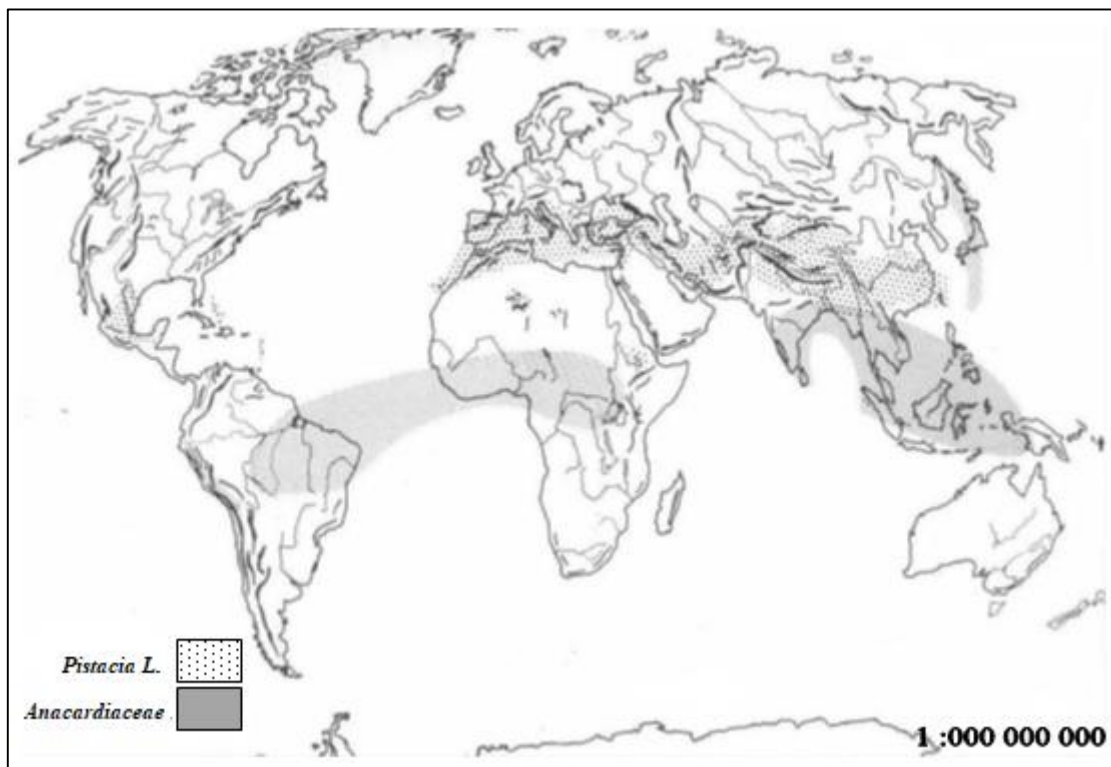


Figure 1. Aire de répartition des *Anacardiaceae* incluant le genre *Pistacia* (Alyafi, 1979).

### 2.3 Description botanique

Le genre *Pistacia* comprend environ une dizaine d'espèces d'arbres et d'arbustes non épineux (Ozenda, 1983 ; Zohary, 1987). Les caractéristiques distinctives de ce genre sont des feuilles alternes, persistantes ou caduques, qui peuvent être composées de folioles pari- ou imparipennées, parfois trifoliées ou simples, avec une texture variant entre membraneuse et épaisse.

Le nombre de paires de folioles varie de 2 à 6 (Fig. 3), et la texture des folioles joue un rôle important dans l'identification des espèces (El-Oqlah, 1996). Les fleurs sont unisexuées, composées de 5 parties (0 à 5 pétales et 5 étamines), avec un ovaire à 3 carpelles contenant chacun un seul ovule (Quézel & Santa, 1963 ; El-Oqlah, 1996). Le fruit est une drupe, pouvant être plus ou moins charnue ou sèche, renfermant un noyau (Quézel & Santa, 1963).

La germination des graines de *Pistacia* est souvent difficile ; cependant, le taux et la vitesse de germination peuvent être améliorés en soumettant les graines à une stratification au froid et à l'humidité avant leur mise en germination (Belhadj, 2007). Les espèces du genre *Pistacia* sont dioïques, ce qui signifie qu'elles ont des individus distincts mâles et femelles, et la pollinisation se fait principalement par le vent, avec une alternance dans la production de fleurs mâles et femelles (Mirzaie-Nodoushan & Arefi, 2001 ; Ôzeker et al., 2006).

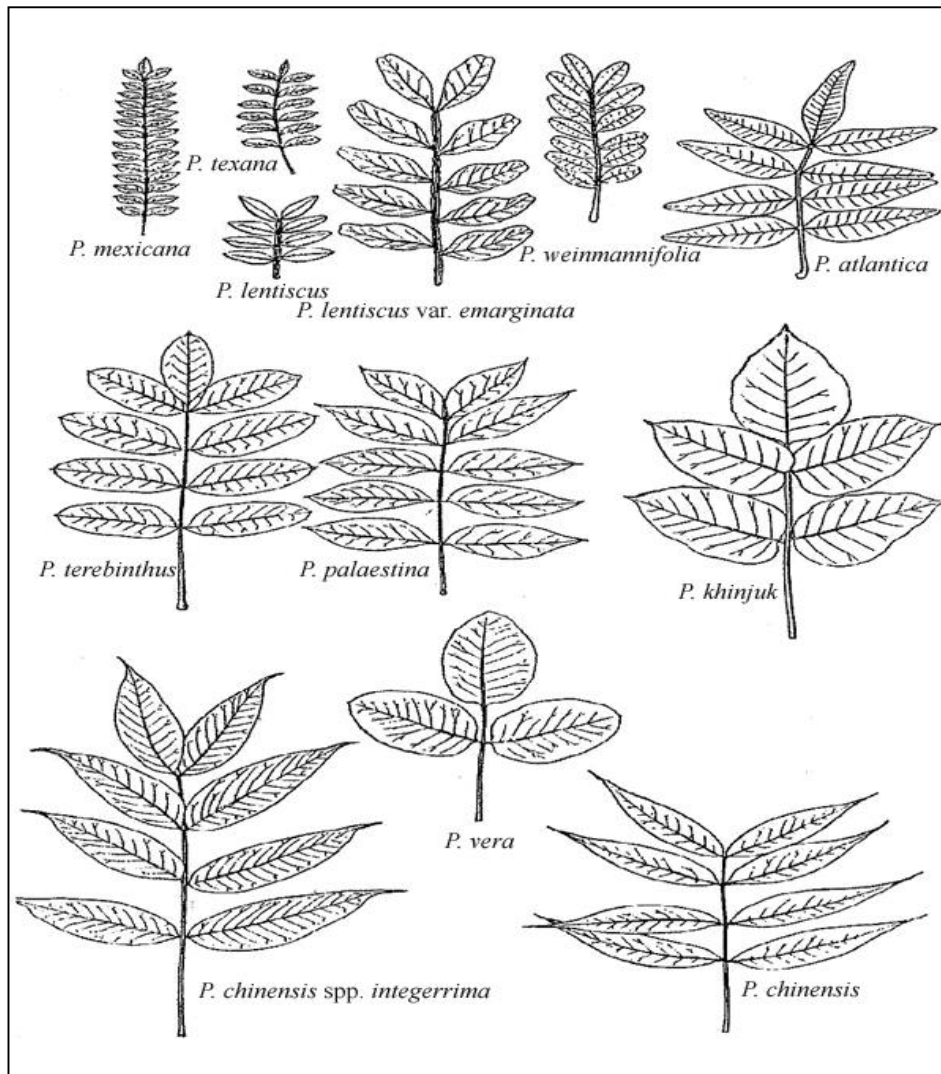


Figure 2. Types de feuilles des espèces du genre *Pistacia* (Zohary, 1952).

### 3. Monographie des espèces rencontrées du genre

#### 3.1 *Pistacia atlantica* Desf. (1799)

##### 3.1.1 Systématique

Le nom du pistachier varie d'une région à l'autre, selon Trabut (1967), il est appelé Betoum et Bettam. En langue berbère, il est connu sous le nom de Tisemlal, tandis qu'en arabe, il est appelé B 'toum (Sitouh, 1988), et il existe d'autres appellations rapportées par El Oualidi et *al.* (2004). Ce taxon a été étudié par de nombreux taxonomistes. Zohary (1952) considère cette espèce comme le seul représentant de la section *Butmela*, où les caractères morphologiques des feuilles rendent la distinction entre les taxons difficile (Alyafi, 1978). Zohary a identifié quatre variétés (*Latifolia*, *Cabulica*, *Kurdica* et *atlantica*) originaires du Maghreb (Monjauze, 1968).

Les trois premières variétés (*cabulica*, *latifolia* et *kurdica*) ont été élevées au rang d'espèce respectivement (Belhadj et *al.*, 2008).

##### 3.1.2 Caractéristique botanique

Le pistachier de l'Atlas est un arbre dont la hauteur moyenne atteint 10 mètres ou plus (Monjauze, 1980) (Figure 3). Le bois de cet arbre est dense, peu flexible et présente de bonnes propriétés de conservation (Lapie & Maige, 1914 ; Monjauze, 1980).

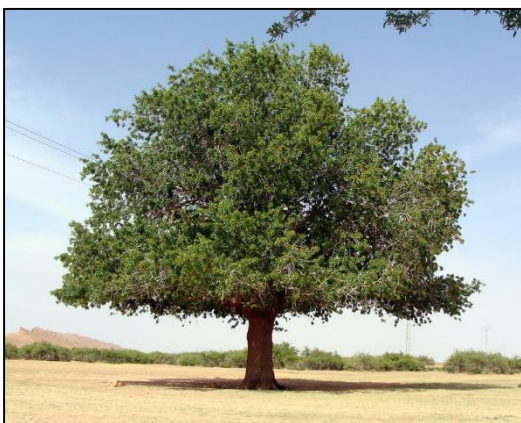


Figure 3. Sujet de *P. atlantica*.

##### 3.1.2.1 Feuilles

Les feuilles (Figure 4) du pistachier de l'Atlas sont constituées de folioles imparipennées, comprenant 3 à 4 paires ou 3 à 5 paires de folioles (Meikle, 1977 ; Monjauze, 1980). Leur longueur varie entre 8 et 20 cm (Boulos, 2000). Les folioles ont une forme rhomboïdale, avec leur plus grande largeur située au tiers inférieur du limbe. Elles sont lisses,

dépourvues de dents et ont des extrémités arrondies (Monjauze, 1980). Les folioles ont une texture légèrement coriace (Mouterde, 1970) et présentent une grande variabilité de forme (Zohary, 1987). Les pétioles mesurent de 3 à 5 cm de long, ils sont distinctement aplatis dans la partie supérieure et ne possèdent pas d'ailes (Meikle, 1977).

### 3.1.2.2 Fleurs

Selon El Oqlah (1996), *P. atlantica* ssp. *atlantica* se caractérise par une fleur mâle comprenant 5 étamines, dont les anthères sont souvent larges et présentent un court bec à leur extrémité. Alyafi (1979) a rapporté que la pollinisation de cette espèce se fait par le vent, c'est-à-dire de manière anémophile.

### 3.1.2.3 Fruits

Selon Ozenda (1977), le fruit (Figure 4) du pistachier de l'Atlas est une drupe monosperme mesurant de 6 à 8 mm de long et de 5 à 6 mm de large. Il a une couleur rougeâtre et présente un endocarpe dur et un mésocarpe sec, légèrement plissé selon Alyafi (1979).

Les graines sont très petites et leur germination est difficile. Elles peuvent conserver leur pouvoir germinatif pendant plusieurs années, selon Boudy (1955) et Monjauze (1980).



**Figure 4. Fruits et feuilles de *P. atlantica*.**

### 3.1.3 Caractéristique écologiques

Ce taxon se trouve naturellement dans diverses conditions écologiques. Il s'agit d'une espèce xérophyte qui domine les formations forestières steppiques, les savanes des parcs forestiers, et qui peut même s'implanter dans des environnements semi-désertiques (Zohary, 1996).

Selon Monjauze (1980), dans le bassin méditerranéen, *P. atlantica* forme souvent une ceinture végétale en bordure du désert. Le pistachier de l'Atlas est résistant aux températures basses ainsi qu'aux températures élevées. Du point de vue des sols, cette espèce préfère les sols argileux et les alluvions des plaines, où elle occupe le paysage de manière majestueuse (Khalifé, 1959).

Le bétoum peut également se développer sur des sols peu profonds de type rancker ou randzine dans les régions montagneuses. Cependant, il montre une préférence pour les sols alluviaux des dayas (Alyafi, 1978).

### 3.1.4 Répartition géographique

Le pistachier de l'Atlas est une espèce présente dans les régions forestières subtropicales de l'ancienne zone méditerranéenne. Selon Quézel & Santa (1963) et Ozenda (1977), cette espèce est considérée comme endémique de l'Afrique du Nord.

C'est une espèce héliophile qui se trouve du bassin méditerranéen jusqu'en Afghanistan et au Pakistan (Alyafi, 1979 ; Zohary, 1996). Le bétoum dégage une odeur résineuse et se rencontre dans des zones rocailleuses, des pâturages arides et des dayas. Bien qu'elle soit assez répandue dans toute l'Algérie, à l'exception des zones très humides, elle est très rare dans la région du Hoggar (Quézel & Santa, 1963).

## 3.2 *Pistacia lentiscus* L. (1753) (Espèce étudiée)

### 3.2.1 Caractéristiques botaniques

#### 3.2.1.1 Port

Le pistachier lentisque est principalement un arbuste (Figure 5) très dense, mais il peut exceptionnellement prendre une forme arborescente et atteindre une hauteur de 5 mètres, voire devenir un arbre plus grand dans les zones humides et protégées (Quézel & Santa, 1962). Son bois est de qualité supérieure, de couleur rosée avec parfois des nuances jaunes satinées. Il est dur, lourd et se prête bien au polissage (Lapie & Maige, 1914).



**Figure 5. Sujet de *P. lentiscus* de la station d'Oued Djedra- Souk ahras (Photographie Chouit et *al.*, 2023).**

#### **3.2.1.2 Feuille**

Le lentisque se distingue par son feuillage persistant, d'un vert vif pouvant parfois présenter des nuances de rouge. Les feuilles sont portées par un pétiole qui présente des ailes. Elles sont disposées de manière alternée et sont composées de folioles lancéolées. Le nombre de paires de folioles varie généralement de 2 à 6 (Belhadj, 2007).



**Figure 6. Feuilles de *P. lentiscus* d'Oued Djedra (Photographie : Chouit et *al.*, 2023).**

### 3.2.1.3 Fleur

Les fleurs du lentisque se présentent sous forme de grappes spiciformes denses. Elles apparaissent généralement une ou deux à l'aisselle d'une feuille et ont une longueur équivalente, au maximum, à celle d'une foliole (Yahya, 1992 ; Iserin P., 2001 ; More et White, 2005 ; Belhadj, 2007) (Fig. 6).

### 3.2.1.4 Fruit

Le fruit du lentisque est une petite drupe arrondie d'environ 5 mm de diamètre. À l'intérieur, on trouve une amande qui est comestible (Quézel & Santa, 1962, 1963).

## 3.2.2 Répartition géographique

Le pistachier lentisque est largement répandu dans les maquis méditerranéens de basse altitude. Sa distribution géographique est circum-méditerranéenne, s'étendant du Nord-Est de l'Afrique jusqu'à l'île de Madère (Zohary, 1952 et 1996) (Figure 7).

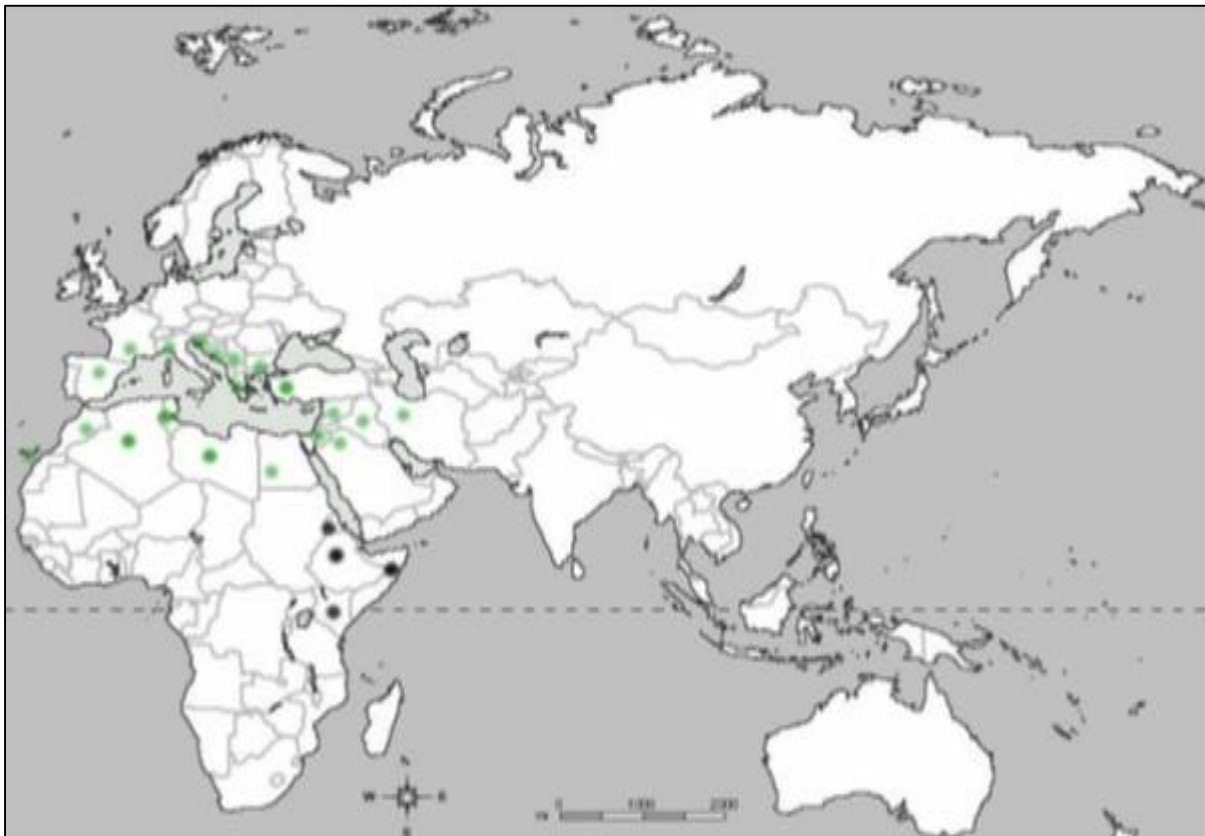


Figure 7. Aire de répartition de *P. lentiscus* L. (*ssp. emaginata* en noir et *ssp. lentiscus* en vert) dans le bassin Méditerranéen (Al-Saghir, 2006).

### 3.2.3 Intérêts et usages

Le pistachier lentisque , également connu sous le nom d'arbre à mastic, est célèbre dans les pays méditerranéens pour sa résine qui a été utilisée depuis l'antiquité dans la fabrication de liqueurs, de confitures et dans l'industrie cosmétique (Browiez, 1987). Des études, telles que celles d'Al habbal et al. (1984) et d'Al-said et al. (1986), ont suggéré que le mastic du lentisque peut être efficace dans le traitement de certaines affections, notamment les ulcères duodénaux, les ulcères gastriques et les aphtes.

Il a été constaté que cette résine possède des propriétés antimicrobiennes et peut éliminer la bactérie *Helicobacter pylori*, responsable des ulcères peptiques (Ali-Shtayeh & Abughdeib, 1999). Des études ont également montré l'activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites du pistachier lentisque (Ali-Shtayeh & Abughdeib, 1999).

### 3.3 *Pistacia vera* L. (1753)

#### 3.3.1 Description et historique

*P. vera* L. est originaire de l'Asie centrale (Fasihi Harandi et al., 2001). C'est un arbre à feuillage caduque qui nécessite une dormance profonde pour sa fructification (Oukabli, 2005). C'est une espèce à croissance lente, sa longévité est importante (150 à 500 ans) (Quézel & Santa, 1963). Le pistachier fruitier ou vrai, est la seule espèce qui donne des fruits comestibles parmi les espèces que compte le genre *Pistacia*. Elle croît naturellement dans les régions arides caractérisées par des étés chauds, secs et des hivers modérément froids (Laghzali et Oukabli, 1992).

#### 3.3.2 Caractères botaniques

##### 3.3.2.1 Port

Le pistachier vrai est un arbre à port en gobelet, de 5 à 10m de haut, à écorce gris cendrée, gercée avec beaucoup de noeuds, à frondaison ample, des branches pendantes peu ramifiées où les jeunes rameaux sont un peu rougeâtres (Fig. 10). Son bois très dur, lourd, résistant, est d'abord jaune puis brun rougeâtre chez les adultes (Quézel & Santa, 1963 ; Brousse, 1974 ; Somon, 1987 ; Mlika, 1988).

### 3.3.2.2 Feuille

Les feuilles (figure 8) sont composées (3 à 5 folioles), imparipennées, caduques, tomenteuses (à l'état jeune), glabres, luisantes au-dessus et coriaces à l'état adulte (Al-Saghir, 2006) (Fig. 10).

Les folioles sont ovales, arrondies, quelque fois un peu lancéolées à l'apex ou macronulées à nervures proéminentes, la foliole terminale est plus grande, les latérales plus rondes. Le pétiole est très court, pubescent à peine marginé ou anguleux (Mlika, 1988).



Figure 8. Feuilles de *P. vera*.

### 3.3.2.3 Fleur

Les fleurs sont unisexuées et regroupées en inflorescences, sur les rameaux d'un an. Les inflorescences mâles et femelles se composent respectivement de 450 à 500 et de 190 à 260 fleurs, respectivement. Elles sont petites, apétales, verdâtres, possédant un pédoncule très court, elles sont protégées non par un calice à 5 sépales mais par 3 à 7 bractées pour les fleurs mâles, et de 3 à 5 bractées pour les fleurs femelles. Elles s'épanouissent en avril - mai (jusqu'à juin) (Mlika, 1988).

### 3.3.2.4 Fruit

Le fruit (Figure 9) est une drupe de 2 à 3cm de long, sec, monosperme, ovale, pédonculé, rougeâtre, à pulpe mince, à coque dure s'ouvrant en deux valves, l'endocarpe est plus ou moins déhiscent à l'apex.

La graine est monoembryonnée, allongée et d'une couleur vert clair, c'est une amande charnue constituant la pistache du commerce.



Figure 9. Fruits de *P. vera*.

### 3.3.3 Répartition géographique

#### 3.3.3.1 Dans le monde

L'aire naturelle du pistachier vrai (Figure 10) s'étend de l'Iran à l'Afghanistan. Sa culture remonte à l'ère de bronze (Chernova, 2000), il a été introduit en Europe vers le début de l'ère chrétienne (Fig. 11).

Les principales zones de production de pistaches se situent au Moyen- Orient, en Amérique du nord et en Europe. L'Iran est le plus grand producteur mondial de pistaches (Olsen, 1999).



Figure 10. Aire de répartition du *Pistacia vera* selon (Al-Saghir, 2006).

### 3.3.3.2 En Algérie

*P. vera* a été introduit en Afrique du Nord par les romains, mais il est resté sous forme sauvage (Quezel & Santa, 1963 ; Brousse, 1974 ; Stevenson & Shakel, 1998). C'est vers les années 1970, qu'il a été introduit en Algérie (Batna, Djelfa, Saïda, Bouira ...etc).

Pour la culture du pistachier, Kellal (1979), proposa trois zones (Figure 11) qualifiées de favorables, moyennement favorables et peu favorables.

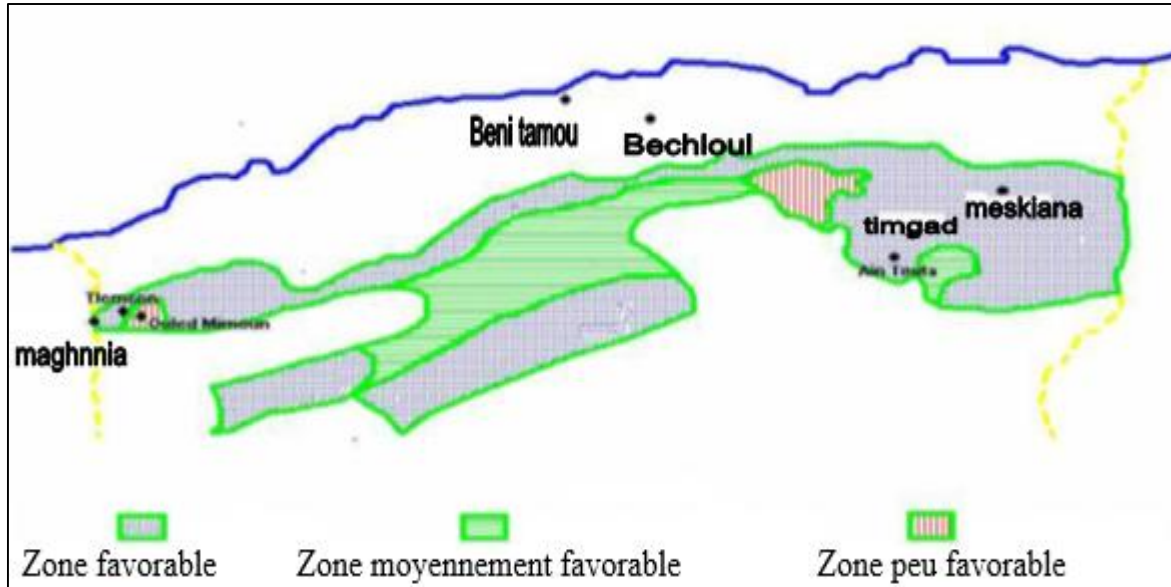


Figure 11. Carte des zones potentielles du *P. vera* en Algérie (Khelil & Kellal, 1980 ; Morsli et al., 2001).

### 3.3.4 Intérêts et usages

Le pistachier vrai est utilisé pour produire la pistache de commerce qui est utilisée en confiserie, charcuterie et comme apéritif (Somon, 1987). Cette dernière possède une valeur calorique de 590Kcal/100g, mais sa composition biochimique est variable en fonction de la variété et des conditions écologiques (Ayfer, 1976 ; Hadj Brahim et al., 1998).

En plus, les sols qu'il occupe cette espèce donnent un pâturage de haute valeur (Hadj Brahim et al., 1998). Il tolère toutes les conditions écologiques et peut être cultivé même sur les terres marginales (Brousse, 1974). C'est le seul fruitier capable de donner une récolte importante sans irrigation (Hadj Brahim et al., 1998)

## 3.4 *Pistacia terebinthus* L. (1753)

### 3.4.1 Description botanique

#### 3.4.1.1 Port

Arbuste ou petit arbre ramifié dès la base, pouvant atteindre 5m et parfois 10m de hauteur (Figure 13) (Belhadj, 2007), de 1-2m et plus de circonférence ; son tronc, droit et cylindrique, se dénude jusqu'à 4 à 5m du sol et produit une cime arrondi d'une grande envergure (Rameau et al., 2008).

Sa longévité est très prolongée (plus de 100ans), plante à odeur résineuse très prononcée, écorce lisse d'abord, d'un gris rougeâtre, puis écailleuse et d'un rouge brun (Auguste Mathieu, 1858).

Le bois est blanc, blanc grisâtre ou rougeâtre et se colore au coeur de brun, brun verdâtre ou même devient noir comme l'ébène (Rameau *et al.*, 2008).

#### **3.4.1.2 Feuille**

Les feuilles (figure 12) sont à pétiole non ailé, imparipennées, composées de 5 à 11 folioles sessiles, coriaces, entières, glabres, grandes, ovales oblongues ou elliptiques lancéolées, obtus mucronulées ou subaigües, luisantes en dessus, mates et plus pâles en dessous (Fig. 13) (Quézel et Santa, 1963).



**Figure 12. Feuilles de *P. terebinthus* dans la station de Senalba, Djelfa (Doghbage, 2006).**

#### **3.4.1.3 Fleur**

Les fleurs sont brunâtres, réunies en grappe composées, axillaires, naissant sur les jeunes rameaux de l'année précédente en dessous des feuilles et presque aussi longs que celles-ci ; pédicelles courts ; anthères et stigmates pourpres ; calice brun (Quézel & Santa, 1963). La floraison se produit d'Avril à Mai et la pollinisation se fait par le vent ; dispersée par les animaux.

#### 3.4.1.4 Fruit

Le fruit est une drupe ovoïde petite, apiculée, d'abord rouge, puis brune à maturité. La fructification se roule de Septembre à Octobre (Quézel & Santa, 1963)

#### 3.4.2 Répartition géographique

Ce taxon est héliophile, mais tolérant un certain ombrage, très répandu dans tout le Bassin Méditerranéen. Il est adapté aussi bien aux sols calcaires qu'aux roches volcaniques acides. Il est très résistant à la sécheresse. C'est une espèce mésoxérophile à xérophile, à large amplitude, elle peut se développer jusqu'à 600m d'altitude dans l'étage méditerranéen et collinéen (figure 13) (supra-méditerranéen, continental) (Rameau et *al.*, 2008).

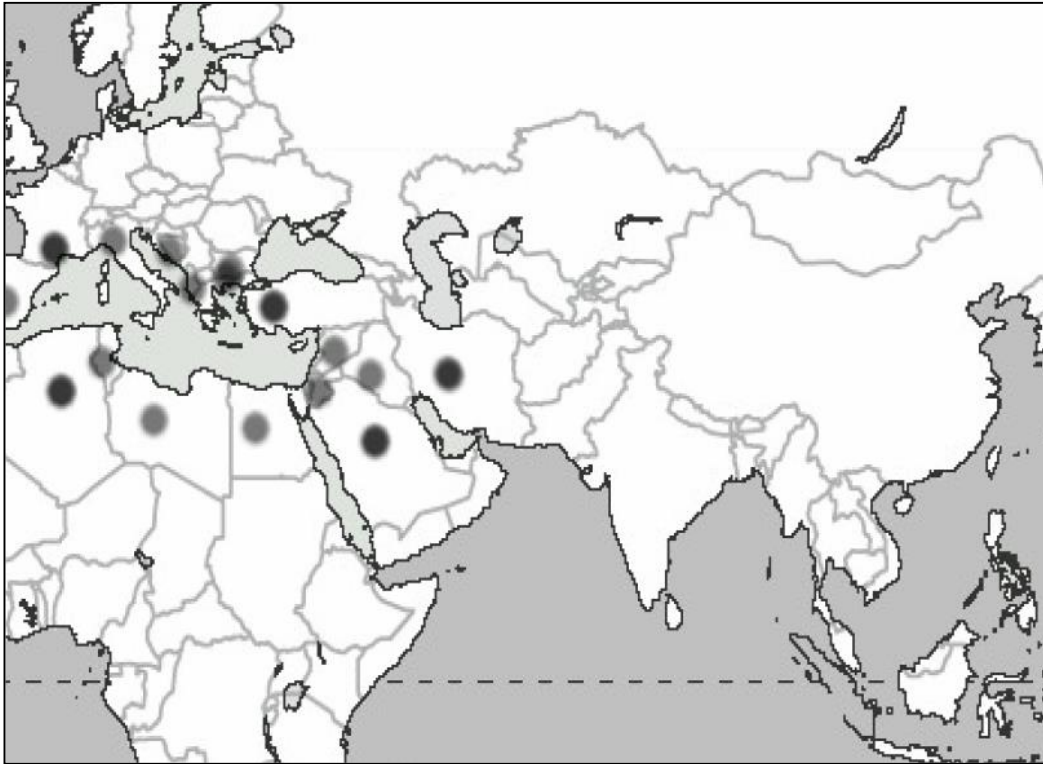


Figure 13. Répartition de *P. terebinthus* dans le bassin méditerranéen (Al-Saghir, 2006).

#### 3.4.3 Intérêts et usages

Selon Rameau et *al.* (2008), cette espèce est utilisée comme porte-greffe pour le *P. vera*. Son bois est dur, utilisé en ébénisterie, sculpture et en marqueterie et même en chauffage comme ses congénères ; son écorce est astringente. Ses fruits sont comestibles (saveur aigrelette, rafraichissante).

# ***CHAPITRE II***

**ETUDE DU MILIEU,  
MATERIEL & METHODES**

**1. Etude du milieu**

**1.1 Cadre physique**

**1.1.1 Choix et localisation**

L'étude entreprise a été effectuée sur les feuilles de trois populations naturelles algériennes (tableau 1 et figure 14) de l'espèce *Pistacia lentiscus* L.

Le choix des trois populations nous a été dicté par un ensemble de considérations d'ordre pratique et scientifique, à savoir : la variabilité des bioclimats, la présence d'un nombre suffisant d'individus et la possibilité d'accès au terrain. Les principales caractéristiques géographiques des sites d'échantillonnage sont indiquées dans le tableau 1.

**Tableau 1. Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.**

Site	Altitude (m)	Cordonnées Lambert	Localisation (Wilaya)
<b>El Ghadir (E)</b>	160	36°47' N 06°58' E	Skikda
<b>Houara (H)</b>	518	36°17' N 7°59' E	Guelma
<b>Oued Djedra (O)</b>	621	36°18' N 7°59' E	Souk Ahras



**Figure 14. Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. El Ghedir (E), Houara (H) et Oued Djedra (O).**

### **1.1.2 Contexte administratif et biogéographique**

#### **1.1.2.1 El Ghadir (Skikda)**

Notre site d'échantillonnage (El Ghadir) se trouve se trouve dans la wilaya de Skikda.

Cette Wilaya est située à 345 km à l'est de la capitale Alger, à 105 km à l'est de Jijel, à 65 km au nord-est de Constantine et à 72 km à l'ouest d'Annaba. (J.O.R.A., 1991).

La région de Skikda, de part et d'autre de la vallée du Saf-Saf, jusqu'à Ain Bouziane, est localisée entre la presqu'île de Collo, dont le cap Bougaroun à l'ouest, la plaine de Guerbes, le cap de Fer et le massif de l'Edough à l'est, la chaîne numidique (prolongement des Babors), dont le djebel Sidi Driss, le col du Contour et la chaîne de Zerdez, au sud, et enfin, le golfe de Numidia au Nord. Outre les dépressions de Saf-Saf, la plus importante, et celles de Tamalous et Azzaba, la wilaya de Skikda est une région montagneuse où l'altitude moyenne est de 300 m, avec, cependant, des pics dépassant les 1 000 m (djebel El Goufi, au-dessus de Collo, et djebel Sidi Driss, au-dessus d'Oum Toub). Elle fait partie de l'Atlas tellien qui, à partir de l'Algérois vers l'Est du pays, se scinde en deux chaînes montagneuses parallèlement à la côte méditerranéenne : le bourrelet liminaire ancien du littoral et la chaîne du tertiaire, plus au sud, représentant la chaîne numidique qui prend naissance à Mila, à l'ouest (djebel M'cid Aïcha) et traverse la région de Guelma (djebel Maouna), après avoir servi de rempart entre les wilayas de Skikda et Constantine. (SPWS, 2022).

Par ailleurs, l'étude géologique du sous-sol de cette région fait ressortir cinq types de structures lithologiques:

- Un soubassement primaire du pré-permien constituant le bourrelet liminaire ancien de la presqu'île de Collo ;
- des sables ferrugineux (rouges) de l'ère secondaire (Ben M'hidi, Ain Righa...)
- Une couverture gréso-argileuse modérément plissée du Numidien de l'ère tertiaire (El Goufi, Sidi Driss et toute la chaîne numidique)
- Des terrains éruptifs ou volcaniques récents du tertiaire et du quaternaire (Bougarouni, Filfila, Cap de Fer, Chetaïbi...)
- Et, enfin, des terrains très récents de plaines alluviales du Saf-Saf, Zeramna, oued El Guebli, dans la dépression de Tamalous et oued El Kébir, dans la plaine de Guerbés.

Du point de vue climatique, la région de Skikda est dominée par un climat dit de type méditerranéen caractérisé par un hiver doux et pluvieux et un été sec et chaud. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées varient entre 800 et 1 200 mm de pluies, ce

qui permet le développement d'une couverture végétale abondante se traduisant sur le par la densité des forêts de chênes lièges et la biodiversité importante qui caractérise les écosystèmes terrestre, marin et d'eau douce (rivières, lacs...).

Cette abondance de pluie explique également le vaste réseau hydrographique constitué par les cours d'eau permanents et alimente les réserves en eau souterraine sous forme de nappes phréatiques (Wikipedia, 2023).

### 1.1.2.2 Houara (Guelma)

Notre site d'échantillonnage se trouve à djebel Houara, dans la commune de Djeballah Khemissi dans la région de Guelma, au nord-est de l'Algérie.

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara), ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation.

Elle est située à 60 km au sud-ouest d'Annaba, à 110 km à l'est de Constantine, à 60 km de la mer Méditerranée et à 150 km de la frontière tunisienne. Elle occupe aussi une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région nord-est de l'Algérie dont dépendent cinq chefs-lieux de wilaya et reliant le littoral des wilayas de Annaba, El Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les wilayas de Constantine, Oum El Bouagui et Souk Ahras.

Le Climat est sub-humide ; la pluviométrie est d'environ 450 à 600 mm/an (Wikipedia, 2023).

### 1.1.2.3 Oued Djedra (Souk Ahras)

Nos échantillons ont été récoltés au niveau d'Oued Djedra dans la wilaya de Souk Ahras. Cette Wilaya se situe au Nord-Est de l'Algérie, à l'est des Aurès et à la frontière Tunisienne.

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen au nord et continental à l'extrême sud. Les températures varient selon les saisons (jusqu'à 10 °C en janvier et 45 °C en août). Les températures moyennes sont de 15 °C en janvier et 35 °C en juillet (Wikipédia, 2023)

Cette wilaya comprend cinq barrages par lesquels : le Barrage de Oued Djedra qui est proche de notre site d'échantillonnage.

## 1.2 Cadre climatique

L'étude des éléments constitutifs du climat retenus dans les études écologiques suppose sur la mesure d'un certain nombre de grandeurs climatiques permettant de définir les composantes du climat.

### 1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques

Les données météorologiques exploitées sont issues des bulletins climatiques mensuels de l'Office National Météorologique (O.N.M) d'Alger. Elles sont recueillies sur une période trentenaire pour les trois sites d'échantillonnage.

**Tableau 2. Caractéristiques des stations climatiques de référence (O.N.M).**

Station météorologique	Période	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Site d'échantillonnage
		Latitude	Longitude		
Skikda	1991/2020	36°54' N	06°53' E	7	El Ghadir (E)
Guelma	1991/2020	36°47' N	07.47° E	227	Houara (H)
Souk Ahras	1991/2020	36°28' N	07°97' E	680	Oued Djedra (O)

### 1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés

Les paramètres et les indices climatiques retenus dans l'étude du climat de chaque site d'échantillonnage sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 3. Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.**

Paramètres & indices climatiques		
<b>Paramètres thermiques</b>	T	Valeur de la moyenne annuelle (°C).
	m	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus froid (°C).
	M	Valeur de la moyenne des maximas du mois le plus chaud (°C).
	T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C).
	T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C).
<b>Paramètres pluviométriques</b>	P	Pluviométrie totale annuelle (mm/ an).
<b>Indices climatiques</b>	A ou Ic	Amplitude thermique annuelle moyenne (T max- T min).
	Q <sub>3</sub>	Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart.

### 1.2.3 Données et paramètres climatiques

La température de l'air et les précipitations sont les deux paramètres atmosphériques le plus fréquemment mesurés dans les réseaux de mesure météorologique (Leroy, 2002).

Des extrapolations de valeurs thermiques sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 mètres de dénivellée, calculé sur la base de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  pour le maxima (M) et de  $-0,4^{\circ}\text{C}$  pour le minima (m) (Seltzer, 1946).

Pour les précipitations, une augmentation de 40 mm s'ajoute aussi aux totales annuelles tous les 100 m d'altitude (Seltzer, 1946) dans les sites du littoral (El Ghadir et Houara, Oued Djedra), alors que le site de Oued Djedra qui se trouve dans le plateau steppique, presque subdésertique, nous avons adopté le gradient pluviométrique proposé par Djebaili (1984) qui est de 20 mm pour 100 m de dénivellation.

Les données corrigées relatives aux températures mensuelles et annuelles (moyennes, minimales et maximales) et même celles relatives aux moyennes mensuelles et aux totales annuelles des précipitations des sites étudiés sont illustrées dans le tableau 4.

### 1.2.4 Synthèse climatique

Plusieurs auteurs ont proposé des indices climatiques qui sont des combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat notamment la température et les précipitations (Emberger, 1955).

#### 1.2.4.1 Le régime saisonnier

La notion du régime saisonnier a été définie en premier par Musset (1935). Cette méthode consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer un aménagement ou un classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initial, par conséquent, ce système permet de définir un indicatif saisonnier de chaque site.

Les données présentées dans le tableau 5 révèlent 2 types de régime saisonnier de sorte qu'il est de type HAPE pour les sites (El Ghadir) où les précipitations importantes sont celles de l'hiver (331.6mm). Ensuite, le type PHAE concerne les deux autres sites (Houara et Oued Djedra) dont les précipitations importantes sont celles qui tombent au printemps (224.2 mm et 201,1mm).

## CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL & METHODES

**Tableau 4. Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés**

Site / Paramètre		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moyenne	Somme
<b>El Ghadir (E)</b>	<b>m</b>	8,4	8,4	10,4	12,4	15,4	18,4	21,4	22,4	20,4	16,4	12,4	9,4	14,6	-
	<b>M</b>	15,9	15,9	16,9	18,9	21,9	24,9	27,9	28,9	25,9	23,9	19,9	16,9	21,5	-
	<b>T</b>	12,2	12,2	13,7	15,7	18,7	21,7	24,7	25,7	23,2	20,2	16,2	13,2	18,1	-
	<b>P</b>	108,7	92,4	70,7	54,4	43,5	12,0	2,2	9,8	54,4	76,1	108,7	130,5	-	763,2
<b>Houara (H)</b>	<b>m</b>	1,8	1,8	4,2	6,7	10,1	14,1	17,3	17,8	15,3	11,8	6,6	3,2	1,8	-
	<b>M</b>	11,1	11,5	15,0	18,2	22,4	28,0	32,2	32,0	26,8	22,7	16,0	12,2	20,6	-
	<b>T</b>	6,4	6,6	9,6	12,4	16,2	21,0	24,7	24,9	21,0	17,2	11,3	7,7	14,9	-
	<b>p</b>	78,7	70,0	82,0	77,6	64,5	21,9	5,5	21,9	45,9	67,8	74,4	71,1	-	681,2
<b>Oued Djedra (O)</b>	<b>m</b>	2,2	2,1	4,6	7,3	10,9	15,2	18,4	18,7	15,8	12,2	7,0	3,6	9,9	-
	<b>M</b>	11,7	12,1	15,9	19,4	23,6	29,1	33,3	33,0	27,8	23,5	16,7	12,7	21,6	-
	<b>T</b>	7,0	7,1	10,3	13,4	17,3	22,2	25,9	25,9	21,8	17,9	11,9	8,2	15,7	-
	<b>p</b>	63,8	55,9	69,7	68,7	62,8	28,4	11,8	29,4	48,1	56,9	57,9	56,9	-	610,2

*m*, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, Pluviométrie totale annuelle en mn/an (Source : O.N.M., Office national de la météorologie d'Alger).

**Tableau 5. Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.**

Site	H	P	E	A	Type de régime saisonnier
<b>El Ghedir (E)</b>	331,6	168,5	23,9	239,2	HAPE
<b>Houara(H)</b>	219,8	224,2	49,2	188,1	PHAE
<b>Oued Djedra (O)</b>	176,6	201,1	69,7	162,9	PHAE

### 1.2.4.2 Evaluation de la continentalité

La continentalité d'un climat résulte de la combinaison des facteurs thermiques et pluviaux interactifs pour distinguer les types de pluviosité (climats continentaux, semi-continentaux et maritimes) (Mokhtari *et al.*, 2013).

#### 1.2.4.2.1 La continentalité thermique

De nombreux auteurs ont utilisée l'amplitude thermique annuelle moyenne « A » augmente avec l'éloignement de la mer afin d'évaluer le degré de continentalité. Cette amplitude se définit par l'écart entre les températures moyennes mensuelles extrêmes (T max-T min) de l'année d'une station météorologique (Emberger, 1971 ; Rivas-Martinez, 2005 ; Mokhtari *et al.*, 2013).

Rivas-Martinez (2005) qui a défini trois types et dix-huit sous-types de continentalité thermique (avec son indice  $I_c = A$ ) dans le monde (tableau 6).

**Tableau 6. Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005)**

Types	Sous-types	A ou $I_c$ (°C)
<b>Hyperocéanique</b> (0-11 C°)	Ultra-hyperocéanique accentué	0-2
	Ultra-hyperocéanique atténué	2-4
	Eu-hyperocéanique accentué	4-6
	Eu-hyperocéanique atténué	6-8
	Sub-hyperocéanique accentué	8-10
	Sub-hyperocéanique atténué	10-11
<b>Océanique</b> (11-21 C°)	Semi-hyperocéanique accentué	11-13
	Semi-hyperocéanique atténué	13-14
	Eu-océanique accentué	14-16
	Eu-océanique atténué	16-17
	Semi-continental accentué	17-19
	Semi-continental atténué	19-21
<b>Continental</b> (21-66 C°)	Sub-continental accentué	21-24
	Sub-continental atténué	24-28
	Eu-continental accentué	28-37
	Eu-continental atténué	37-46
	Hyper-continental accentué	46-56
	Hyper-continental atténué	56-66

L'application de cette classification pour les trois sites d'échantillonnage (tableau 7) révèle que les sites du littoral de (El Ghadir) se distingue par son bioclimat Semi-hyperocéanique atténué avec une valeur de  $I_c$  (13.5 °C). Les deux autres sites (Houara et Oued Djedra) ont le même type Semi-continental accentué (Houara avec  $I_c= 18.5^\circ C$  et Oued Djedra avec  $I_c= 18.9^\circ C$ )

**Tableau 7. Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005)**

Site	$I_c=A$ (°C)	Bioclimat
El Ghadir (E)	13,5	Semi-hyperocéanique atténué
Houara(H)	18,5	Semi-continental accentué
Oued Djedra (O)	18,9	Semi-continental accentué

*A= (T max-T min), amplitude thermique annuelle moyenne en °C.*

### 1.2.4.3 Evaluation de la sécheresse

#### 1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique

Un des indices les plus utilisés encore à l'heure actuelle est l'indice de Bagnouls et Gaussen (1953).

Pour repérer les mois secs et humides d'une localité, généralement des diagrammes ombrothermiques sont tracés. Ces diagrammes superposent les deux courbes de températures (T) et de précipitations (P), à la fois en ordonnées sur deux axes, pour les 12 mois de l'année (en abscisses) ce qui permet de définir une aire ombrothermique. Plus l'aire est importante et plus la saison est sèche (Faurie *et al.*, 1980 ; Frontier *et al.*, 2004).

L'établissement de diagrammes ombrothermiques (Figure 15) selon Bagnouls et Gaussen montre une période sèche importante pour les sites d'Oued Djedra et d'El Ghadir (4 mois), puis celle de Houara (deux mois et demi).

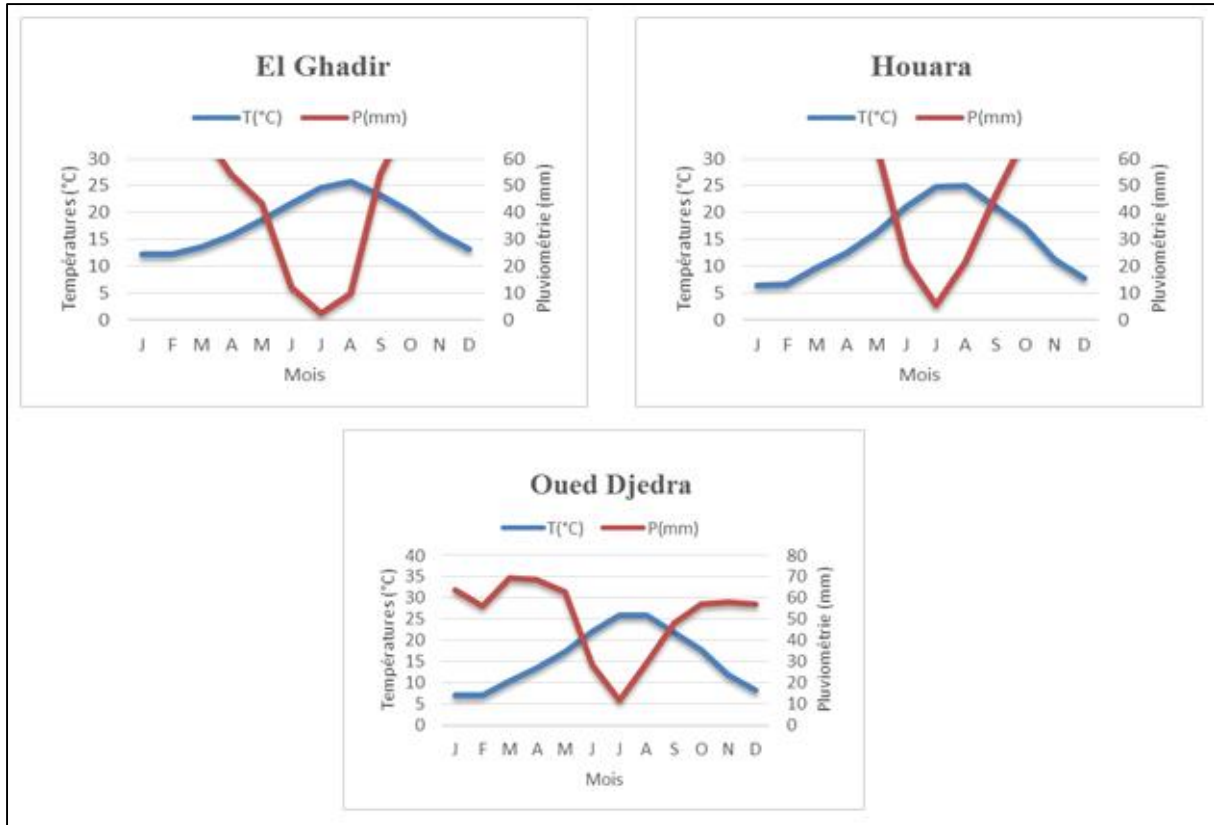


Figure 15. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson des deux stations d'échantillonnage. El Ghadir (E), Houara (H) et Oued Djedra (O).

#### 1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique  $Q_2$  établi par Emberger (1955) est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord pour étudier la sécheresse globale. Ce système appelé « climagramme d'Emberger » permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \quad \text{ou} \quad Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitations annuelles totales (mm) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°);

m : Moyenne des maxima du mois le plus froid (K°).

Les températures sont exprimées en Kelvin (K) :  $T_K = T_C + 273,15$ .

Stewart (1969) a développé une formule simplifiée de ce quotient pluviothermique d'Emberger pour l'Algérie et le Maroc, qui est défini comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

3.43 : Constante relative à la région : Algérie-Maroc ;

P : Précipitations totales annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en C° ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en C°.

Le climagramme d'Emberger fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique  $Q_2$  en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses (Stewart, 1969). Plus ce quotient pluviothermique est élevé, plus le climat est plus humide (Dajoz, 1985).

L'application de la formule précédente de Stewart et en rapportant les valeurs de  $Q_3$  et  $m$  (°C) sur le climagramme d'Emberger (tableau 8 et figure 16) montre l'existence de deux bioclimats, allant du Subhumide chaud pour El Ghadir avec la valeur de  $Q_3=127.4$ , jusqu'au le subhumide frais pour Houara ( $Q_3 =77$ ) et Oued Djedra ( $Q_3 =67.1$ ).

**Tableau 8. Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés**

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q <sub>3</sub>	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
<b>El Ghadir (E)</b>	28.9	8.4	763.2	127.4	Subhumide chaud
<b>Houara(H)</b>	32.2	1.8	681.2	77	Subhumide frais
<b>Oued Djedra (O)</b>	33.3	2.1	610,2	67.1	Subhumide frais

*m*, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, pluviométrie en mm/an ; *Q<sub>3</sub>*, quotient pluviothermique d'Emberger.

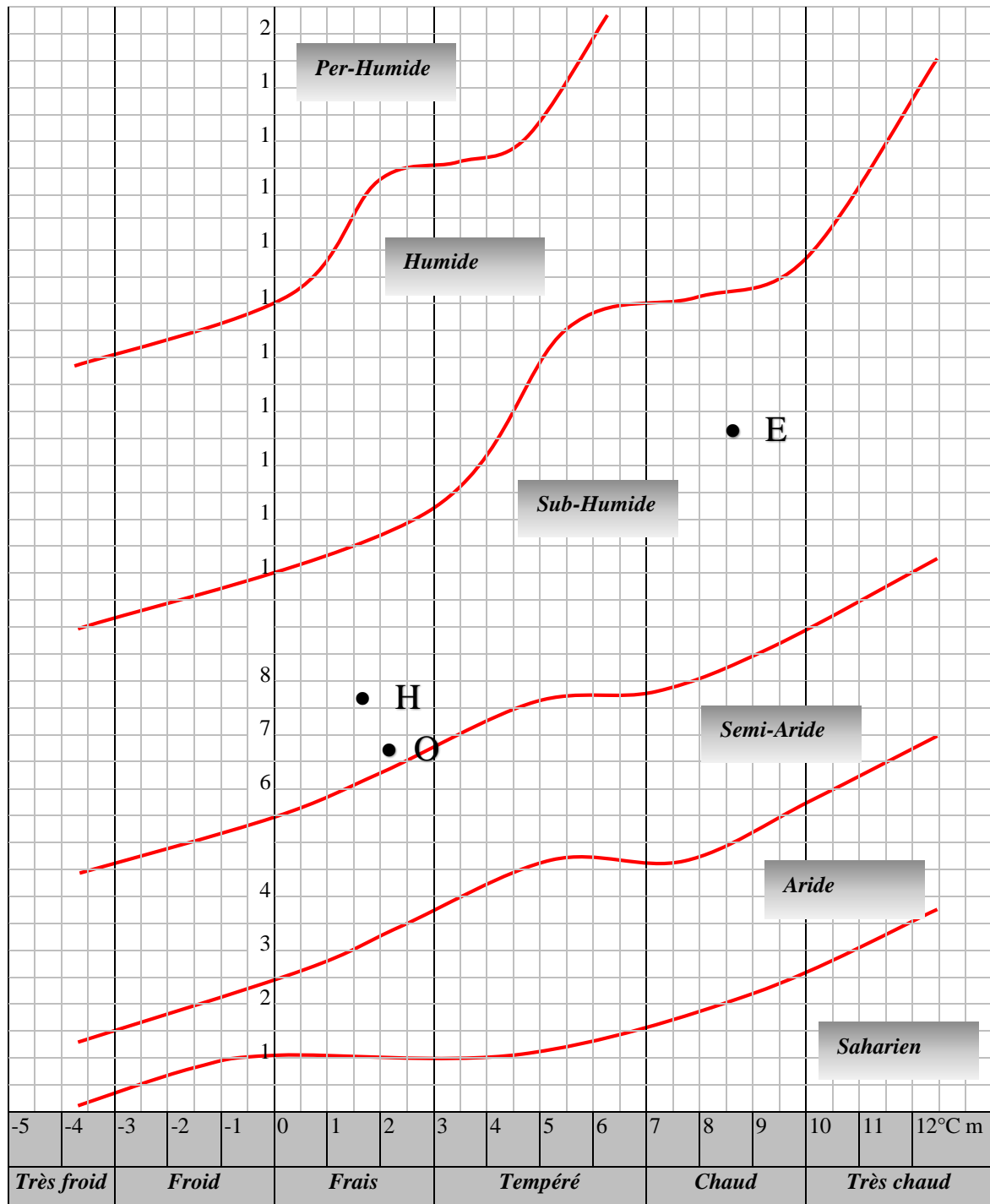


Figure 16. Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. El Ghedir (E), Houara(H) et Oued Djedra (O).

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Matériel**

#### **2.1.1 Matériel végétal**

L'échantillonnage a concerné les feuilles de trois populations naturelles existantes en Algérie pour notre espèce *Pistacia lentiscus* L.

La récolte a été effectuée durant la campagne (2022-2023). Le nombre d'arbustes choisis aléatoirement est de trente pieds par population (un total de 90 arbres). Par la suite, trente feuilles saines ont été prélevées autour de la couronne de chaque arbre échantillonné (03 stations avec 2700 feuilles).

#### **2.1.2 Dispositif expérimental**

L'étude de la variabilité phénotypique de notre espèce a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique d'agronomie à l'université 20 Aout 1955 de Skikda. Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Sur terrain : Sécateurs ou ciseaux, Agrafeuse, Sacs en papier et Appareil photo numérique.
- Au laboratoire : Pied à coulisse, Loupe zoom binoculaire (Bentley vision N° 310828), Pincettes à bouts ronds, Boîtes de conservation (plastiques et papiers).

## **2.2 Méthodes**

### **2.2.1 Etude morphométrique**

#### **2.2.1.1 Observation et choix des caractères**

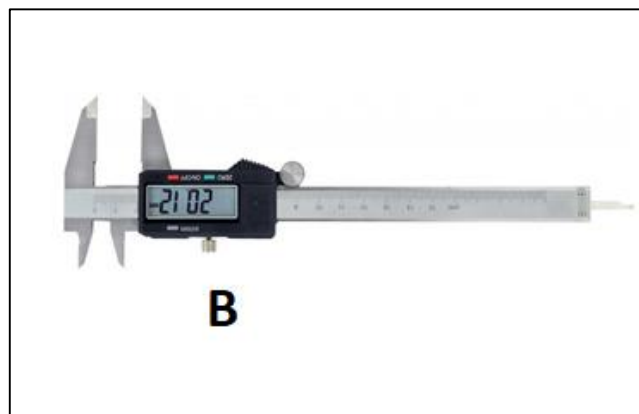
Pour étudier la diversité morphologique de chaque espèce, une évaluation de quinze caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs (tableau 11), inspirés de référentiel de l'IPGRI (1997) de pistachier, afin de compléter la description de notre étude.

#### **2.2.1.2 Mensurations**

Les mesures pour les feuilles (tableau 9, figures 17 et 18) concernant notre espèce ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse digital (150 mm).

**Tableau 9. Liste des caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs étudiés.**

Caractères morphologiques	
<b>Quantitatifs</b>	Longueur de la feuille en mm (LNF)
	Largeur de la feuille en mm (LRF)
	Rapport de la Longueur sur la largeur de la feuille (R)
	Nombre de folioles de la feuille (NF)
	Longueur du pétiole en mm (LNP)
	Longueur de foliole droite (LNFB)
	Largeur de foliole droite (LRFB)
	Rapport de la Longueur sur la largeur de foliole droite (RFB)
	Nombre des nervures secondaires visibles basales (NNFB)
<b>Qualitatifs</b>	Forme du pétiole de la feuille (FP) : 1- Arrondie 2- Arrondie aplatie d'un seul coté 3- Aplatie
	Symétrie de la feuille (SF) : 1- Symétrique 2- Asymétrique : 1- Orientée vers la droite 2- Orientée vers la gauche
	Couleur de la feuille (CF) : 1- Vert clair 2- Vert 3- Vert sombre
	Forme de la foliole basale droite (FFB) : 1- Lancéolée élargie 2- Elliptique 3- Ovale 4-Ronde ovale 5-Arrondie
	Forme de l'apex de la foliole basale droite (FAFB) : 1-Acuminé 2-Mucroné 3-Mucronulé 4-Obtus 5-Rétus
	Forme de la base de la foliole basale droite (FBFB) : 1-Atténuée 2-Obtuse 3-Tronquée 4-Oblique
	Taille de la foliole basale droite par rapport à celle gauche (TFB) : 1-Inferieure 2- Semblable 3- Supérieure



**Figure 17. Matériel utilisé au laboratoire. Pieds à coulisse digital (150 mm, Bricoman)**

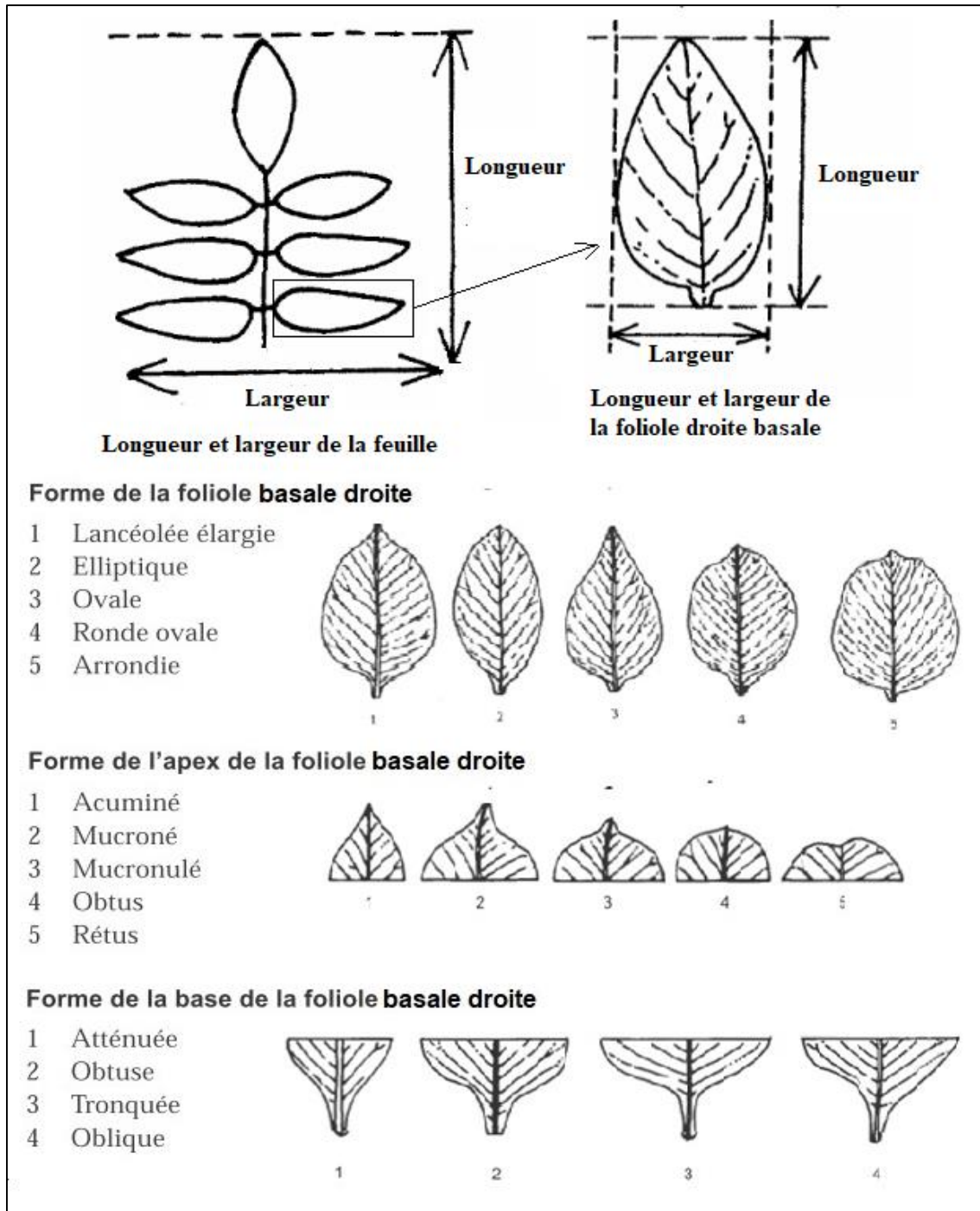


Figure 18. Parties végétatives étudiées pour notre espèce selon le référentiel de l'IPRG (2007), modifiée par Bechiri et al. (2022)

## 2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques

### 2.2.2.1 Types des caractères

Pour mieux décrire la variabilité des populations de notre espèce, les caractères morphologiques retenus dans le cadre de notre étude, sont de type qualitatifs (une expression discontinue, observables) et quantitatifs (mesurables).

#### **2.2.2.2 Tests de normalité**

La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov. La distribution de l'échantillonnage tend à suivre la loi normale (taille des échantillons suffisamment grande).

#### **2.2.2.3 Statistiques descriptives**

Les statistiques élémentaires ont été calculées à l'échelle intra et inter-populations pour notre espèce pour les variables Quantitatives (moyenne, minimum, maximum, écart-type et coefficient de variation) et Qualitatives (effectifs et écart-type pour celles semi quantitatives).

#### **2.2.2.4 Tests de significativité**

Chez notre espèce, nous avons étudiées trois groupes indépendants ou appariés (populations). Donc, pour les comparer, il est nécessaire d'utiliser une analyse de la variance à un seul facteur pour les variables quantitatives à l'échelle intra- et inter-population.

#### **2.2.2.5 Tests de corrélation**

Le coefficient de corrélation « r » avec sa valeur comprise entre -1 et 1, a été appliqué pour visualiser la liaison entre les variables quantitatives.

#### **2.2.2.6 Analyses factorielles**

Afin de visualiser la structuration de la diversité morphologique de nos populations, les analyses multivariées ont été appliquées pour les feuilles.

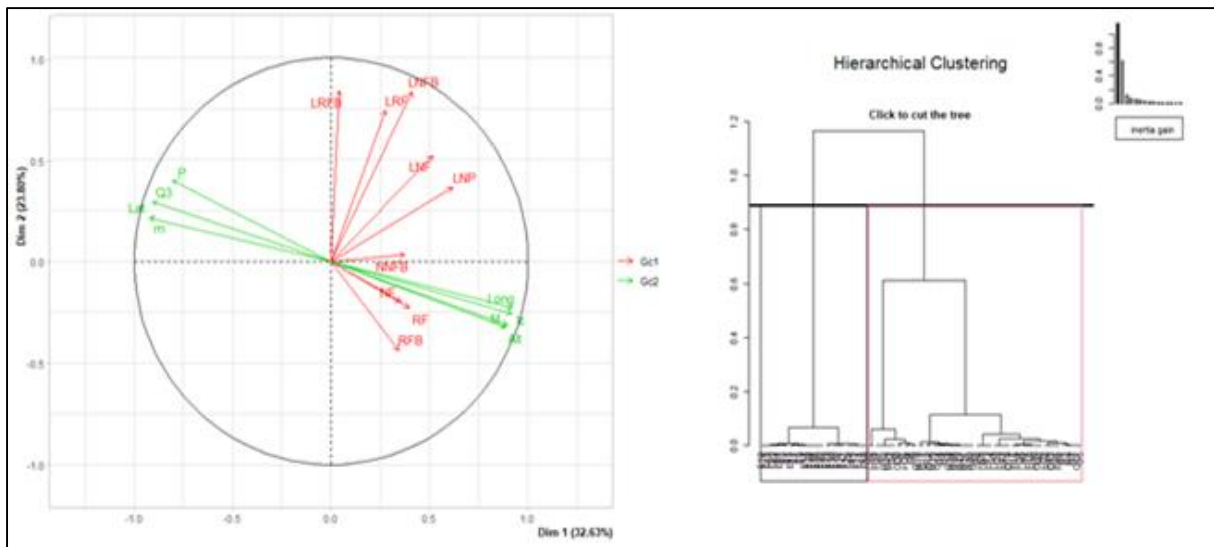
- **L'Analyse factorielle multiple (AFM) :** L'Analyse factorielle multiple a été appliquée pour les variables quantitatives avec les variables écologiques géographiques (altitude, latitude et longitude) et climatiques (Température maximale M et minimale m, Précipitation P, indice de continentalité Ic et coefficient d'Emberger Q<sub>3</sub>) pour voir le regroupement des arbres chez les populations étudiées.
- **Lalassification ascendante hiérarchique (CAH) :** Dans notre étude, les méthodes hiérarchiques visent à regrouper en classes homogène (grande similarité) l'ensemble des arbres de chaque espèce étudiée.

#### **2.2.2.7 Logiciels appliqués**

L'ensemble de ces tests a été effectué à l'aide des programmes suivants : STATISTICA 12 et R 4.0.1

# CHAPITRE III

## RESULTATS ET DISCUSSION



## **1. Résultats**

### **1.1 Morphométrie**

#### **1.1.1 Les caractères quantitatifs**

##### **1.1.1.1 Longueur de la feuille en mm (LNF)**

La moyenne enregistrée au niveau de Houara varie entre 25,27 mm et 141,48 mm avec une valeur de 77,88 mm. Par contre à El Ghadir, une moyenne de 68,22 mm a été enregistrée variant entre 35,36 mm et 134,01 mm. Par suite à Oued Djedra, elle varie entre 37,15 mm et 135,23 mm avec une moyenne de 68,69 mm. Les feuilles mesurent en moyenne 71,60 mm pour notre espèce avec un écart type de 14,36 mm et un coefficient de variation de 20,06%, les plus longues étant celles de Houara (77,88 mm) (Tableau 10).

##### **1.1.1.2 Largeur de la feuille en mm (LRF)**

A El Ghadir, nous avons la moyenne (44,27 mm) la plus petite par station, elle varie entre (20,11-78,05 mm) avec un écart type de 8,67 mm et un coefficient de variation de 19,27% ; tandis qu'à Houara, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 49,52 mm, (20,56-90,73mm), 9,31 mm et 18.80%, respectivement. Par contre à Oued Djedra, la moyenne est égale à 68,69 mm, elle varie entre 37,15 mm et 135,23 mm. La valeur moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivantes : 45,26 mm et (19,50-90,73) mm (Tableau 10).

##### **1.1.1.3 Nombre de folioles de la feuille (NF)**

Le nombre des folioles de la feuille est en moyenne de 1,59 et 8,90 folioles avec leurs étendues de 0,44-2,98 folioles et de 5-16 folioles à Houara et Oued Djedra, respectivement. Par contre, El Ghadir enregistre la moyenne la plus élevée pour l'espèce qui est de 8,40 folioles avec une étendue de 5-16 nervures. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 8,76 folioles avec son étendue (5-16) folioles (Tableau 10)

##### **1.1.1.4 Rapport longueur / largeur de la feuille (RF)**

Pour l'espèce, la moyenne de ce caractère de la feuille a donné la valeur 1,61. Au niveau de Houara, ce caractère a enregistré la moyenne qui est de 1,59 avec son étendue de 0,44-2,98. Tandis qu'à El Ghadir, la moyenne est de 1,56 avec une étendue entre 0,68-3,43. Par contre à Oued Djedra, la moyenne est la plus élevée (1,68) avec une étendue de 0,82-3,36.

#### **1.1.1.5 Longueur du pétiole en mm (LNP)**

La longueur du pétiole nous a donné les moyennes suivantes : 16 mm et 35,74 mm et 31,73 mm avec leurs valeurs minimales et maximales de 7,02-58,16mm ; de 7,28-93,6 mm et de 7,06-115,09 mm pour les stations El Ghadir, Houara et Oued Djedra, respectivement. Concernant l'écart-type et le coefficient de variation, les valeurs enregistrées sont de 4,63mm et 28,94% à El Ghadir, de 22,08 et 61,76% à Houara ; de 20,08 mm et 63,33 % à Oued Djedra (Tableau 10).

La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 27,83 mm, les pétioles sont plus longs à Houara par rapport aux deux autres stations (Tableau 10).

#### **1.1.1.6 Longueur de la foliole basale droite (LNFB)**

Pour l'espèce, la moyenne de la longueur de la foliole basale droite de la feuille a donné la valeur 24,16 mm. Au niveau d'Houara, ce caractère a enregistré la moyenne la plus élevée qui est de 26,41 mm avec son étendue de 10,95-50,29 mm. Tandis qu'à El Ghadir, la moyenne est de 23,14 mm avec une étendue entre 9,09-58,80 mm. Par contre à Oued Djedra, la moyenne est égale à 22,91 mm avec une étendue de 11,26-40,50 mm.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 5,09 mm-22,01% à El Ghadir, de 6,06 mm-22,96% à Houara et de 4,87 mm – 21,26%, à Oued Djedra (Tableau 10).

#### **1.1.1.7 Largeur de la foliole basale droite (LRFB)**

La largeur de la foliole basale droite est en moyenne de 10,53 et 26,41 mm avec les étendues de 4,16-39,46 mm et de 10,95-50,29 mm à El Ghadir et Houara, respectivement. Par contre, Oued Djedra avec sa moyenne la plus petite pour l'espèce (9,44 mm) a donné l'étendue de 4,17-26,17 mm. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 10,11 mm avec son étendue 3,72-39,46 mm, son écart type 3,55 mm et enfin son coefficient de variation 35,13% (tableau 10).

#### **1.1.1.8 Rapport longueur / largeur de foliole droite (RFB)**

Au niveau de Houara, ce caractère a enregistré la moyenne la plus élevée qui est de 2,71 avec son étendue de 1,19-6,93. Tandis qu'à El Ghadir, la moyenne est de 2,31 avec une étendue entre 1,05-5,16. Par contre à Oued Djedra, la moyenne est égale à 2,60 avec une étendue de 1,12-6,38. Pour l'espèce, la moyenne a donné la valeur 2,54.

### **1.1.1.9 Nombre des nervures secondaires visibles basales (NNFB)**

Le nombre des nervures secondaires visibles basales est en moyenne de 20,54 et 22,4 nervures avec les étendues de 10-38 nervures et de 10-43 nervures à El Ghadir et Houara, respectivement.

Par contre, Oued Djedra avec sa moyenne (24,55 nervures) a donné l'étendue de 10-43 nervures. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 22,50 nervures avec son étendue 10-43 nervures, son écart type 6,15 nervures et enfin son coefficient de variation 27,33% (tableau 10).

### **1.1.2 Les caractères qualitatifs**

#### **1.1.2.1 Forme du pétiole de la feuille (FP)**

Au niveau de l'espèce la forme : Arrondie aplatie d'un seul côté (65,74%) est majoritaire. Il en est de même par population, avec les proportions suivantes : 88,78 % à Oued Djedra et 74,47 % à Houara. Par contre, El Ghadir, la forme arrondie est celle la plus grande (49,78%) (tableau 11).

#### **1.1.2.2 Symétrie de la feuille (SF)**

La forme symétrique est majoritaire avec valeur de 52,74 % pour l'espèce. Il en est de même pour la population d'Oued Djedra (58.78%) et pour Houara (56.94%). Par contre, au niveau d'El Ghadir et Houara, la forme asymétrique est celle dominante (43.06%) (tableau 11).

#### **1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)**

A l'échelle inter-population, nous avons le vert et vert clair, qui sont dominants (37,26% et 36.15%). Par station, le vert clair est majoritaire pour Oued Djedra (51%) et El Ghadir 39%), contrairement A Houara dont le vert donnée une proportion élevée 57.38% (Tableau 11).

#### **1.1.2.4 Forme de la foliole basale droite (FFB)**

Une seule forme majoritaire a été rencontrée pour l'espèce (Elliptique 50.19 %). Au niveau de chaque station, nous avons la même forme dominante (elliptique) : 50,22 % pour El Ghadir, 43% pour Oued Djedra. Distinctivement, La Ronde ovale est apparue avec 37.40 % chez la population de Houara (tableau 11).

**1.1.2.5 Forme de l'apex de la foliole basale droite (FAFB)**

Concernant ce caractère, des proportions proches sont enregistrées à l'échelle inter population pour les formes (Obtuse ; Mucronée; Acuminée ; Mucronulée) avec une légère dominance pour la première. Il en est de même pour les deux populations : El Ghadir (29.22%) et Houara (37.40%). Simultanément, à Oued Djedra la forme Acuminée est celle la plus importante (27.78%) (tableau 11).

**1.1.2.6 Forme de la base de la foliole basale droite (FBFB)**

La forme atténuée de la base de la foliole basale est majoritaire pour l'espèce avec une proportion de 39.93%. A El Ghadir et Oued Djedra, nous avons la même forme (38.00% ; 45.67). Cependant, à Houara les deux formes oblique et atténuée sont importantes (40.73% et 36.07%) (tableau 11).

**1.1.2.7 Taille de la foliole basale droite par rapport à celle gauche (TFB)**

A l'échelle intra et inter populationnelle, la taille des deux folioles (droite et gauche) qui sont semblables est la plus élevée (51.52% pour l'espèce) surtout à Oued Djedra (65.33%) (Tableau 11).

## CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau 10. Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés**

Variable / Station	El Ghadir (E)	Houara (H)	Oued Djedra (O)	Moyenne (Espèce)
<b>Longueur de la feuille en mm (LNF)</b>	68,22***±14,00 (35,36-134,01) 20,52	77,88***±15,88 (25,27-141,48) 20,39	68,69***±10,55 (37,15-135,23) 15,36	71,60***±14,36 (25,27-141,48) 20,06
<b>Largeur de la feuille en mm (LRF)</b>	44,46***±8,57 (20,11-78,05) 19,27	49,52***±9,31 (20,56-90,73) 18,80	68,69***±10,55 (37,15-135,23) 15,36	45,2***±9,13 (19,50-90,73) 20,17
<b>Rapport longueur / largeur de la feuille (RF)</b>	1,56***±0,30 (0,68-3,45) 18,98	1,59***±0,29 (0,44-2,98) 18,15	1,68***±0,31 (0,82-3,36) 18,71	1,61***±0,30 (0,44-3,45) 18,88
<b>Nombre de folioles de la feuille (NF)</b>	8,40***±1,77 (5,00-16,00) 21,13	1,59***±0,29 (0,44-2,98) 18,15	8,90***±1,74 (5,00-16,00) 19,55	8,76***±1,81 (5,00-16,00) 20,70
<b>Longueur du pétiole en mm (LNP)</b>	16,00***±4,63 (7,02-58,16) 28,94	35,74*** ±22,08 (7,28-93,6) 61,76	31,73***±20,09 (7,06-115,09) 63,33	27,83***±19,41 (7,02-115,09) 69,74
<b>Longueur de foliole droite en mm (LNFB)</b>	23,14***±5,09 (9,09-58,80) 22,01	26,41***±6,06 (10,95-50,29) 22,96	22,91***±4,87 (11,26-40,50) 21,26	24,16***±5,60 (9,09-58,80) 23,17
<b>Largeur de foliole droite en mm (LRFB)</b>	10,53***±3,27 (4,16-39,46) 31,03	26,41***±6,06 (10,95-50,29) 22,96	9,44***±3,63 (4,17-26,17) 38,43	10,11***±3,55 (3,72-39,46) 35,13
<b>Rapport longueur / largeur de foliole droite (RFB)</b>	2,31***±0,57 (1,05-5,16) 24,79	2,71***±0,67 (1,19-6,93) 24,68	2,60***±0,65 (1,12-6,38) 25,16	2,54***±0,65 (1,05-6,93) 25,81
<b>Nombre des nervures secondaires visibles basales (NNFB)</b>	20,54***±5,46 (10,00-38,00) 26,56	22,41***±6,37 (10,00-43,00) 28,41	24,55***±5,93 (10,00-43,00) 24,15	22,50***±6,15 (10,00-43,00) 27,33

Moy, Moyenne ; ET, écart type ; Min, minimum ; Max, maximum ; Seuil de signification statistique \*,  $p < 0,05$  ; \*\*,  $p < 0,01$  ; \*\*\*,  $p < 0,001$  ; NS : Non significatif.

### CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau 11. Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.**

Variable / Station		El Ghadir (E) %	Houara (H) %	Oued Djedra (O) %	Moyenne (Espèce)%	
<b>Forme du pétiole (FP)</b>	1- Arrondie	49,78	14,10	6,78	23,52	
	2- Arrondie aplatie d'un seul coté	33,89	74,47	88,78	65,74	
	3- Aplatie	16,33	11,43	4,44	10,74	
<b>Symétrie de la feuille (SF)</b>	1- Symétrique	44,56	56,94	58,78	52,74	
	2- Asymétrique	1- Orientée vers la droite	25,86	26,41	26,41	36,15
		2- Orientée vers la gauche	17,20	20,85	20,85	37,26
<b>Couleur de la feuille (CF)</b>	1- Vert clair	39,00	17,20	51,00	36,15	
	2- Vert	37,00	57,38	27,78	37,26	
	3- Vert sombre	24,00	13,21	21,22	26,59	
<b>Forme de la foliole basale droite (FFB)</b>	1- Lancéolée élargie	20,78	16,32	13,56	17,19	
	2-Elliptique	50,22	16,98	43,00	50,19	
	3- Ovale	12,22	19,31	25,11	16,85	
	4-Ronde ovale	14,33	37,40	15,67	13,67	
	5-Arrondie	2,44	9,88	2,56	2,04	
<b>Forme de l'apex de la foliole basale droite (FAFB)</b>	1-Acuminée	18,44	16,32	27,78	20,85	
	2-Mucronée	20,89	16,98	25,67	21,19	
	3-Mucronulée	20,56	19,31	22,11	20,67	
	4-Obtuse	29,22	37,40	17,11	27,89	
	5-Rétuse	10,89	9,88	7,33	9,37	
<b>Forme de la base de la foliole basale (FBFB)</b>	1-Atténué	38,00	36,07	45,67	39,93	
	2-Obtuse	33,56	17,09	14,33	21,63	
	3-Tronquée	14,78	6,10	11,00	10,63	
	4-Oblique	13,67	40,73	29,00	27,81	
<b>Taille de la foliole basale droite par rapport à celle gauche (TFB)</b>	1- Inferieure	33,22	25,75	19,00	25,96	
	2- Semblable	37,67	51,50	65,33	51,52	
	3- Supérieure	29,11	22,64	15,56	22,44	

## 1.2 Analyse de la diversité morphologique

### 1.2.1 Tests de significativité

A l'échelle intra et inter population, l'analyse de la variance à un seul facteur (tableau 10) pour les variables quantitatives a révélé des différences significatives pour toutes les variables étudiées au seuil de signification statistique ( $p < 0,001$ ).

### 1.2.2 Tests de corrélation

Les corrélations entre des différentes variables quantitatives relatives aux feuilles sont illustrées dans le tableau 12.

Des liaisons fortes ( $r \geq 0.5$ ) hautement significatives ( $p < 0,001$ ) sont enregistrées entre :

- **Positivement :**

- La longueur de la feuille (LNF) avec sa largeur (LRF) la largeur de la foliole droite en mm (LRFB) et la Longueur de foliole droite e (LNFB) avec les valeurs de  $r$  (0,74 ; 0.55). Cette dernière (LNFB) est liée à la largeur de la feuille (LRF) avec  $r = 0.73$  et la longueur du pétiole (LNP) avec  $r = 0.59$ .
- Longueur de foliole droite (LNFB) et sa largeur (LRFB) avec  $r = 0.66$ .

- **Négativement:**

- Largeur de foliole droite en mm (LRFB) et Rapport longueur / largeur de foliole droite (RFB) avec une valeur négative de  $r = -0.75$

Les autres variables ont enregistré des corrélations quelquefois significatives, mais, faibles ( $r < 0.5$ ).

### CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau 12. Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relatives aux feuilles**

Variables quantitatives	LNF	LRF	RF	NF	LNP	LNFB	LRFB	RFB	NNFB
Longueur de la feuille en mm (LNF)	1,00	0,74 ***	0,44 ***	0,29 **	0,30 **	0,55 ***	0,25 *	0,11	0,14
Largeur de la feuille en mm (LRF)		1,00	-0,27	-0,07	0,20	0,73 ***	0,36 ***	0,10	0,03
Rapport longueur / largeur de la feuille (RF)			1,00	0,53 ***	0,20	-0,16	-0,09	-0,01	0,16
Nombre de folioles de la feuille (NF)				1,00	0,17	-0,10	-0,13	0,06	0,01
Longueur du pétiole en mm (LNP)					1,00	0,59 ***	0,40 ***	0,02	0,04
Longueur de foliole droite en mm (LNFB)						1,00	0,66 ***	-0,04	0,17
Largeur de foliole droite en mm (LRFB)							1,00	-0,75 ***	0,14
Rapport longueur / largeur de foliole droite (RFB)								1,00	-0,02
Nombre des nervures secondaires visibles basales (NNFB)									1,00

Seuil de signification statistique \*,  $p < 0,05$  ; \*\*,  $p < 0,01$  ; \*\*\*,  $p < 0,001$

### 1.2.3 Tests multi-variés

L'analyse factorielle multiple explique une inertie totale de 56.43 %. La première dimension et la deuxième (1x2) ont permis la meilleure interprétation des individus et des variables (figure 19 et tableau 13) de sorte que :

- Le premier axe donne 32.63%.
- Le deuxième donne 23.80%.
- **La carrée des liaisons** (19A) montrent la qualité de représentation de chaque groupe actif de variables quantitatives (morphologiques, Gc1 et environnementales, Gc2). le groupe de variables morphologiques (Gc1) fournit grandement des coordonnées avec la deuxième dimension alors que le groupe des variables environnementales (Gc2) contribue uniquement à la première.
- **Le cercle de corrélation** révèle que l'ensemble des variables quantitatives relatives aux feuilles (figure 19) sont corrélées plus au moins avec les deux dimensions de sorte que (tableau 14) :
  - **Avec la première dimension** : Les deux variables « longueur LNF de la feuille et celle du pétiole LNP » sont reliées positivement avec leurs valeurs (0.52 et 0.62), respectivement. Aussi, ces deux variables sont corrélées positivement à la continentalité thermique (traduite par son gradient thermique Ic) et négativement à la sécheresse globale ou l'aridité (traduite à travers le coefficient d'Emberger Q<sub>3</sub>). Cette corrélation est expliquée par l'action des facteurs thermo et ombro- géographiques (**positive** : Alt « Alt », la température maximale « M », la longitude « Long » et **négative** : la latitude « Lat » l'intensité du froid « m » et les précipitations « P »).
  - **Avec la deuxième dimension** Les autres variables sont reliées à la deuxième dimension. L'effet des facteurs écologiques est nul.
- **La projection des individus** (90 arbres) obtenue par l'interaction des variables morphologiques et environnementales (figure 19E), montre deux groupes distincts (groupe 1 : population E) et (groupe 2 : populations H et O) que l'on retrouve sur le **dendrogramme de la classification hiérarchique CHAC** via la distance euclidienne (figure 19 C et D).

A l'issue de la carte factorielle (figure 19B), le regroupement des trois populations (El Ghadir G, Houara H et Oued Djedra O) se fait par :

### CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

- Un accroissement de la continentalité thermique allant de valeur de  $I_c = 13.5 \text{ }^\circ\text{C}$  pour El Ghadir E (G1) vers des valeurs plus petites ( $I_c = 18.5$  et  $18.9 \text{ }^\circ\text{C}$ ) pour G2 (Houara H et Oued Djedra O), respectivement.
- Une baisse de l'aridité ou la sécheresse globale c'est-à-dire, les valeurs de gradient « Q<sub>3</sub> » sont décroissantes : humide (El Ghadir ; G1) vers le semi-aride (Houara et Oued Djedra ; G2).

**Tableau 13. Valeurs propres issues de l'ACP.**

Nombre de valeur	% Total variances	Cumul - %
1	32.63	32.63
2	23.80	56.43

**Tableau 14. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).**

Variables	Facteur 1	Facteur 2
LNF	0.52	0.52
LRF	0.27	0.74
RF	0.39	-0.23
NF	0.36	-0.19
LNP	0.62	0.36
LNFB	0.41	0.83
LRFB	0.04	0.83
RFB	0.34	-0.44
NNFB	0.37	0.03
Alt	0.89	-0.31
Long	0.92	-0.23
Lat	-0.92	0.21
M	0.89	-0.32
m	-0.92	0.21
P	-0.81	0.39
Ic	0.99	-0.25
Q3	-0.91	0.29



## **2. Discussion**

Dans cette section, nous examinons les résultats obtenus concernant l'effet des facteurs géographiques tels que l'altitude, la latitude et la longitude, ainsi que des facteurs climatiques tels que les températures et les précipitations, sur les caractères phénotypiques étudiés. De plus, nous effectuons une analyse comparative avec certains résultats publiés dans la littérature.

### **2.1 Pressions d'ordre abiotique**

L'hétérogénéité observée dans toutes les variables morphologiques des feuilles au sein des trois populations peut être expliquée par l'interaction entre les facteurs thermo et ombro-climatiques des sites d'échantillonnage et les composantes géographiques. Selon Rivas-Martinez (2005), la délimitation des étages bioclimatiques est basée sur ces facteurs thermo et ombro-climatiques, ce qui facilite la compréhension de la relation entre la végétation et le climat.

Selon nos résultats obtenus (figure 19), le plan factoriel de l'analyse multi-variée (AFM et CHAC) pour les arbres des trois populations étudiées montrent qu'il existe effectivement des gradients liés essentiellement à la continentalité (thermique) et même à l'aridité ou la sécheresse (globale).

Parce que, suivant un gradient d'aridité et de continentalité, la population D'El Ghadir qui forme un groupe unique G1, s'isole par son étage subhumide frais ( $Q_3=127.4$ ) et par son caractère Semi-hyperocéanique atténué ( $I_c=13.5$  °C) par rapport aux autres populations Houara H et Oued Djedra O qui se caractérisent par leurs bioclimats subhumide frais ( $Q_3=77$  et  $67.1$ ) et leur type Semi-hyperocéanique atténué ( $I_c=18.5$  ou  $18.9$  °C), respectivement. Pareillement, le stress thermique hivernal ( $m$ ), liés à l'action altitudinale (Alt) et latitudinale « Lat » et même longitudinale « Long » semblent avoir une influence sur le polymorphisme de cette espèce.

Le polymorphisme ou la diversité des espèces se manifeste à travers les caractères taxonomiques, qui sont des traits individuels ou des propriétés mesurables des plantes. Ainsi, il est possible que deux individus de la même espèce présentent des traits morphologiques différents (Bidault, 1971 ; Metro, 1975).

De plus, la préservation des parties aériennes, notamment des feuilles, pendant les périodes défavorables est compensée par la présence de dispositifs morphologiques et anatomiques spécifiques (Ozenda, 2000). En effet, plusieurs auteurs ont souligné les interactions abiotiques entre les composantes de l'environnement et la plasticité phénotypique de nombreuses espèces végétales (Aussenac, 1973 ; Hsiao, 1973 ; Alyafi, 1978 ; Ehleringer, 1980).

Par ailleurs, plusieurs études menées sur des espèces de la famille des *Anacardiaceae* ont montré que la variation intra-spécifique des traits des feuilles est davantage influencée par des facteurs climatiques que génétiques (Alyafi, 1979 ; Belhadj et al., 2007 ; Doughbage, 2009).

Selon Alyafi (1979) et Barboni et al. (2004), les plantes privilégient différents traits fonctionnels afin de minimiser l'impact de la sécheresse. Ainsi, dans les milieux arides, les plantes xéromorphiques ont généralement des feuilles plus petites, leur taille étant corrélée au degré de transpiration (Fahn, 1967), ce qui explique la présence plus abondante de petites feuilles dans les hauts plateaux et les régions froides (Barboni et al., 2004).

### 2.2 Comparaison des données recueillies dans la littérature

La variabilité phénotypique des feuilles de notre espèce *Pistacia lentiscus* est bien documentée de sorte que :

Des études antérieures fournissent des résultats comparatifs intéressants. Par exemple, l'étude de Barazini et al. (2003) portant sur trois populations en Chypre, en Tunisie et en Espagne indique des longueurs de feuilles plus petites (30-78 mm) par rapport à nos résultats (25,27-141,48 mm). De même, les données d'Al-Saghir (2006) rapportent des valeurs plus petites que les nôtres pour ce même caractère (34-100 mm), mais similaires en ce qui concerne la largeur (20-100 mm) par rapport à nos valeurs (19,50-90,73 mm).

En revanche, les résultats de Doughbage (2009) dans son étude sur trois populations algériennes (Sénalba, Elhamdania et Elkahla) diffèrent des nôtres. Les valeurs enregistrées pour les caractères quantitatifs sont plus élevées par rapport à nos mesures, telles que la longueur de feuille (89,4 mm) et la largeur (64,4 mm) et similaires pour le nombre de folioles de la feuille (9,25), à l'exception de la longueur du pétiole, qui présente une valeur plus petite (16 mm).

En ce qui concerne les caractères qualitatifs, la même étude mentionnée précédemment montre que les feuilles ont une couleur unique "vert foncé", qui diffère de notre observation de variations de couleur allant du vert au vert clair. Cependant, elles sont toutes pourvues d'un

pétiole ayant une forme arrondie aplatie d'un côté, ce qui correspond à nos résultats pour les trois populations étudiées.

En conclusion, il est probable que cette diversité soit due aux facteurs géographiques et climatiques, car la station d'El Ghadir E présente des caractéristiques écologiques spécifiques telles que l'aridité, la continentalité, le stress thermique hivernal et la faible altitude.

Cette étude a également permis de mettre en évidence un morpho-typage pour notre espèce en ajoutant de nouvelles caractéristiques, comme les dimensions des folioles basales, qui pourraient être intégrées aux critères morphologiques classiques utilisés dans la classification infra-spécifique.

Par ailleurs, les mesures morphologiques enregistrées pour les trois populations de *Pistacia lentiscus* sont en accord avec certaines données rapportées dans la littérature pour certains caractères, tandis qu'elles diffèrent pour d'autres. Cela indique que l'organisation intraspécifique des populations algériennes en tant qu'un seul taxon reste sujet à débat.

Il convient de noter que le problème taxonomique de *Pistacia lentiscus* a été discuté dans diverses études. Références pertinentes à ce sujet incluent les travaux suivants : (Al-Saghir, 2006 ; El Bahloul et *al.*, 2017-2019 ; Barazani & Perevolotsky 2000).

Cependant, selon Vela (2007) et Vela & Schäfer (2013), une synthèse globale qui adopte une approche de taxonomie intégratrice ne sera possible que lorsque toutes les approches complémentaires, telles que la morphologie, la biochimie et la génétique, seront explorées pour l'ensemble des taxons et/ou écotypes géographiques couvrant toute la gamme de répartition de l'espèce.

## Conclusion

Ce travail approfondi offre une synthèse sur l'espèce *Pistacia lentiscus* L. en Algérie, mettant en lumière sa variabilité phénotypique à l'échelle intra et inter-population à travers l'étude morphologique des variables quantitatives et qualitatives de ses feuilles.

Tout d'abord, l'échantillonnage a révélé que le lentisque prospère dans une diversité écologique étendue. Cette résilience face à des conditions environnementales extrêmes souligne son impressionnante adaptabilité.

Les analyses statistiques des variables quantitatives des feuilles ont révélé une variabilité morphologique considérable. Les tests de variance *Anova* à un seul facteur ont démontré des différences significatives entre les arbres de chaque station et entre les stations elles-mêmes.

Cette variabilité remarquable, tant au sein des populations qu'entre elles, est influencée par des facteurs environnementaux limitants tels que la géographie et le climat, qui exercent une influence prépondérante.

Pour approfondir notre compréhension de cette espèce, il est envisagé d'étendre cette étude en élargissant l'échantillonnage pour inclure d'autres caractéristiques morphologiques telles que le pollen, les graines et les racines. De plus, une exploration approfondie des aspects physiologiques, biochimiques, génétiques et cartographiques pourrait enrichir notre compréhension de cette espèce et de ses adaptations environnementales complexes.

## Références bibliographiques

- ALI-SHTAYEH M.S. & ABU GHDEIB S.I. (1999). Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses*, 42(11-12), 665-672. doi: 10.1046/j.1439-0507.1999.00497.x
- AL-SAGHIR M.G. (2006). Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia* (*Anacardiaceae*). Virginia Polytechnic Institute and State University. P Retrieved from [https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/36286/Mohammed\\_Al-Saghir\\_dissertation.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/36286/Mohammed_Al-Saghir_dissertation.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- AL-SAGHIR, M. G. (2006). Variability in leaf and fruit morphology of *Pistacia lentiscus* L. in Lebanon. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(1), 79-85.
- AL-SAID M.S., AGEEL A.M., PARMAR N.S. & TARIQ M. (1986). Evaluation of mastic, a crude
- ALYAFI J. (1978). New characters differentiating *Pistacia atlantica* subspecies. *Candollea*, 33 (2), 201-206. Retrieved from <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=cod-001:1978:33::1570>
- ALYAFI J. (1978). New characters differentiating *Pistacia atlantica* subspecies. Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève. *Candollea*, 33 (2) 201-206.
- ALYAFI J. (1979). Approches systématiques et écologiques du genre *Pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse de 3e cycle, Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, Marseille, France.
- atlantica* Desf.; *Anacardiaceae*). *International Research Journal of Plant Science* 2(3) pp. 060-
- AUGUSTE M. (1858). Flore forestière: Description et histoire des végétaux ligneux qui croissent spontanément en France. Ed. Nancy [FRA]: Grimblot, Raybois et Cie, 384p.
- AUSSENAC G. (1973). Effets de conditions microclimatiques différentes sur la morphologie et la structure anatomique des aiguilles de quelques résineux. *Ann. Sci. For.*, 30, 375-392.
- AYFER M. (1976). La culture du pistachier en Turquie. *Fruits*, 22(8), 351-367.
- BARAZANI O. & PEREVOLOTSKY A. (2000). Variability in size and shape of leaves within and between populations of *Pistacia lentiscus* L. in the East Mediterranean. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 133(4), 441-452.
- BARAZANI O.Z., DUDAI N. & GOLAN-GOLDHIRSH A. (2003). Comparison of Mediterranean *Pistacia lentiscus* genotypes by random amplified polymorphic DNA, chemical, and morphological analyses. *Journal of Chemical Ecology*, 29, 1939-1952. doi: 10.1023/A:1026322127236
- BARBONI S. D., HARRISON P., BARTLEIN P.J., JALUT G., NEW M., PRENTICE I.C., SANCHEZ-GONI M.-F., SPESSA A., DAVIS B. & STEVENSON A.C. (2004). Relationship between plant traits and climate in the Mediterranean region: A pollen data analysis. *Journal of Vegetation Science*, 15, 635-646. doi: 10.1111/j.1654-1103.2004.tb02313.x
- BELHADJ S. (2007). Étude Éco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (*Anacardiaceae*) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à sa

valorisation. Thèse de Doctorat d'État, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques de Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie.

- BELHADJ S., DERRIDJ A., AUDA Y., GERS C. & GAUQUELIN T. (2008). Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Botany*, 86(5), 520-532. doi: 10.1139/B08-022
- BELHADJ S., DERRIDJ A., MORIANA A., GIJON M.D.C., MEVY, J.P. & GAUQUELIN T. (2011). Comparative analysis of stomatal characters in eight wild atlas pistachio populations (*Pistacia*
- BIDAULT M. & GUINOCHET M. (1971). Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs: notions fondamentales de systématique moderne. Doin, Paris, 145p.
- BOULOS L. (2000). Flora of Egypt. Geraniaceae-Boraginaceae. Al hadara Publishing, 2, 75-77.
- BROUSSE G. (1974). Étude bibliographique sur la culture du pistachier. Polycopier I.N.A. El Harrach, 40p.
- BROWIEZ K. (1987). *Pistacia lentiscus* cv. Chia (Anacardiaceae) Chios Island. *Plant Syst.*
- CHERNOVA C.M. (2000). *Pistacia* in central Asia, Central and West Asia and North Africa. Regional Office of IPGRI. Newsletter No. 21, 1-2.
- DAJOZ R. (1985). Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- DE BELAIR G. (1990). Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse de doctorat, Univ. Montpellier 2, Université des sciences et techniques du Languedoc, 326p.
- DJEBAILI S. (1984). Steppe Algérienne phytosociologie et écologie. Ed. Office des Publications Universitaires, Alger, p159.
- DOGHBAGE A. (2009). Contribution à l'étude de la variabilité des caractères foliaires et stomatiques de quatre espèces du genre *Pistacia* en Algérie. Université -Ziane achour- de Djelfa, 139p.
- DOGHBAGE A. (2009). Contribution à l'étude de la variabilité des caractères foliaires et stomatiques de quatre espèces du genre *Pistacia* en Algérie. Université -Ziane achour- de Djelfa 139 p.
- drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity,
- EHLERINGER J. (1980). Leaf morphology and reflectance in relation to water and temperature stress, in *Adaptation of plants to water and high-temperature stress* (eds Turner N. C., Kamer P. J.). Wiley Interscience, New York, pp. 295-308.
- EL-OQLAH A.A. (1996). Biosystematic research on the genus *Pistacia* in Jordan. In: *Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources*. Proceedings of the IPGRI Workshop 29-30 June 1995. Edited by S. Padulosi, T. Caruso & E. Barone. Palermo, Italy, pp. 12-19.
- ELOUALIDI J., ATER M. & TALEB A. (2004). Conception, essai et évaluation des meilleures pratiques de conservation in-situ d'espèces végétales sauvages d'importances économique. Rapport National du Projet Régional EP/INT/204/GEF (Commandité par la FAO).
- EMBERGER L. (1955). *Travaux de botanique et d'écologie*. Ed. Masson, Paris, pp. 291-301.

- EMBERGER L. (1960). Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci., Montpellier, 7, 1-43.
- Ethnopharmacol; 15(3):271 -8. PubMed PMID: 3724207.
- FAHN A. (1967). Plant anatomy. Pergamon Press, Exeter.
- FASIHI HARANDI O. & GHAFFARI M. (2001). Chromosome studies on pistachios (*Pistacia vera* L.) from Iran. Pp: 35-39. Cité dans Cahiers options méditerranéennes. XIème colloque du Grempa sur le pistachier et l'amandier, 1-4 septembre 1999, Zaragoza, Vol. 56, 415p.
- FAURIE C., FARRA C. & MEDORI P. (1980). Écologie. Ed. Baillière J.-B., Paris.
- FETATI A. (2000). Possibilités d'utilisation du genre *Pistacia* dans la mise en valeur des zones marginales de l'Oranie. Mém. Magister Ecologie appliquée. Univ. Sidi bel abbes (Algérie).
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., LEPRÊTRE A., DAVOULT D. & LUCZAK CH. (2004). Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3ème édition. Ed. Dunod, Paris, 549p.
- GUIGNARD J.L. (1998). Botanique. Collection abrégée de botanique. 11ème édition révisée. M
- HSIAO T. (1973). Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiology. 24: 519-570.
- ieJ.O.R.A (1991). Journal officiel de la République algérienne. « Décret exécutif n° 91-306 du 24 août 1991 fixant la liste des communes animées par chaque chef de daïra. 21 - Wilaya de Skikda » p 1305.
- ISERIN P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soin. 2ème édition. Ed Larousse/VUEF, Pp.13-16, P. 250, Pp. 291-29.
- KAFKAS S., EBRU K. & PERL-TREVES R. (2002). Morphological diversity and germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey. Genet Resour Crop Evol 49: 261-270.
- KHALIFE T. (1959). Recherche sur la culture de pistachier en Syrie. Thèse Ph.D. Fac. Univ. Sci. Agron., Gembloux, Belgique, P. 237.
- LAGHZALI M. & OUKABLI A. (1992). Etude des exigences thermiques d'une série de variétés de pistachier cultivées au Maroc (*Pistacia vera* L.). Pp: 295-298. Cité dans: Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : L'amandier et le pistachier. 8ème colloque, 26 - 27 juin 1990, France, P. 372.
- LAPIE G. & MAIGE A. (1914). Flore forestière de l'Algérie. Paris. E. Orlhac. P357.
- M. (2002). LEROY La mesure au sol de la température et des précipitations. La Météorologie. 39: 52-5
- MEDDOUR R. (2014z). Flore et végétation des montagnes d'Algérie. Éditions IRD.
- MEIKLE R. D. (1977). Flora of Cyprus. 1: 364-371. Bentham-Maxon Trust.
- MIRZAIE-NODOUSHAN H. & AREFI H.M. (2001). Variability in seed blankness in *Pistacia atlantica* Desf. in a natural habitat. PGR Newsletter. FAO-Biodiversity. Bull. Res. Phytogén. 127: 46-48.
- MLIKA M. (1988). Anatomie des fleurs du pistachier vrai. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration

- génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. P. 375.
- MOKHTARI N., MRABET R., LEBAILLY P. & BOCK L. (2013). Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét., 2: 50-6
- MONJAUZE A. (1968). Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Bull. Soc. Nat. Afrique du Nord. P. 128.
- MONJAUZE A. (1980). Connaissance du « Betoum » *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. Rev. For. Fran. 4: 357-363.
- MOUSTERDE P. (1970). Nouvelle flore du Liban et de la Syrie. 2: 470-472. Dar el-Machreq. Editeurs Beyrouth, Liban.
- OLSEN M. (1999). Prévention des mycotoxines et décontamination. Étude de cas: Prévention des aflatoxines dans les pistaches. Troisième conférence internationale FAO sur les mycotoxines, 3-6 mars 1999, Tunis: 2-8.
- OUKABLI A. (2005). Le pistachier - Un arbre fruitier et forestier. Transfert de technologie en agriculture N° 125, Pp: 1-4.
- ÔZEKER E., ISFENDIYAROGLU M. & MISIRLI A. (2006). Comparison of different *Pistacia* spp. in terms of pollination biology in the Yunt Mountains of Manisa Province in Turkey. Pak. J. Biol. Sci. 9(3): 371-376.
- OZENDA P. (1977). Flore du Sahara. Ed. C.N.R.S. P. 622.
- OZENDA P. (1983). Flore du Sahara. Deuxième édition. C.N.R.S. P. 566.
- PELL S.K. (2004). Molecular systematics of the cashew family (*Anacardiaceae*). Thèse de Doctorat. St Andrews Presbyterian College, P. 207.
- QUEZEL P. & SANTA S. (1962). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I. Edit. du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. P. 565.
- QUEZEL P. & SANTA S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. C.N.R.S., Paris. P. 1087.
- RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. & GAUBERVILLE C. (2008). Flore forestière française (guide écologique illustré), tome 3: Région méditerranéenne. Institut pour le Développement Forestier. 2426p.
- RIVAS-MARTINEZ S. (2005). Mapa de series, geo series y geoperma series de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial d'España. Partie I. Pp: 10-12.
- S.P.W.S. (2022). Site officiel de la wilaya de Skikda. Présentation de la wilaya de Skikda. URL: <https://wilayadeskikda-dz.com/presentation.php>. (Consulté en 2022).
- SELTZER P. (1946). Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Et de Phys. Du globe d'Algérie. Ed. Carbonel. Algérie. P. 219.
- sériés, vol. 5 (4): 187-228.
- SITOUH M. (1988). Principales plantes sahariennes. Ann. Inst. Nat. Agro., Elharrach. Vol. 12, N° 1, T. 2: 728-782.
- SOMON J. (1987). Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Ed. OPU. Alger. P. 143.

- STEVENSON M. & SHAKEL K.A. (1998). Alternate bearing in pistachio as a masting phenomenon: whole tree construction costs of reproduction versus vegetative growth and storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 123 (6): 1069-1075.
- STEWART, P. (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59: 23-36.
- YAHYA M. (1992). La thérapeutique par les plantes communes en Algérie, Ain Taya, P. 59.
- ZOHARY M. (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journ. Bot. J. séries*, vol. 5 (4): 187-228.
- ZOHARY M. (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journ. Bot. J.*
- ZOHARY M. (1987). *Pistacia* L. In: *Flora Palestina. Platanaceae to Umbelliferae*, 2nd ed. Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. 2: 296-300.
- ZOHARY M. (1996). The genus *Pistacia* L. In: *Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources. Proceedings of the IPGRI Workshop 29-30 June 1995*. Edited by S. Padulosi, T. Caruso and E. Barone. Palermo, Italy. Pp. 1 -11.

M<sup>lle</sup> CHOUIT Imene  
M<sup>lle</sup> DADI SISTA Sabrina  
M<sup>lle</sup> DJAROUD Ryene  
M<sup>lle</sup> DRIDAH khadidja

**Thème :** Effet des pressions climatiques sur la variabilité morphologique foliaire du lentisque, *Pistacia lentiscus* L. (cas de trois de trois populations naturelles algériennes)

### Résumé

Dans le but d'identifier et d'évaluer la diversité du taxon *Pistacia lentiscus* L., une étude de la variabilité morphologique intra et inter-populations combinée à une analyse comparative de ses feuilles provenant de trois stations (El Ghadir, Oued Djedra et Houara) en Algérie, sous l'effet de divers paramètres géographiques et climatiques, a été réalisée.

Le nombre des arbres choisis aléatoirement est de trente (30) pieds de chacune des trois stations et sur chaque arbre trente (30) feuilles ont été prélevés et conservés au laboratoire. Un total de quatorze caractères morphologiques (sept quantitatifs et sept qualitatifs) pour les feuilles, a été étudié.

Les résultats obtenus pour ont fait l'objet d'une analyse statistique. L'analyse de la variance montre des différences hautement significatives pour les variables étudiées au niveau intra- et inter-populationnel, tandis que l'analyse multivariée effectuée a permis de séparer l'ensemble des populations étudiées en deux groupes distincts.

Enfin, il existe une grande variabilité intra et inter-population chez notre espèce vis-à-vis la majorité des variables étudiées s'expliquant par l'influence des pressions abiotiques (géoclimatiques).

**Mots-clés :** *Pistacia lentiscus*, feuille, variabilité, population, morphologie, Algérie.

### Abstract

In order to identify and evaluate the diversity of the specie *Pistacia lentiscus* L., a study of morphological variability within and between populations combined with a comparative analysis of its leaves from three stations (El Ghadir, Oued Djedra and Houara) in Algeria, under the impact of various geographical and climatic parameters, was realized.

The number of randomly selected trees is thirty (30) feet of each of the three stations and for each tree thirty (30) leaves were collected and kept at the laboratory. Fourteen morphological characters (seven quantitative and seven qualitative for leaves, were studied.

The data obtained were subjected to statistical analysis. The analysis of variance show that highly significant differences at the intra- and inter-population level, while, the analysis multivaried allowed to separate the populations studied in two distinct groups.

Finally, there is great intra and inter-population variability of our species for the majority of the variables studied, which can be explained by the influence of abiotic (geoclimatic) pressures.

**Keywords:** *Pistacia lentiscus*, leaf, variability, population, morphology, Algeria.

### ملخص

من أجل تحديد وتقييم تنوع نبات (*Pistacia lentiscus* L.) الضرو، تمت دراسة التغير المورفولوجي داخل وبين المجموعات النباتية جنبا إلى جنب مع تحليل مقارن لأوراقه المأخوذة من ثلاث مناطق من الجزائر (الغدير، واد جدره و هواره) وتحت تأثير العوامل المناخية والجغرافية المختلفة .

عدد الأشجار المختارة عشوائيا هو ثلاثون (30) شجرة مأخوذة من كل منطقة في حين تم جمع (30) ورقة من كل شجرة والتي حفظت بعد ذلك في المختبر. ثم تم دراسة اربع عشر صفة من الصفات المورفولوجية لهذه الأوراق) سبع صفات كمية وسبع نوعية). ثم تم عرض البيانات المتحصل عليها في التحليل الإحصائي بحيث ان تحليل التباين اظهر وجود فروق ذات دلالة إحصائية عالية داخل وبين المجموعات الثلاث.

وأخيرا نستنتج من كل هذه النتائج أن هناك تفاوتا كبيرا داخل وبين المجموعات مع معظم المتغيرات المدروسة ويرجع ذلك إلى تأثير الضغوط غير الحيوية (المناخية والجغرافية).

**الكلمات المفتاحية:** الضرو ( *Pistacia lentiscus* L. ), ورقة، التغيرات، مجموعة، المورفولوجيا، الجزائر.