

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire

Présente en vue de l'obtention du diplôme de

Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Ecologie et environnement"

Spécialité: "Biodiversité et écologie végétale"

Présenté et soutenu publiquement par :

GUELILIA Djahida

SIYAHIA Amel

THÈME

**Etude de la variabilité morphologique et
phytochimique de *Pistacia lentiscus* L. (pistachier
lentisque) de quelques stations dans l'Ouest Algérien**

JURY:

President :	M. BEKHETTOU A.	MAA, Faculté SNV Tiaret
Promoteur :	M. BOUSSAID M.	MCA, Faculté SNV Tiaret
Co-Promoteur :	M. SARMOUM M	MCA, Faculté SNV Tiaret
Examineur :	M. TAIBI K.	MCA, Faculté SNV Tiaret

Année universitaire : 2018–2019

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le Tous Puissant et le Mésirécordieux nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce document.

*Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre encadreur **Mr BOUSSAID Mohamed** qui nous a fourni le sujet de ce mmoire et nous a guidé de ses précieux conseils et suggestions, et la confiance qu'il nous a témoingés tout au long de ce travail.*

*A **Mr SARMOUM M**, notre co-promoteur, qui nosua aidé et faciliter la tache et surtout de sa gentiellse et sa compréhension.*

*Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury **Mr BN KHETOU A.** et **Mr TAIBIKh.** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.*

*nos remerciements s'adressent également à Mm **DAHLIA F**, qui nous a aidé tout au long de ce travail.*

Enfin, on adresse nos sincères sentiments de gratitude et de reconnaissances à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail tout d'abord à ma chère mère. Merci de m'avoir soutenu tant moralement que matériellement pour que je puisse atteindre mon but, et de vos prières pour moi.

A mon cher père qui a toujours souhaité mon réussite et qui m'a permis d'atteindre mes objectifs dans mes études et dans ma vie.

A mes chères ; grande mère et grande père.

A l'esprit De Ma Belle Sœur: Saadia.

A Mes Beaux Frères Hamid, Abd el kader

A Toute Famille.

A Mes Amies Que j'ai Vécues Avec Elles Des Beaux Moments Au Cours De Mon Coursus

A l'université : Mnawra, Amel, Asmaa, Nasira, Souad, Rachida, Djahida, Amina, Rima, Asmaa, Nesrine, Noria, Fatiha, Aicha, Bochra.

A Tous Ceux Qui m'ont Aidé De Près Ou De Loin.

Amel



Dédicace

Grace à Dieu, qui m'a créé, m'a protégé, qui toujours avec moi

*Et qui ne me laisse jamais seule. Louanges à **ALLAH***

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents, pour leur encouragements et soutien, surtout pour
l'amour et sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.*

Ma très chère sœur Ibtissem.

Mes chers frères Hichem, Abdelghani, Habibe et Mostapha.

Ma grande mère Kheira.

*Mes très chers adorable que je les aimer énormément que Dieu les
protègent : abdelkader, Hamza, AbdElmonim, Rofaida et tout ma famille*

Mes très chères amies : Fadhila, Amel, Zahira et Imene.

Tous ceux qui m'aiment.

Djahida



ملخص

الهدف الرئيسي من خلال هذا العمل هو دراسة إمكانية وجود تباين لنبته الضرو العدسي بالاعتماد على الدراسة البيومترية لبعض الصفات المرفولوجية و كذلك على التحليل الكيميائي لأوراق هذه النبتة من عينات مأخوذة من ثلاثة مناطق مختلفة في الغرب الجزائري.

تشير هذه المعطيات إلى وجود عدة أشكال ظاهرية, كما تبين وجود اختلاف داخل نفس المنطقة و ما بين المناطق لجميع الصفات المدروسة باستثناء سماكة الوريقات العلوية و السفلية. كما يبين التحليل الإحصائي وجود مجموعتين متميزتين.

كما بينت التحاليل الكيميائية لبعض الأيضيات الثانوية احتواء هذه النبتة على نسبة كبيرة من المركبات الفينولية, الفلافونيدية و العفصات. كما تميزت أوراق الضرو بدرجة حموضة عالية تتراوح ما بين 3,56 و 3,76 للعينات المأخوذة.

الكلمات المفتاحية: الضرو العدسي, الصفات المورفولوجية, الجزائر, شبه الجاف.

Résumé

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la possibilité d'une éventuelle variabilité au sein de l'espèce *Pistacia lentiscus* L. en s'appuyant sur des études biométriques de certains traits végétatifs ainsi que sur une analyse phytochimique des feuilles de cette espèce provenant de trois sites différents de l'Ouest de l'Algérie.

L'étude phénotypique a permis de révéler un polymorphisme intra-populationnelle et inter-populationnelle chez cette espèce. L'analyse de la variance à un seul facteur de variabilité a révélé une différence significative entre les populations pour l'ensemble des traits à l'exception de l'épaisseur de la foliole basse et l'épaisseur et la largeur de la foliole terminale. Comme nous avons constaté des corrélations très hautement significatives entre la majorité des traits quantitatifs étudiés. L'analyse composante principale a permis la séparation de l'ensemble des populations échantillonnées en deux groupes discriminés.

Le pH des feuilles de lentisque des populations choisies est caractérisé par son acidité qui varie entre 3.56 et 3.76. Les études phytochimiques effectuées sur les feuilles révèlent la richesse de cette partie de la plante en métabolites secondaires, particulièrement composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins avec des teneurs différentes entre les trois populations.

Mots clés : *Pistacia lentiscus* L., Variabilité morphologique, trait quantitatif, phytochimie, semi-aride, Algérie.

Abstract

The main objective of this work is to study the variability within of some species of *Pistacia lentiscus* L. by relying on the biometric vegetative traits and some of phytochemical analysis trait of the leaves from Species from three different sites in western Algeria.

The phenotypic study revealed an intra-population and inter-population polymorphism in this species. Analysis variance with a single variability factor revealed a significant difference between populations for all traits except for the thickness of the lower leaflet and the thickness and width of the terminal leaflet. As we found very highly significant correlations between the majorities of the quantitative traits studied. The ACP has allowed the separation of all sampled populations into two groups that are discriminated against.

The pH of the *Pistacia lentiscus* L. leaves of treated populations is characterized by its acidity which varies between 3.56 and 3.76. Phytochemical studies carried out on the leaves reveal the richness of this part of the plant in secondary metabolites, particularly phenolic compounds, flavonoids and tannins with different contents among the three populations.

Key words: *Pistacia lentiscus* L., Morphological variability, quantitative trait, phytochemistry, semi-arid, Algeria.

LISTES DES FIGURES

Figure 1. Les espèces de genre <i>Pistacia</i>	3
Figure 2. Arbuste de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	4
Figure 3. Différentes parties de <i>Pistacia lentiscus</i> L. : (a. Rameau, b. Feuille, c. Fleur, d. Fruit).....	5
Figure 4. Aire de distribution de <i>Pistacia lentiscus</i> dans le bassin méditerranéenne.	6
Figure 5. Répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus</i> L. en Algérie.....	7
Figure 6. Mesures biométriques (a : longueur de rachi, b : largeur de la feuille, c : longueur du pétiole, d : longueur de la foliole).	10
Figure 7. Traits qualitatifs (a : Apex de la foliole ; b : forme de la foliole ; c : basse de la foliole).	11
Figure 8. Longueur moyenne du rachis des trois populations échantillonnées.....	14
Figure 9. Largeur moyenne de la feuille des trois populations échantillonnées.	15
Figure 10. Longueur moyenne du pétiole des trois populations échantillonnées.	16
Figure 11. Nombre moyenne de la foliole dans les Trois populations.....	17
Figure 12. Intervalle moyenne entre 3 ^{ème} et 4 ^{ème} foliole dans les trois populations.....	18
Figure 13. Longueur moyenne de la foliole basse dans les trois populations.....	19
Figure 14. Largeur moyenne de la foliole basse dans les Trois populations.....	20
Figure 15. Epaisseur moyenne de la foliole basse dans les Trois populations.....	21
Figure 16. Longueur moyenne de la foliole terminale dans les Trois populations.	22
Figure 17. Largeur moyenne de la foliole terminale dans les Trois populations.	23
Figure 18. Epaisseur moyenne de la foliole terminale dans les Trois populations.	24
Figure 19. Variation des couleurs des feuilles par population chez le <i>Pistacia lentiscus</i> L.	24
Figure 20. Pourcentage des différents couleurs pour l'ensemble des populations.	25
Figure 21. Variation des basses de pétiole par population chez le <i>Pistacia lentiscus</i> L.	25
Figure 22. Pourcentage de différentes basses de pétiole pour l'ensemble des populations.	26
Figure 23. Pourcentage de différentes formes de la foliole pour l'ensemble des populations.	26
Figure 24. Variation des formes de la foliole pour l'ensemble des populations chez <i>Pistacia lentiscus</i> L.	27

Figure 25. Pourcentage de différentes formes de l'apex de la foliole pour l'ensemble des populations.	27
Figure 26. Variation d'apex de la foliole par population chez le <i>Pistacia lentiscus</i> L.	28
Figure 27. Variation de PH pour l'ensemble des populations.....	28
Figure 28. Variation de la teneur en poly phénols totaux des feuilles pour l'ensemble des populations.	29
Figure 29. Variation de la teneur en flavonoïdes des feuilles pour l'ensemble des populations.	29
Figure 30. Variation de la teneur en tanins condensées des feuilles pour l'ensemble des populations.	30
Figure 31. Projection des populations dans l'ACP (axes 1 et 2), en fonction des paramètres morphologiques mesurées.	31
Figure 32. Analyse en composante principale élaborée sur les populations étudiées.	32

LISTE DES ABBREVIATIONS

LR:	Longueur de rachis
IF:	Largeur de la feuille
LP:	Longueur de pétiole
Nf:	Nombre de la foliole
INT 3- 4:	Intervalle entre 3ème et 4ème foliole
LfB:	Longueur de la foliole basse
lfB:	Largeur de la foliole basse
EfB:	Epaisseur de la foliole basse
LfT:	Longueur de la foliole terminale
lfT:	Largeur de la foliole terminale
EfT :	Epaisseur de la foliole terminale
CF :	Couleur de la feuille
BP :	Basse de pétiole
Fof :	Forme de la foliole
Af :	Apex de la foliole

LISTEDESTABLEAUX

Tableau 1. Données géographiques des sites de prélèvements.	8
Tableau 2. Les traits quantitatifs.	9
Tableau 3. Les Traits qualificatifs.	10
Tableau 4. Analyse de la variance de la longueur des Rachis dans les Trois populations..	14
Tableau 5. Analyse de la variance de la largeur de la feuille dans les trois populations. ...	15
Tableau 6. Analyse de la variance de la longueur du pétiole dans les trois populations. ...	15
Tableau 7. Analyse de la variance du nombre de foliole dans les trois populations.....	16
Tableau 8. Analyse de la variance de l'intervalle entre 3 ^{ème} et 4 ^{ème} foliole dans les trois populations.	17
Tableau 9. Analyse de la variance de la longueur de la foliole basse dans les Trois populations.	18
Tableau 10. Analyse de la variance de la largeur de la foliole basse dans les Trois populations.	19
Tableau 11. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole basse dans les Trois populations.	20
Tableau 12. Analyse de la variance de la longueur de la foliole terminale dans les Trois populations.	21
Tableau 13. Analyse de la variance de la largeur de la foliole terminale dans les Trois populations.	22
Tableau 14. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole terminale dans les trois populations.	23

Table des matières

Remerciements

Dédicace

الملخص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Introduction 01

Synthèse bibliographique

1. Généralité sur le genre *Pistacia* 03

2. Généralité sur le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) 04

3. Taxonomie..... 04

4. La description botanique du *Pistacia lentiscus* L..... 05

5. Aire de répartition géographique de *Pistacia lentiscus* L. 06

 5.1. Dans le monde 06

 5.2. En Algérie 06

6. Utilisation et Intérêt..... 07

Partie expérimentale

1. Matériel et méthodes 08

 1.1. L'objectif de l'étude 08

 1.2. Matériel utilisé..... 08

 1.2.1. Sur terrain 08

 1.3. Méthodologie 08

 1.3.1. Site d'échantillonnage 08

 1.3.2. Echantillonnage 08

1.4. Paramètres étudiés.....	09
1.4.1. Paramètres morphologiques	09
a. paramètres quantitatifs.....	09
b. paramètres qualitatifs	10
1.4.2. Paramètres biochimiques	11
1.5. Traitement et analyse de données.....	12

Résultats et discussions

1. Caractères morphologiques	14
1.1. Caractères quantitatifs.....	14
1.1.1. Longueur des Rachis	14
1.1.2. Largeur des feuilles	14
1.1.3. Longueur des pétioles	15
1.1.4. Nombre de foliole	16
1.1.5. Intervalle entre 3 ^{ème} et 4 ^{ème} foliole	17
1.1.6. Longueur des folioles basses.....	18
1.1.7. Largeur des folioles basses	19
1.1.8. Epaisseur des folioles basses.....	20
1.1.9. Longueur de la foliole terminale.....	21
1.1.10. Largeur de la foliole terminale.....	22
1.1.11. Epaisseur de la foliole terminale.....	23
1.2. Caractères qualitatifs.....	24
1.2.1. Couleur des feuilles.....	24
1.2.2. Basse de pétiole	25
1.2.3. Forme de la foliole	26
1.2.4. Apex de la foliole	27
2. Paramètres biochimiques.....	28

2.1. pH.....	28
2.2. Teneur en poly phénol.....	29
2.3. Teneur en flavonoïde.....	29
2.4. Teneur en tanins condensées	30
3. Analyse multi dimensionnelle	30
Discussion	33
Conclusion.....	36
Références bibliographiques	38

Introduction

Introduction

Introduction

La région méditerranéenne possède des zones biogéographiques parmi les plus rares au monde ainsi qu'une biodiversité de première importance. Le climat méditerranéen est défini par des hivers doux et humides ainsi que des étés chauds et secs (Quézel et Médail, 2003).

La forêt méditerranéenne est caractérisée par sa végétation typique qui couvre 65 millions d'hectares (Boudechiche et al, 2014) et elle est constituée de plantes caractéristiques adaptées à ce climat particulier et est très souvent odorantes comme le pin d'Alep, le thym, Pistachier... (Chaabane, 2010).

La flore algérienne est caractérisée par sa diversité remarquable: Méditerranéenne, Saharienne et une flore paléotropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (Quézel et Santa, 1963). Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques, ce qui a donné à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable (Dahmane et al, 2011).

Le pistachier lentisque «*Pistacia lentiscus* L. », couramment appelé « ضرو » en arabe verneculaire est un arbrisseau ramifié de trois mètres de hauteur, à odeur de résine fortement âcre (More et White, 2005). On le trouve couramment en sites subhumide, semi-aride et arides sur le pourtour méditerranéen de l'Europe, d'Afrique et d'Asie, jusqu'aux Canaries et au Portugal (Verdū et García-Fayos, 2002).

En Algérie, le *Pistacia lentiscus* occupe l'étage thermo-méditerranéen. Sa limite méridionale se situe aux environs de Saida, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée. On le retrouve sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride (Saadoun, 2002), plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belhadj, 2000). Il est dispersé en Algérie sur l'ensemble du littoral (Saidi, 2008), mais aussi dans les régions intérieures. Le lentisque est la principale espèce produisant l'oléorésine qui a une énorme importance économique et pharmaceutique.

La large distribution géographique et climatique est révélatrice du fait qu'il existe une énorme diversité génétique à identifier. La variation phénotypique au sein des populations peut plutôt montrer une relation plus étroite avec les conditions environnementales.

Ce travail consiste en une contribution à la valorisation du lentisque, très répandu en Algérie via une étude de la diversité morphologique intra et inter-populationnelle se basant

Introduction

sur une caractérisation morphologique reposant sur des mesures biométrique de la partie foliaire ainsi que sur une caractérisation phytochimique sur les feuilles prélevées de trois sites de l'Ouest algérien.

Synthèse bibliographique

1. Caractérisation botanique de *Pistacia lentiscus* L

1.1. Généralité sur le genre *Pistacia*

Le lentisque, ou pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), est un arbrisseau du genre *Pistacia* appartenant à la famille des Anacardiaceae qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces (Bozorgi *et al.* 2013). Le genre *Pistacia* comprend onze espèces à travers le monde. Son aire est discontinue et compte quatre régions phytogéographiques: méditerranéenne, irano-touranienne, sino-japonaise et mexicaine (Messaoudene et Ifticene-Habani, 2016).

De part sa dioïcie et fleurs nues, le pistachier est un genre particulier de la famille des Anacardiaceae (Gausson *et al.* 1982), les espèces de genre *Pistacia* sont des arbres xérophytiques, à feuilles caduques ou persistantes, atteignant 8 à 10 m de haut. Les feuilles sont composées pennées, avec 2-32 folioles larges, elliptiques ronds ou ovoïdes. Les bourgeons sont simples, apicaux et généralement végétatifs. Les espèces sont pollinisées par le vent et le fruit est une drupe (Al- Sghir. 2010).

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus* (Quezel et Santa. 1962).

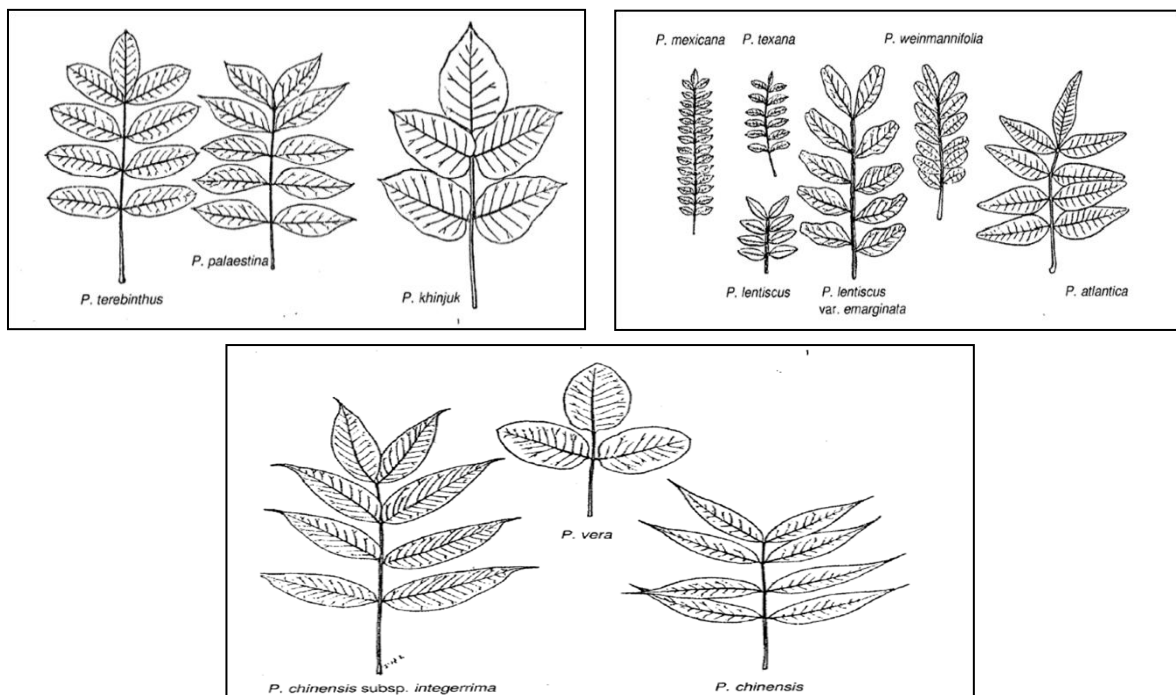


Figure 1. Les espèces de genre *Pistacia* (Zohary, 1996 in Chikh, 2011).

1.2. Généralité sur le pistachier lentisque

Pistacia lentiscus L ; le lentisque en français, mastic tree en anglais, الضرو en arabe. Le lentisque est un arbrisseau dioïque de la famille des Anacardiaceae des garrigues et maquis des climats méditerranéens, à feuilles composées paripennées persistantes, donnant des drupes rouges puis noires (Debbabi et al, 2017).



Figure 2. Arbuste de pistachier lentisque en floraison (Photo originale, 2019).

1.3. Taxonomie de *Pistacia lentiscus*

Nom vernaculaire : Arbre au mastic,

Nom scientifique : *Pistacia lentiscus* L.

Nom arabe : Darw. (الضرو)

Classification : (USDA)

Règne :	Plantae
Sous règne :	Tracheobionta
Super Division :	Spermatophyta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Anacardiaceae
Genre :	<i>Pistacia</i>
Espèce :	<i>Pistacia lentiscus</i> L.

1.4. Description botanique

Pistacia lentiscus L, est un arbuste poussant dans les garrigues et les maquis des climats Méditerranéens, à feuilles persistantes, très ramifié, pouvant atteindre trois mètres, c'est parfois aussi un arbuste ne dépassant pas six mètres (Haloui *et al.* 2014). C'est un arbrisseau dioïque thermophile, à odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise ; les feuilles persistantes, composées, alternes pourvues d'un pétiole ailé, paripennées à 4-10 petites folioles elliptiques-obtuses, mucronulées, coriaces, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous (Michel *et al.* 1999).

L'inflorescence est une grappe composée, lâche et aussi longue que les feuilles ; la floraison a lieu dès le mois de mars au mois de mai (Quezel & Santa, 1963). Le fruit est une petite drupe arrondie d'environ 5 mm. D'abord rouge, elle devient ensuite noire ; la graine est identique aux pistachiers, mais beaucoup trop petite pour être consommée (Benhammou *et al.* 2009).

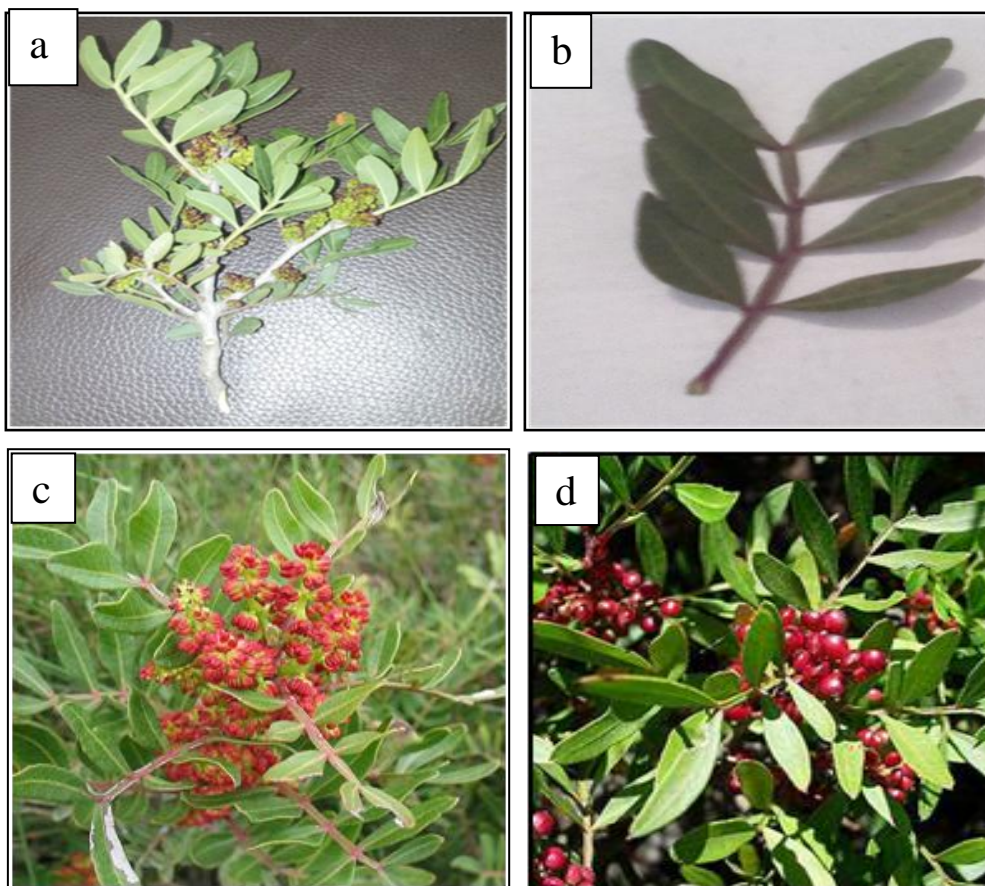


Figure 3. Différentes parties de pistachier lentisque : (a. Rameau, (b. Feuille, (c. Fleur, (Photo originale, 2019) (d. Fruit (Ben Douissa, 2004).

1.5. Répartition géographique

1.5.1. Dans le monde

Pistacia lentiscus est une composante majeure du maquis méditerranéen de basse altitude. Sa répartition autour des pays méditerranéens s'étend au Nord de l'Afrique de l'Est et de l'île de Madère (Barazani *et al*, 2003), et aussi on le trouve couramment en site arides d'Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique, jusqu'aux canaries (Bellakhdar. 2003).

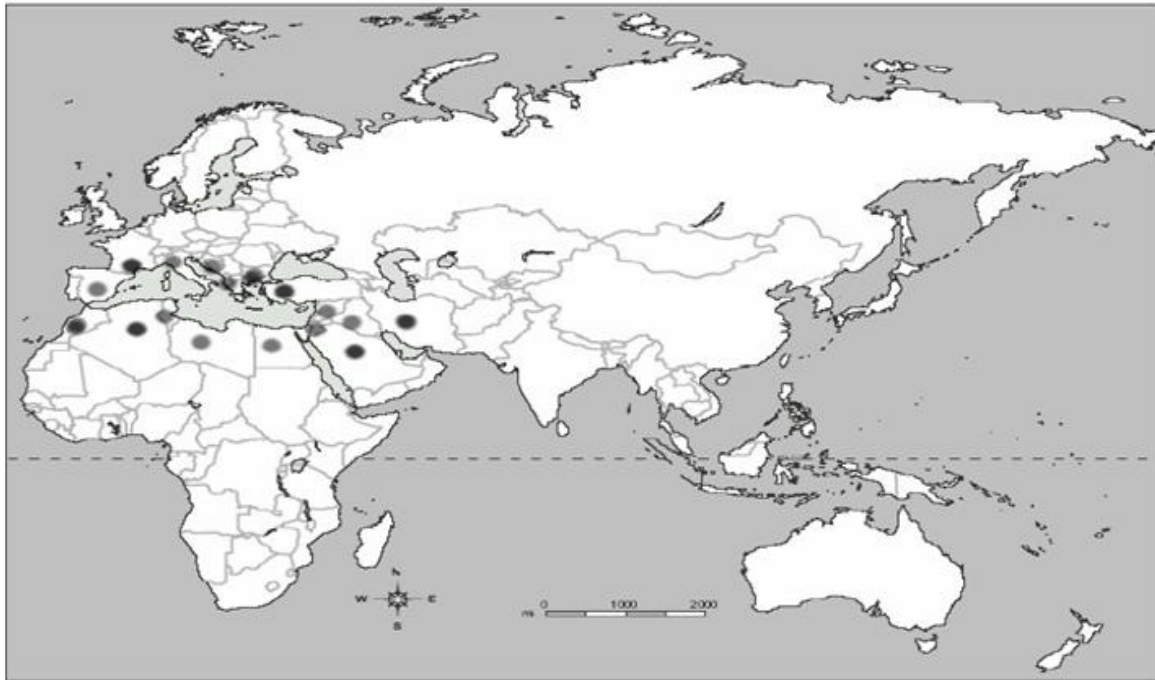


Figure 4. Aire de distribution de *Pistacia lentiscus* dans le bassin méditerranéenne
(Al Saghir, 2006).

1.5.2. En Algérie

En Algérie, *Pistacia lentiscus* est dispersé sur tout le littoral et croît dans divers habitats le long d'un gradient climatique variant en fonction du rayonnement solaire, de la température et des précipitation (Ait Said, 2011). Il est souvent en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belhadj, 2000). On le retrouve sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride (Saadoun, 2002).

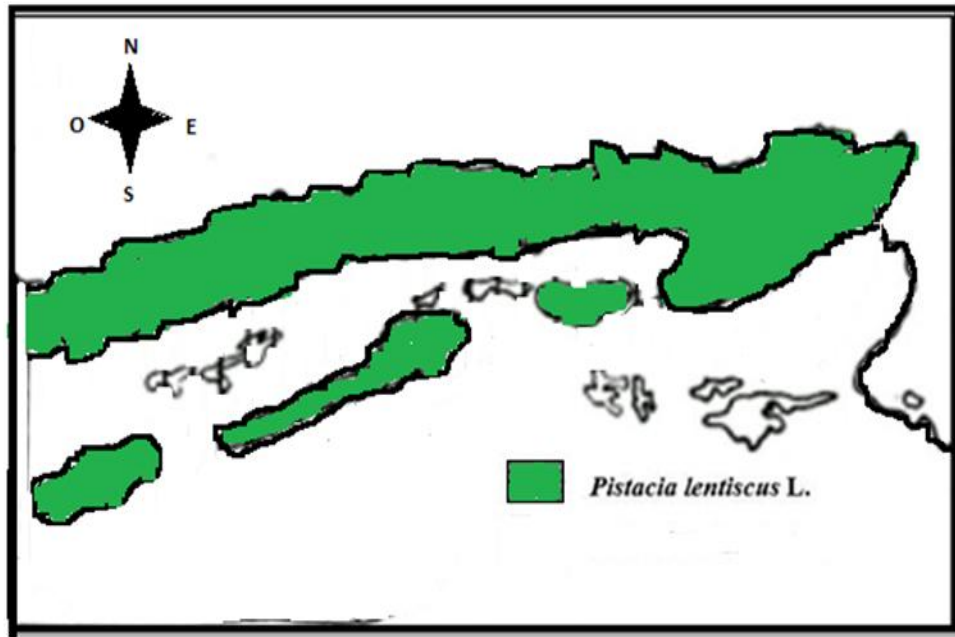


Figure 5.Répartition géographique de pistachier lentisque en Algérie
(Quezel et Santa, 1963).

3. Utilisation et intérêt

Le lentisque est la principale espèce produisant oléorésine qui a une énorme importance économique et pharmaceutique. Cette résine a des effets anti-inflammatoires et antimicrobiens et peut être bénéfique dans le traitement de l'ulcère gastrique et duodénal. L'huile essentielle d'arbre mastic a été montrée pour avoir des effets anti-bactériens, antifongiques, Antioxydants et insecticides. Il est également utilisé dans les cosmétiques, les parfums et comme arôme dans les préparations alimentaires (Haloui *et al.* 2014).

La résine de l'espèce *Pistacia lentiscus*, favorise les fonctions de l'estomac et la coagulation du sang, elle stimule la transpiration l'expectoration (Rameau *et al.* 2008).

Partie expérimentale

1. Matériel et méthode

1.1. Objectif

L'objectif de ce travail consiste d'une part à identifier la variabilité phénotypique de la partie aérienne que recèlent les populations de *Pistacia lentiscus* et d'autre part à quantifier certains métabolites secondaires à l'intérieur de cette espèce sur différents sites géographiques et écologiques de l'Ouest Algérien.

1.2. Matériel utilisé

1.2.1. Sur terrain

GPS (Global positioning system, système mondiale de positionnement), pour prendre les coordonnées géographiques à savoir, latitude, longitude et l'altitude (m) de chaque site de prélèvement. Sachets en plastique pour conserver les échantillons à analyser.

Étiquettes pour numérotées et identifier les échantillons et éviter les mélanges.

1.3. Méthodologie

1.3.1. Site d'échantillonnage

Les feuilles des *Pistacia lentiscus* ont été récoltées dans trois sites différents de l'Ouest Algérien, Zemmoura (Relizane), Tegdemt (Tiaret) et Faidja (Tiaret).

Tableau 1. Données géographiques des sites de prélèvements.

Site	altitude	Latitude	Longitude	P (mm)	M(°C)	m (°C)	Q2	Etage Bioclimatique
Zemmoura	439 m	35°42'03 '' N	0°46'41''E	413	31,9	5,3	53,72	Semi-aride supérieur à hiver tempéré
Tagdemt	930m	35°22'10 ''N	1°14'21''E	515	31 ,7	2,4	60,81	Subhumide à hiver frais
Faidja	1220m	35°07'19''N	1°38'26''E	393	30,9	0,5	44,72	Semi-aride inférieur à hiver frais

1.3.2. Echantillonnage

Les échantillons ont été prélevés durant la période allant de la fin mars au début avril 2019. Dans chaque station, dix arbustes éloignés d'au moins de 10 m ont été échantillonnés dont cinq pieds mâles et cinq pieds femelles. Les feuilles sont récoltées au niveau de chaque individu (arbuste) à une hauteur d'environ 1,50 m. Les échantillons collectés sont numérotés et mis dans des sachets pour l'étude morphologique.

Des feuilles collectées de chaque individu sont mise dans des sachets et conservée au réfrigérateur pour déterminer le taux d'humidité, l'autre partie des feuilles collectées est séchée à l'aire libre et à l'ombre pour une éventuelle étude phytochimique.

1.4. Paramètres étudiés

Deux types de paramètres ont été étudiés, les paramètres morphologiques et les paramètres biochimiques.

1.4.1. Paramètres morphologiques

L'étude de la variabilité morphologique a concerné des traits quantitatifs et qualitatifs. Au totale, 60 feuilles sont prélevées des trois sites pour faire les mesures biométriques à l'aide d'un pied à coulisse digital et une loupe binoculaire.

a. Traits quantitatifs

Les variables quantitatifs au nombre de 11, ont concerné les feuilles et les folioles comme il est signalé sur le tableau ci- dessous.

Tableau 2. Traits quantitatifs mesurés

N°	Traits	Code
01	Longueur de Rachis	LR
02	Largeur de feuille	LF
03	Longueur de pétiole	LP
04	Intervalle entre 3 ^{ème} et 4 ^{ème} foliole	Lef
05	Longueur de foliole basse	LfB
06	Largeur de foliole basse	lfB
07	Epaisseur de foliole basse	EfB
08	Longueur de foliole terminale	LfT
09	Largeur de foliole terminale	lfT
10	Epaisseur de foliole terminale	EfT
11	Nombre de foliole	Nf



Figure 6. Mesures biométriques (a : longueur de rachis, b : largeur de la feuille, c : longueur du pétiole, d : longueur de la foliole).

b. Traits qualitatifs

Six variables qualitatives ont fait l’objet de l’étude phénotypique des feuilles et folioles comme il est indiqué sur le tableau ci- dessous.

Tableau 3. Traits qualitatifs.

N°	Traits	Code	Echelle
01	Couleur de la feuille	CF	1, vert foncé 2, Vert claire 3, Jaunâtre
02	Basse du pétiole	BP	1, arrondi 2, ovale 3, demi
03	Forme de la foliole	Fof	1, lancéolée 2, ovale
04	Apex de la foliole	Af	1, Aigué 2, arrondi

Les différentes formes de chaque trait qualitatif indiqué sur le tableau ont été fixées suite à leur présence sur les parties échantillonnées.

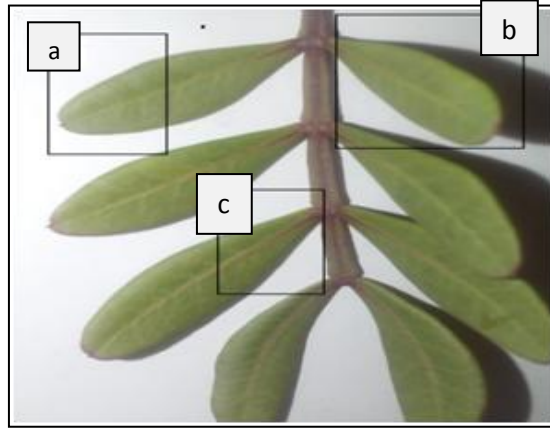


Figure 7. Traits qualitatifs (a : Apex de la foliole ; b : forme de la foliole ; c : basse de la foliole).

1.4.2. Paramètres biochimiques

a. Détermination du pH

Le pH de la suspension du broyat des feuilles dans l'eau distillée à un rapport de 1/5 (1g de poudre et 5ml d'eau distillée) a été mesuré après une nuit de décantation par lecture directe de la valeur affichée sur le pH mètre

b. Préparation et caractérisation des extraits aqueux

Afin de préserver la totalité des molécules et des pigments, les feuilles de *Pistacia lentiscus* L ont été conservées à température ambiante, à l'abri de la chaleur et de la lumière. L'extraction a été faite selon la méthode de macération décrite par Younesi et Zadeh (2002).

25 g de feuilles broyées de chaque population sous forme de poudre ont été macérés dans 250 millilitres d'eau distillée. Après une agitation de 72 heures, à température ambiante à l'obscurité, une filtration sur papier filtre a été réalisée.

b1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode décrite par Singleton et Rossi (1965) en utilisant le réactif Folin-ciocalteu. Le réactif est constitué par un mélange d'acide phospho-tungstène ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phospho-molybdène ($H_3PMO_{12}O_{40}$) de couleur jaune. Son principe est basé sur l'oxydation des composés phénoliques en milieu alcalin par le réactif Folin-ciocalteu. Cette réaction entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu présentant un maximum d'absorption à une

longueur d'onde =760 nm et dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présents dans l'échantillon.

Dans des tubes à essai, 0,5 ml de chaque extrait aqueux (des feuilles) a été ajouté à 2,5 ml de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois). Après une incubation de 3 minutes, 2 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 20% a été ajouté. Le mélange ainsi obtenu a été incubé de nouveau pendant 15 minutes à la température ambiante et à l'obscurité (Singleton et Rossi, 1965).

La lecture des absorbances a été faite à longueur d'onde $\lambda = 760$ nm contre un blanc sans extrait.

b2. Détermination de la teneur en flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation de complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium. Ceci traduit le fait que le métal perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygènes de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons. Les complexes produits sont de couleur jaune absorbant dans le visible à 415 nm (Alyafi, 2007).

1 ml de la solution de chaque extrait a été ajouté à 1 ml de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2% (dissout dans le méthanol pur). Le mélange a été vigoureusement agité, puis l'ensemble a été incubé à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 10 minutes. L'absorbance a été lue à une longueur d'onde de 430 nm.

b3. Détermination de la teneur en tanins condensés (Pro-anthocyanidines)

Le principe de ce dosage est basé sur la fixation du groupement aldéhydique de vanilline sur le carbone 6 du cycle A d'acide gallique pour former un complexe chromophore rouge qui absorbe à 500nm (Schofield et *al.* 2001).

A 250 μl de chaque extrait, ont été ajoutés 2,5 ml de la solution de sulfate ferreux (77 mg de sulfate d'ammonium ferrique $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ dissous dans 500 ml de (3 :2 butanol : HCl). Après une incubation à 95 °C dans un bain marie pendant 50 min, l'absorbance a été mesurée à 530 nm.

1.5. Traitement et analyse statistiques

La partition de la variance est estimée à l'intérieure et entre chaque population par l'analyse statistique de la variance (ANOVA) en utilisant le type III pour le calcul de la somme des carrés. Les groupes homogènes de provenances concernant chaque caractère mesuré sont séparés par le test de Tukey.

Pour résumer toute l'information morphologique en un seul test, les données sont arrangées dans une matrice standardisée par la méthode de Sneath et Sokal (1973) puis analysées par la méthode de l'analyse en ACP cluster.

Résultats et discussion

1. Caractères morphologiques

1.1. Caractères quantitatifs

1.1.1. Longueur de Rachis

Les résultats d'analyse de la variance montrent qu'il y a une différence très hautement significative entre les populations concernant cette variable ($P < 0.001$, tableau 4).

Tableau 4. Analyse de la variance de la longueur des Rachis dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	3834,972	2	1917,486	22,083	0***

La longueur moyenne du rachis est de 46,05 mm. La valeur minimale de ce paramètre est enregistrée chez la population de Faidja avec 29,10 mm et une valeur maximale de 68,58 mm à Zemmoura (fig. 9).

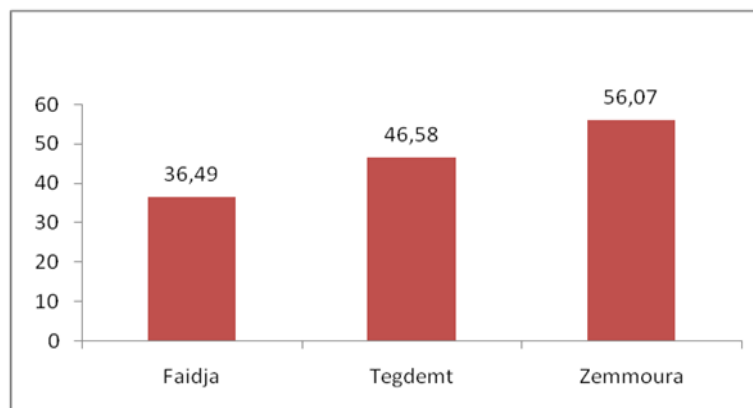


Figure 9. Longueur moyenne du rachis des trois populations échantillonnées

Le test d'homogénéité de Tukey montre l'existence de trois groupes différents avec le groupe A de moyenne 36,49 mm à Faidja, groupe B avec moyenne de 46,58 mm de Tegdemt et la moyenne de groupe C est de 56,07 mm à Zemmoura.

1.1.2. Largeur de la feuille

L'analyse de la variance indique qu'il y a une différence hautement significative entre les trois sites échantillonnés ($P < 0.01$, tableau 5).

Tableau 5. Analyse de la variance de la largeur des feuilles dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	859,269	2	429,635	6,811	0,002**

La moyenne de la largeur de la feuille pour l'ensemble des populations est de 43,47 mm. La plus faible valeur mesurée est enregistrée dans la population de Zemmoura (26,71mm), tandis que la valeur la plus élevée est observée dans la même population avec de 57,87 mm.

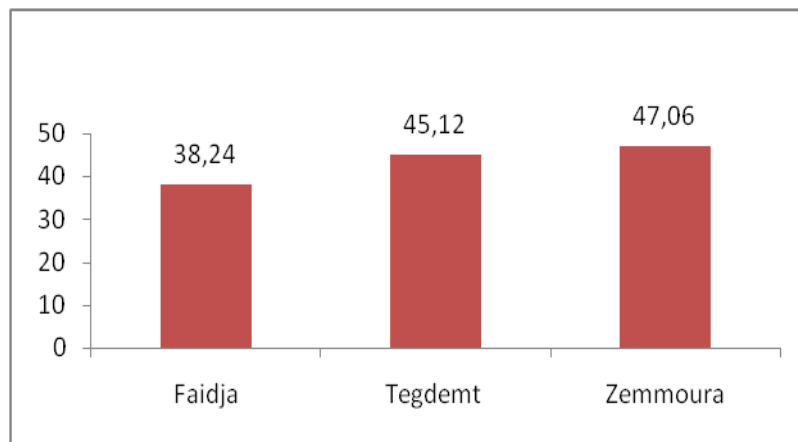


Figure 10. Largeur moyenne de la feuille des trois populations échantillonnées.

Le test de comparaison de moyenne de Tukey montre la présence de deux groupes homogènes, le premier groupe est représenté par Faidja avec une moyenne de 38,24 mm (fig. 10), le deuxième ensemble regroupe les populations Tagdent et Zemmoura avec une moyenne de 46.09 mm.

1.1.3. Longueur du pétiole

Le tableau d'analyse de la variance (tableau 6) révèle une différence très hautement significative ($P < 0.001$) entre les populations du lentisque.

Tableau 6. Analyse de la variance de la longueur du pétiole dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	365,336	2	182,668	29,622	0***

La valeur moyenne de ce paramètre pour toutes les populations est de 13,01 mm. Cette valeur est comprise entre une valeur minimale de 7,56 mm (Faidja) et une valeur maximale de 19,76 mm à Zemmoura.

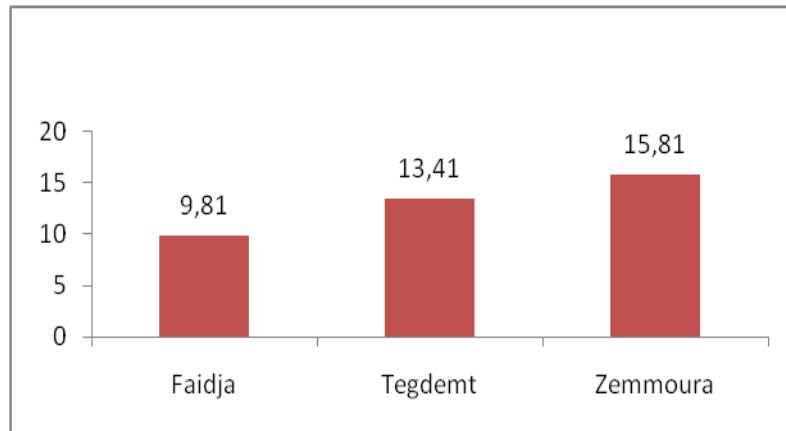


Figure 11. Longueur moyenne du pétiole des trois populations échantillonnées.

L'étude de l'homogénéité des groupes par le test de Tukey indique trois groupes statistiquement homogènes ; chacun représente un site de prélèvement (fig. 11).

1.1.4. Nombre de folioles

L'analyse statistique montre une différence hautement significative ($P < 0.01$) entre les trois sites échantillonnées pour le nombre de folioles (tableau 7).

Tableau 7. Analyse de la variance du nombre de folioles dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	33,033	2	16,517	6,627	0,003**

Le nombre de folioles par feuilles varie de 7 à 14 folioles (Tegdemt, Zemmoura). En moyenne la feuille est composée de 9,08 folioles.

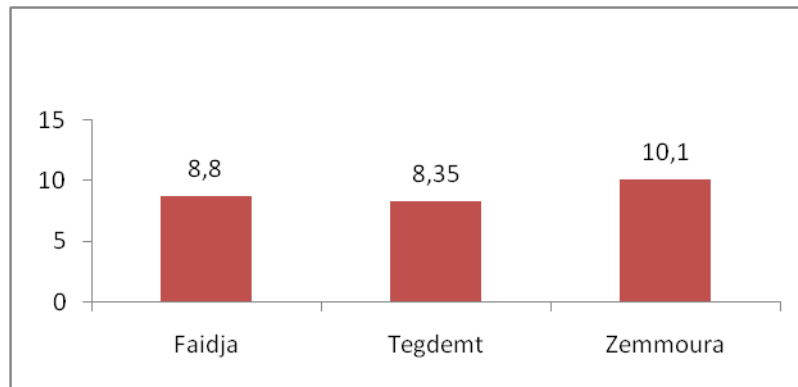


Figure 12. Analyse de la variance du nombre de foliole dans les Trois populations.

Le test de comparaison de moyenne de Tukey montre l'existence de deux groupes homogènes un, constitué de Faidja et Tegdemt (8,56 mm) et l'autre groupe renferme Zemmoura avec une moyenne de 10,1 mm (fig. 12).

1.1.5. Intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole

Un effet très hautement significatif de la provenance est constaté sur la variabilité observée dans l'intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole des feuilles des trois populations de lentisque collectées ($P < 0.001$, tableau 8).

Tableau 8. Analyse de la variance de l'intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	72,559	2	36,28	11,678	0***

L'intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole varie autour d'une valeur moyenne pour l'ensemble des sites d'échantillonnage de 7,82 mm. Cette variation est comprise entre une moyenne maximale de 8,75 mm marquée par la population de Zemmoura et une moyenne minimale de 6,28 mm à Faidja (**fig. 13**).

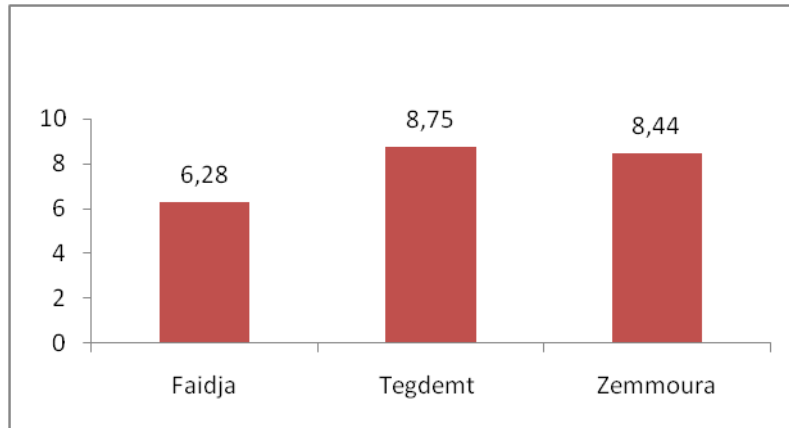


Figure 13. Résultat de l'intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole dans les trois populations.

Le test d'homogénéité de Tukey montre l'existence de deux groupes homogènes celui de Faidja d'une moyenne de 6,28 mm, et celui de Tagdent et Zemmoura avec 8,60 mm de moyenne.

1.1.6. Longueur de la foliole basse

Le traitement statistique de données énonce un effet très hautement significatif de la provenance sur la variabilité observée dans la longueur de la foliole basse de pistachier lentisque ($P < 0,001$, tableau 9).

Tableau 9. Analyse de la variance de la longueur de la foliole basse dans les Trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	500,184	3	250,092	18	0***

La longueur de foliole basse change d'une valeur minimale de 11,60 mm à Faidja à une valeur maximale de 30,87 à Tegdent tandis que la longueur moyenne fluctue autour de 21.55 mm (fig. 14).

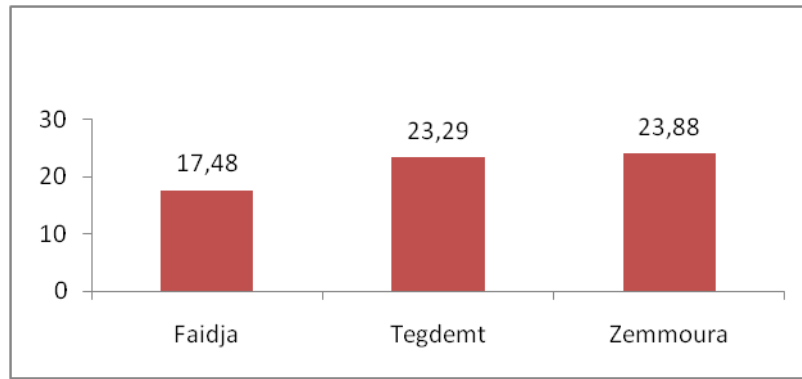


Figure 14.Longueur de la foliole basse dans les trois populations.

L'étude d'homogénéité des groupes indique la présence de deux groupe homogènes, le premier renferme la population de Faidja (17,48 mm), le deuxième renferme les populations de Tegdemt et Zemmoura avec une moyenne de 23,59 mm.

1.1.7. Largeur de foliole basse

L'analyse de la variance met en évidence un effet significatif de la provenance sur la variabilité observée dans la largeur de folioles basses des feuilles de lentisque ($P < 0,05$; tableau 10).

Tableau 10.Analyse de la variance de la largeur de la foliole basse dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	34,033	2	17,017	4,986	0,011*

La largeur des folioles basses varie autour d'une valeur moyenne pour l'ensemble des sites d'échantillonnage de 8,55 mm. Cette variation est comprise entre une valeur maximale de 12,49 mm marquée par la population de Zemmoura et une valeur minimale de 6,19 mm au niveau de Tegdemt qui enregistre la plus faible moyenne (fig. 15).

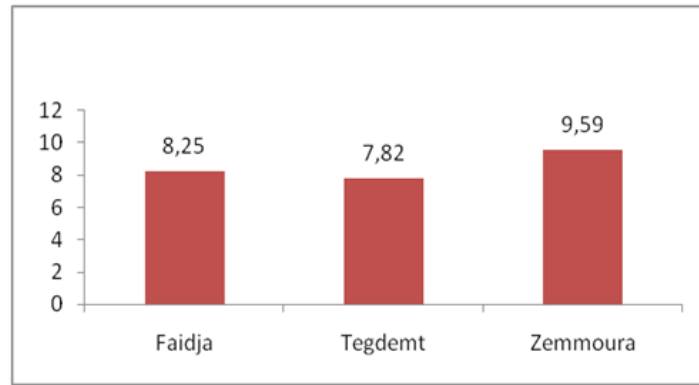


Figure 15. Analyse de la variance de la largeur de la foliole basse dans les populations échantillonnées.

Le test d'homogénéité identifie deux groupes homogènes ; le premier rassemble les population de Tegdemt et Faidja avec une moyenne de 8,04 mm, alors que le deuxième ensemble regroupe les population de Zemmoura et Faidja avec une moyenne de 8,92 mm.

1.1.8. Epaisseur de la foliole basse

L'analyse des résultats obtenus à travers cette étude ne montre aucun effet significatif de la provenance sur la variabilité observée dans l'épaisseur des folioles basses des feuilles de lentisque ($P=0,448$, tableau 11).

Tableau 11. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole basse dans les Trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	0,003	2	0,002	0,816	0,448 ns

Les moyennes de l'épaisseur de la foliole basse dans les trois populations oscillent autour de 0,27 mm (fig. 16).

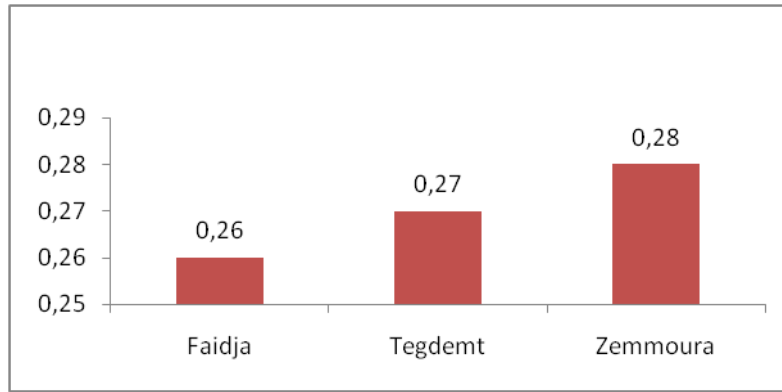


Figure 16. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole basse dans les trois populations.

Le test d'homogénéité identifie un seul phénotype qui regroupe l'ensemble des populations prélevées.

1.1.9. Longueur de la foliole terminale

Les résultats de l'analyse de la variance globales entre les trois sites de prélèvement montrent une influence très hautement significative pour la variable traitée ($P < 0,001$; tableau 12).

Tableau 12. Analyse de la variance de la longueur de la foliole terminale dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	314,722	2	157,361	13,496	0***

La longueur des folioles terminales varie autour d'une valeur moyenne de 23,93 mm entre une valeur minimale de 20,7 mm enregistrée dans la population de Faidja et une valeur maximale de 25,76 mm enregistrée dans la population de Zemmoura.

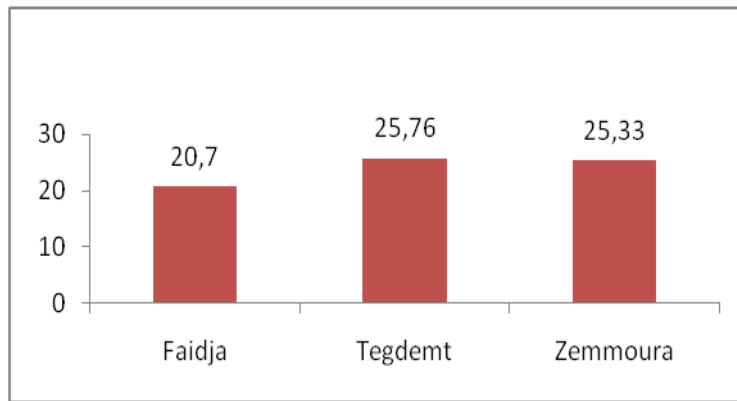


Figure 17. Analyse de la variance de la longueur de la foliole terminale au niveau des trois sites de prélèvement.

Sur le plan phénotypique, deux groupes homogènes peuvent être distingués ; la population de ‘Faidja’ se distingue par la longueur de ses folioles terminales les plus faible 20,70 mm (fig. 17). Cependant les deux autres populations possèdent les longueurs de folioles terminales les plus importantes 25,55 mm.

1.1.10. Largeur de la foliole terminale

Les largeurs des folioles des arbustes du pistachier lentisque n’indiquent pas une différence significatives ($P = 0,723$; tableau 13).

Tableau 13. Analyse de la variance de la largeur de la foliole terminale dans les Trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	2,953	2	1,477	0,326	0,723 ns

Les largeurs des folioles varient autour d’une moyenne de 8,21 mm pour les sites d’échantillonnage choisis. Cette variation change entre une moyenne minimale de 8,01 mm mentionnée à Tegdemt et une moyenne maximale de 8,52 mm enregistrée à Faidja (fig. 18).

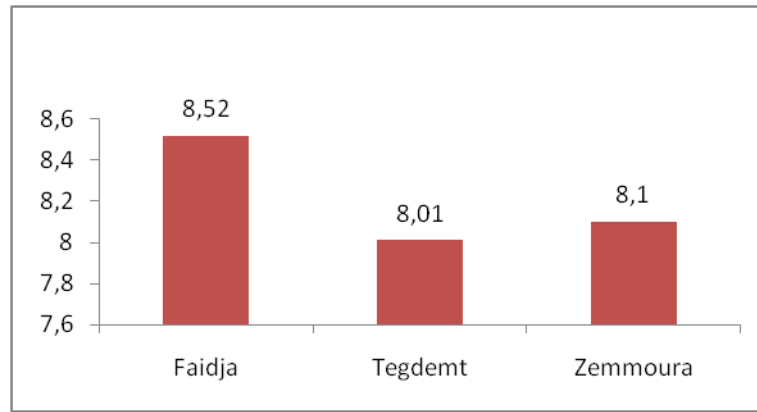


Figure 18. Analyse de la variance de la largeur de la foliole terminale dans les Trois populations.

L'étude de l'homogénéité des groupes par le test Tukey fait ressortir un seule groupe homogène pour ce caractère.

1.1.11. Epaisseur de la foliole terminale

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ne montrent aucun effet significatif de la provenance sur la variabilité enregistrée dans l'épaisseur de la foliole terminale des feuilles de lentisque ($P=0.691$) (tableau 14).

Tableau 14. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole terminale dans les trois populations.

Sources de variation	SCE	Ddl	CM	F	Sig.
Populations	0,002	2	0,001	0,372	0,691 ns

La moyenne de l'épaisseur de la foliole terminale dans l'ensemble des populations ne varie pas trop par rapport à celle de la foliole basse, elle est de 0,28 mm (**fig. 19**). La foliole la plus épaisse est de 0,35 mm à Zemmoura quant à la plus mince est de 0,19 mm à Faidja.

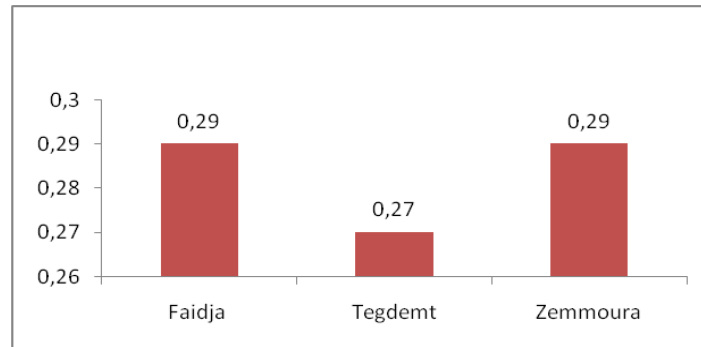


Figure 19. Analyse de la variance de l'épaisseur de la foliole terminale dans les trois populations.

Le test d'homogénéité de Tukey indique la présence d'un seul groupe homogène pour ce caractère, ce qui est similaire avec les résultats obtenus sur les folioles basses.

1.2. Paramètres qualitatifs

1.2.1 Couleur des feuilles

D'après la figure 20, l'analyse de la variation des couleurs des feuilles pour chaque population indique une hétérogénéité dans la distribution de la coloration. Dans la population de Faidja la couleur vert jaunâtre est dominante (65%) suivi par la couleur vert claire (25%) finalement la couleur vert foncée (10%). Tegdemt est représentée par les trois couleurs, vert foncée (40%), vert claire (40%) et vert jaunâtre (20%). Le site de Zemmoura a deux couleurs avec une supériorité de la couleur vert Jaunâtre (55%) suivi par la couleur vert claire (45%).



Figure 20. Variation des couleurs des feuilles par population chez le pistachier lentisque.

Pour l'ensemble des populations, le vert jaunâtre est la couleur dominante chez (46,66%) des feuilles analysées suivi par la couleur vert claire (36,66%) alors que la couleur vert foncée n'est présente que chez (16,66%) des échantillons étudiés (fig. 21). Les trois types de couleurs caractérisent les populations de Faidja et Tagdemt, par contre la population de Zemmoura manifeste seulement deux phénotypes avec égalité pour le ce trait.

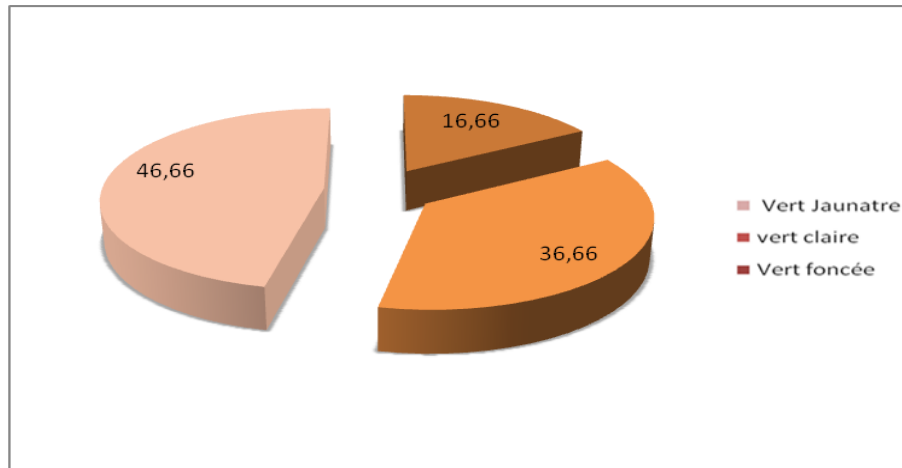


Figure 21. Pourcentage des différents couleurs pour l'ensemble des populations

1.2.2. Base de pétiole

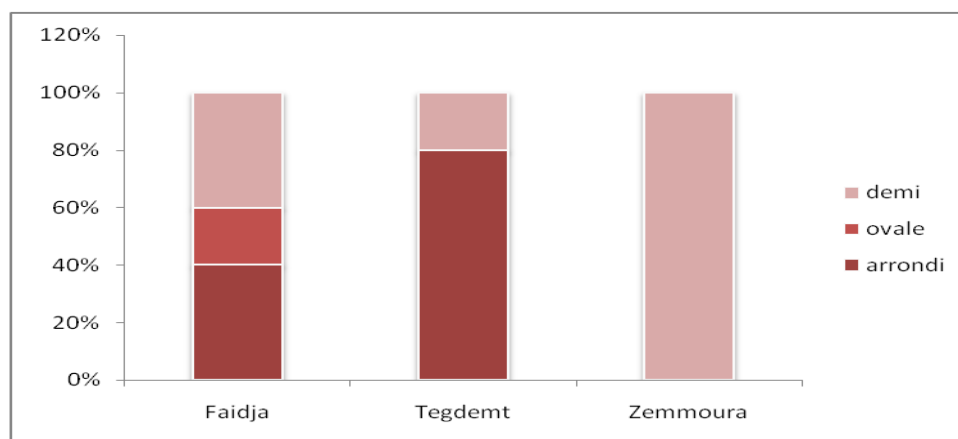


Figure 22. Variation de différentes formes de la base des pétioles de l'ensemble des populations

Trois formes de la base des pétioles ont été observées au niveau de l'ensemble des échantillons de lentisque, avec une dominance de la forme demi-ovale, par contre la forme ovale n'est présente que chez 6.66% des pétioles étudiés (fig. 22). Une seule forme de la base du pétiole (demi- rond) a été manifestée par les individus de la population de Zemmoura, par contre, les deux formes à savoir demi rond et arrondie ont été signalées au niveau des

échantillons de Tagdemt avec une dominance pour la forme arrondie (fig. 23), alors que ces trois formes sont exhibées par la population de Faidja, avec un faible pourcentage de la forme ovale.

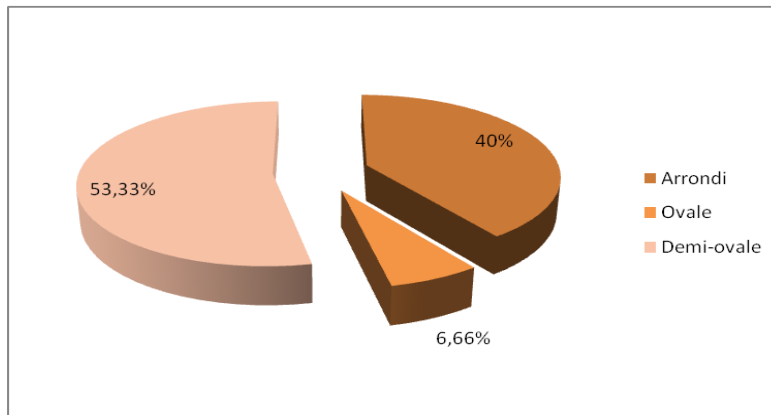


Figure 23. Pourcentage de différentes formes de la base des pétioles de l'ensemble des populations.

1.2.3. Forme de la foliole

Deux formes différentes de folioles ont été présentes au niveau de l'ensemble des feuilles de lentisque prélevées, la forme lancéolée est présente chez 68,33% des folioles, les 31,67% restantes sont représentées par la forme ovale (fig. 24).

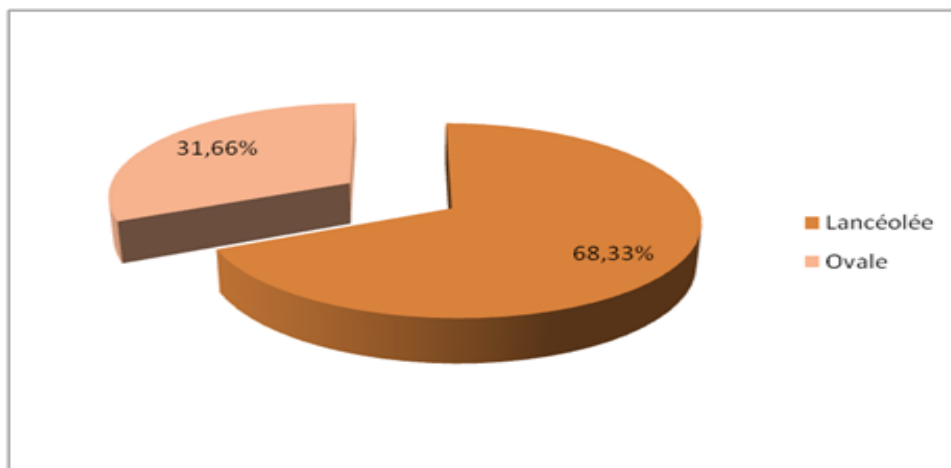


Figure 24. Pourcentage de différentes formes de folioles pour l'ensemble des populations.

La forme lancéolée caractérise les populations de Tagdemt et Zemmoura avec un taux de présence de 80%, alors que la deuxième forme domine la population de Faidja avec une présence de 65% (fig. 25).



Figure 25. Variation des formes de la foliole par population chez le pistachier lentisque.

1.2.4. Forme de l'apex de la foliole

Pour ce trait qualitatif, deux aspects différents de l'apex ont été identifiées chez l'ensemble des populations étudiées. L'aspect aigu est exhibé par 36.67% des échantillons, alors que l'aspect arrondi n'est manifesté que par 63.33% des échantillons (fig. 26).

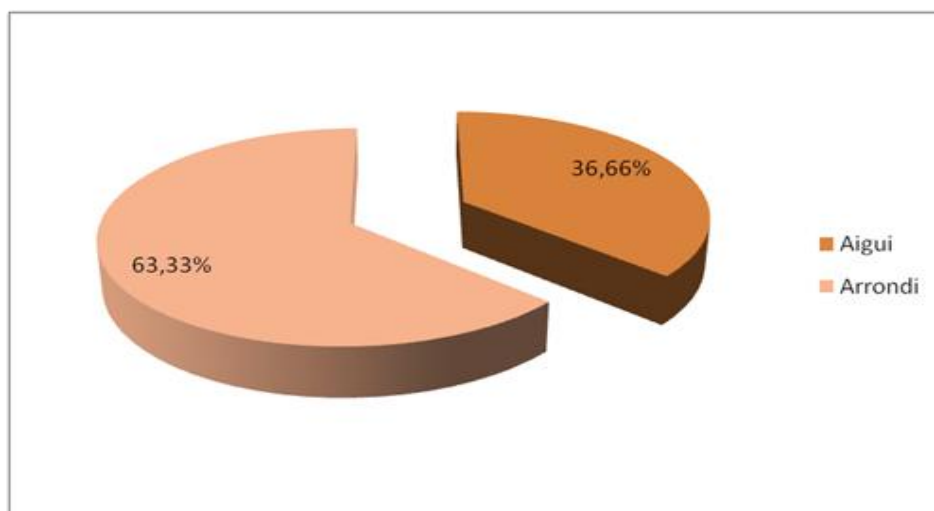


Figure 26. Pourcentage de différentes formes de l'apex de la foliole pour l'ensemble des populations.

Nous avons constaté qu'au niveau des trois populations, la présence des deux types d'apex prend des pourcentages différents, l'aspect arrondi est très fréquent chez les populations de Zemmoura et Faidja avec 85% et 75% respectivement, alors que l'aspect aigu domine la population de Tagdemt avec 70% (fig. 27).

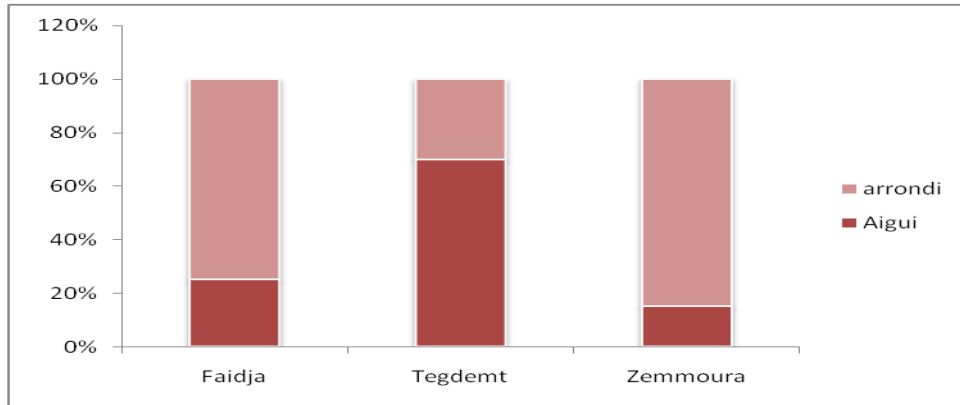


Figure 27. Variation d'apex de la foliole par population chez le pistachier lentisque.

2. Etude phytochimique

2.1. pH

Le pH le plus élevé a été signalé chez la population de Faidja avec 3,76 suivi par la population Tagdemt avec 3,61 et le pH le plus faible a été enregistrée à Zemmoura avec 3,56 (fig. 28).

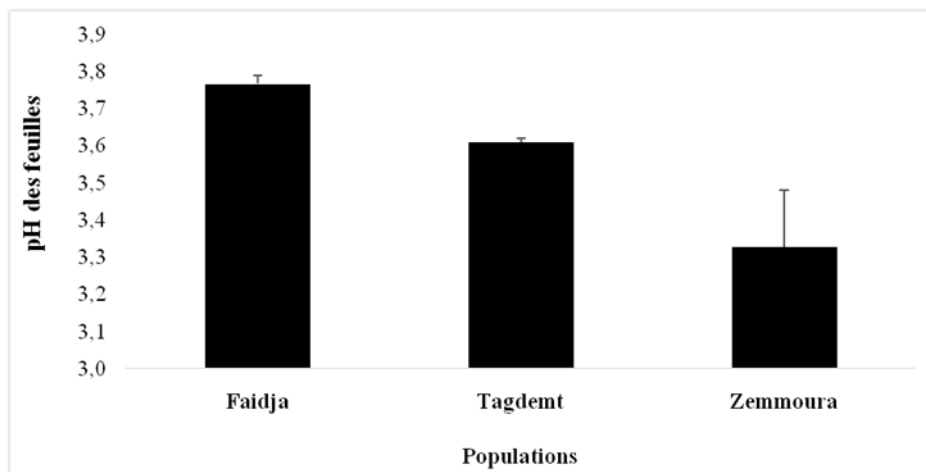


Figure 28. Variation de pH pour l'ensemble des populations.

2.2. Teneur en polyphénols totaux

Les résultats de dosage des poly phénols totaux montrent que les feuilles de lentisque sont riches en poly phénols. Ces derniers varient entre les différentes populations (Fig. 29). Elles oscillaient entre 1758,51mg EAG/100g MS à Faidja et 2191,25 mg EAG/100g à Tegdemt, tandis qu'à Zemmoura, on enregistre 2062,67 mg EAG/100g MS.

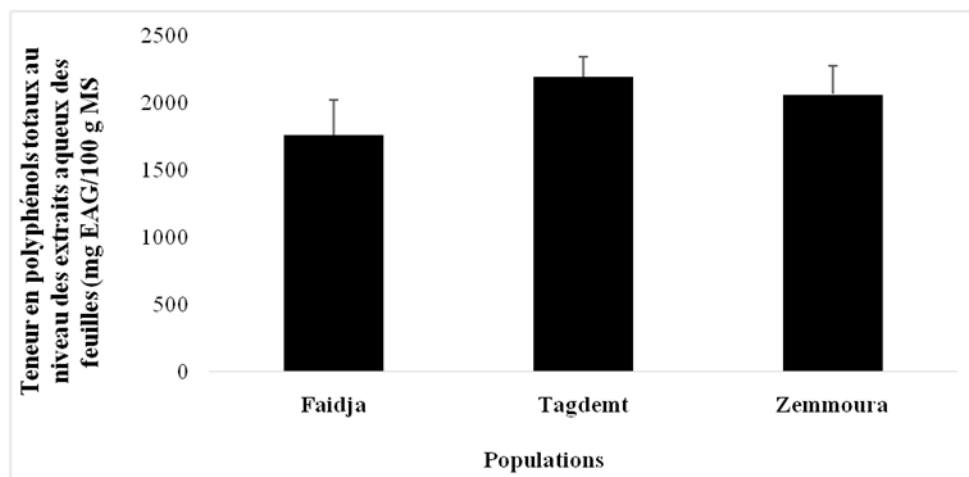


Figure 29. Variation de la teneur en poly phénols totaux des feuilles pour l'ensemble des populations.

2.3. Teneur en flavonoïdes

Il ressort de l'analyse phytochimique la présence des flavonoïdes dans l'ensemble des extraits de feuilles des populations analysées. Les résultats présentés dans la (fig. 30) montrent que les teneurs en flavonoïdes sont très proches entre les échantillons de Zemmoura, et Tegdemt avec 15,94 et 14,44 mg Eq Q/100g MS), respectivement, tandis que l'échantillon de Faidja présente une teneur de 11,99 mg Eq Q/100g MS).

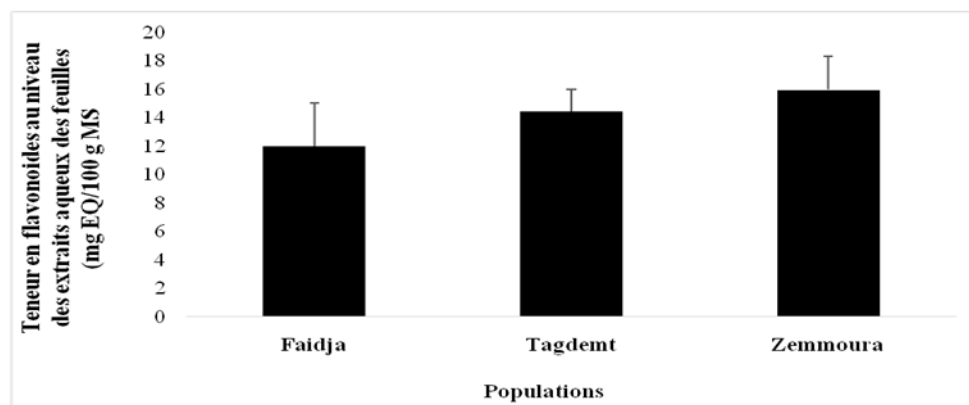


Figure 30. Variation de la teneur en flavonoïdes des feuilles pour l'ensemble des populations.

2.4. Teneur en tanins condensés

A partir des histogrammes illustrés dans le graphique de la figure 31, on observe que les teneurs des feuilles en tanins condensés varient considérablement d'une population à l'autre. La teneur en tanins condensés la plus élevée est de 678,86mg Eq EAG/100g MS enregistrée par Zemmoura et la teneur la plus faible est de 298,81mg Eq EAG/100g MS, inscrite par Tegdemt, alors que l'échantillon de Faidja exprime une valeur de 426,48mg Eq EAG/100g MS.

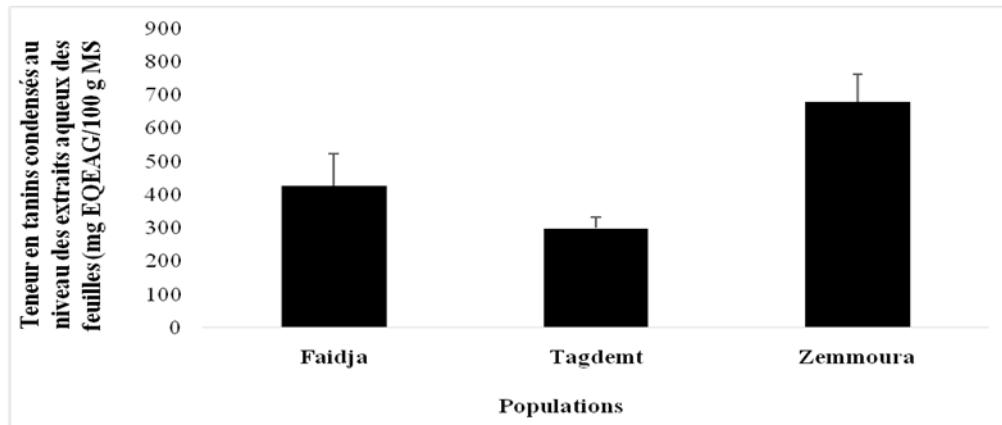


Figure 31. Variation de la teneur en tanins condensés des feuilles pour l'ensemble des populations.

1. Analyse multidimensionnelle

L'analyse des résultats de l'analyse en composante principale (fig. 32) nous a permis de dégager les conclusions suivantes ;

Lors de la projection de la première composante avec la deuxième composante ; la première composante principale contribue par 33.58% de la variation totale des caractères mesurés dans cette analyse. Cette composante réunit l'ensemble des caractères en deux groupes, un positionné dans le côté positif de l'axe horizontal de cette dernière entre une distance de zéro et une distance de 0.8 (fig. 32), il réunit tous les traits liés à la foliole terminale et basale et à la feuille ainsi que les caractères de longueur de rachis et du pétiole, nombre de folioles, intervalle entre 3^{ème} et 4^{ème} folioles. Les quelques traits d'ordre qualitatifs et quantitatifs à savoir, épaisseur des folioles terminale et basale, forme de la foliole et de l'apex et couleur des folioles sont rassemblés du côté négatif de l'axe horizontal. En outre ; l'altitude influe significativement dans le sens négatif sur cette composante.

En revanche la deuxième composante contribue seulement avec 18.12% de la variation totale des caractères étudiés qui est estimée à 51.70% de la variabilité observée au sein de cet ensemble de données. L'ensemble des traits analysés contribue positivement sur la deuxième composante à l'exception des traits de longueur du rachis, nombre de foliole et l'intervalle séparant la 3^{ème} et 4^{ème} folioles qui influent significativement dans le sens négatif sur cette composante.

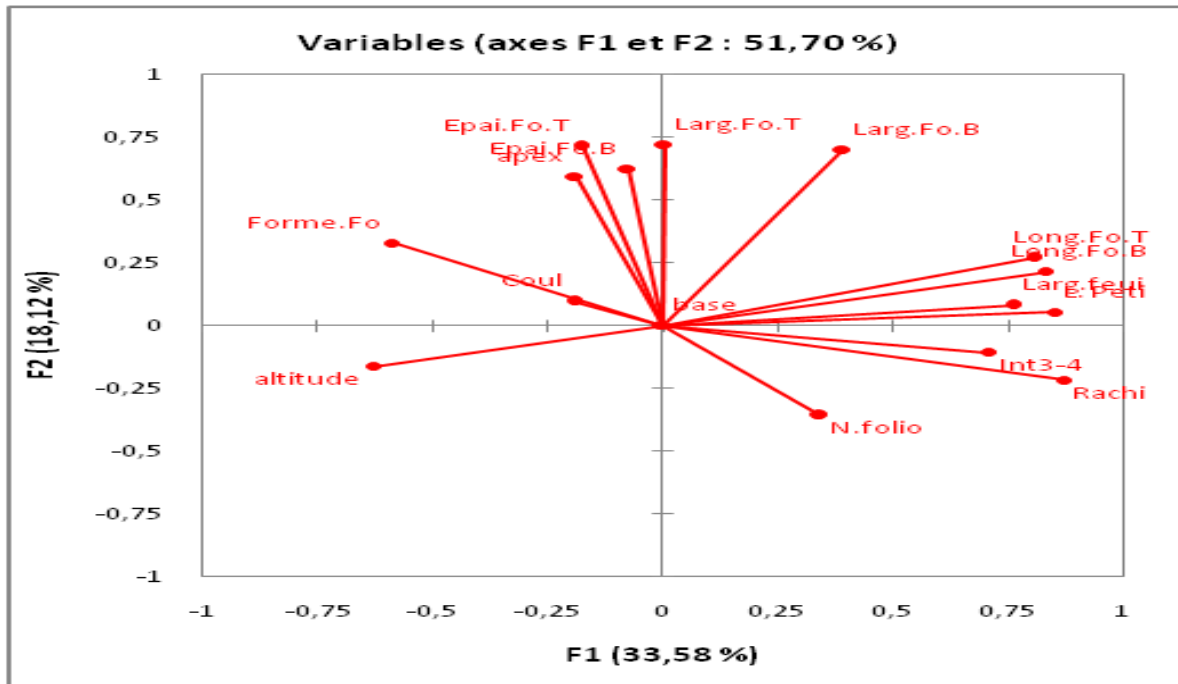


Figure 32.Projection des populations dans l'ACP (axes 1 et 2), en fonction des paramètres Morphologiques analysés.

La projection des populations sur la première composante principale en fonction des variations des paramètres mesurés montre la présence de deux groupes distincts situés dans le côté positif de cette composante. La population 2 (Faidja) exprime une distance relativement faible aux populations de Zemmoura (1) et de Tegdemt (3), qui se réunissent pour former un seul ensemble sur le côté négatif de la deuxième composante principale (fig. 33).

Deux phénotypes peuvent être distingués en se basant sur les traits foliaires des trois populations de *Pistacia lentiscus* L. échantillonnée de l'Ouest de l'Algérie.

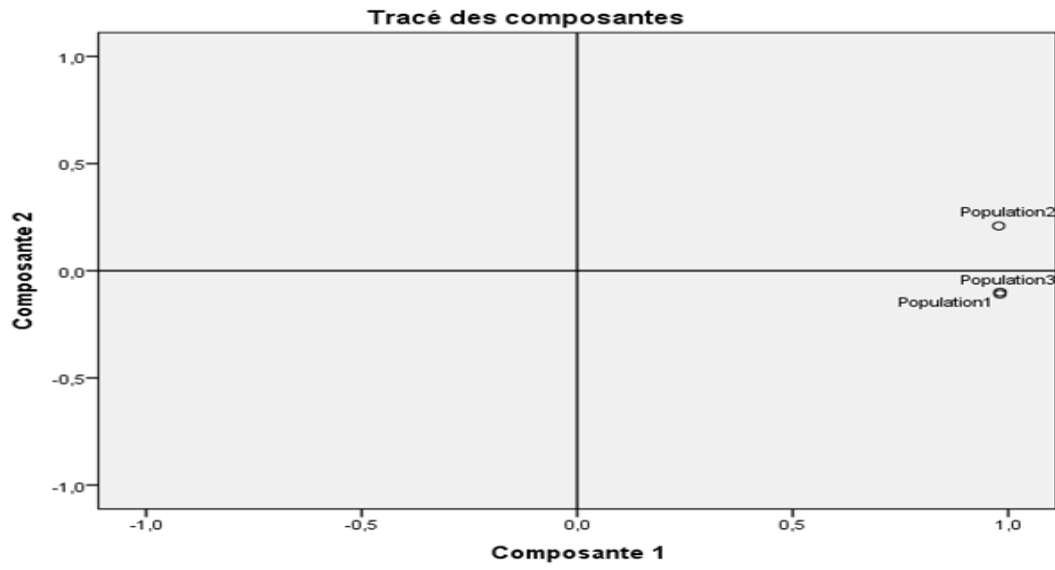


Figure 33. Analyse en composante principale élaborée sur les populations étudiées.

Discussion

Les résultats obtenus à travers l'étude portant sur la variabilité phénotypique, a permis de déceler un niveau élevé de polymorphisme intra-populationnel et inter-populationnel de l'espèce *Pistacia lentiscus* L. qui occupe une vaste aire écologique. La variabilité des caractères, due à la variabilité des génomes peut entraîner une différence dans les capacités de survie ou de procréation des divers individus. Ce sont les gènes portés par les individus les plus aptes à survivre ou à se reproduire qui se répandent dans la population (Jacquard 1977).

L'analyse de la variance a un seul facteur de variabilité a révèle une différence significative entre les populations pour l'ensemble des traits à l'exception de l'épaisseur de la foliole basse et l'épaisseur et la largeur de la foliole terminale.

Selon le test de Tukey il existe une homogénéité entre les populations de Tegdemt et Zemmoura vis-à-vis les quatre paramètres (largeur des feuilles, distance entre la 3^{ème} et 4^{ème} foliole, longueur de foliole basse et largeur de la foliole terminale). Comme on a décelé la présence d'homogénéité concernant deux traits (nombre de foliole par feuille et largeur de foliole basse) entre les populations de Faidja et Tegdemt. Par contre on a constaté l'absence d'homogénéité entre l'ensemble des populations pour les caractères de longueur de feuille et longueur du pétiole.

L'analyse de corrélation basée sur le coefficient de Pearson a permet de montrer une corrélation négative, significative à hautement significative entre l'altitude et la majorité des paramètres étudiés (longueur de rachis et du pétiole ; largeur feuille ; nombre de folioles ; longueur entre 3^{ème} et 4^{ème} foliole, longueur et largeur de foliole basale et longueur de foliole terminale) avec des indices de corrélation variant entre $r = -0,299^*$ et $r = -0,616^{**}$.

Comme nous avons observé des corrélations très hautement significatives entre la taille du rachis et d'autres traits végétatifs (largeur de feuille, longueur du pétiole, nombre de folioles, forme de foliole, intervalle entre la 3^{ème} et 4^{ème} foliole, longueur des folioles terminale et basale ainsi qu'avec la longueur de la foliole terminale). L'accroissement de la longueur du pétiole, la longueur et la largeur de la foliole basale, la longueur de la foliole terminale ainsi que l'intervalle qui sépare la 3^{ème} et 4^{ème} foliole est concomitant avec la largeur de la feuille et la taille du pétiole.

En revanche le trait qualitatif de la forme de la foliole est influencé négativement avec le rachis, la largeur de feuille, la longueur du pétiole, longueur de la foliole basale et terminale ainsi qu'avec l'espace séparant la 3^{ème} et 4^{ème} foliole. Des corrélations très étroites sont aussi

enregistrées entre la largeur de la feuille, la longueur et la largeur de la foliole terminale et la forme de foliole. La couleur et le nombre de foliole n'ont aucune influence sur l'ensemble des caractères étudiés excepté le rachis. Comme nous avons constaté des corrélations positives entre les différents traits étudiés sur la foliole à savoir entre la longueur et la largeur.

Pour l'ensemble des populations, la valeur moyenne de la longueur du rachis des feuilles de pistachier lentisque est de 46,05 mm, elle dépasse de loin celle qui a été mentionnée dans les régions de TiziOuzou et Bouira où elle ne dépasse pas 38,90 mm (Stoutah 2016). En revanche la largeur moyenne de la feuille pour l'ensemble des populations étudiées était de 43,47 mm, inférieure à celle enregistrée au niveau de TiziOuzou et Bouira 55,40 mm, ainsi qu'à celle signalée par Baharani et Mersel (2017) à Bejaia 49,86 mm.

Les trois populations étudiées renferment des pétioles d'une longueur réduite 13,01 mm par rapport aux populations de TiziOuzou et Bouira 16,20 mm. Le nombre de folioles par feuille dans les trois régions d'étude (9,08 folioles) dépasse légèrement celui dénombré dans les régions de TiziOuzou, Bouira (8,55 folioles) (Stoutah 2016) et à Bejaia (8.83 foliole) (Baharani et Mersel 2017).

La comparaison des mensurations des traits liés aux folioles entre les trois populations qui ont fait l'objet de notre étude et celles mentionnées par Baharani et Mersel (2017), révèle la présence de différences considérable pour cette partie foliaire. La population de Bejaia se caractérise par des folioles de grande taille et par des formes totalement différentes à celles des régions étudiées. Ces auteurs notent que la longueur et la largeur de la foliole centrale en moyenne de 26,35 mm ; 10,5 mm respectivement, la forme de la foliole est 100% ovale et la forme de l'apex de foliole est 94,44% apiculé ; 5,55% marginée. Tandis que les résultats obtenus sur les trois sites échantillonnés indiquent une longueur et une largeur moyenne des folioles de 24.61mm et 8.85 mm respectivement ; deux formes de folioles, lancéolée 68.33% et ovale 31.67% ; l'aspect aigu ou arrondi de l'apex est exhibé par 36.67% et 63.33% des échantillons respectivement.

Le pH des feuilles de lentisque des populations traitées est caractérisé par son acidité qui varie entre 3.56 et 3.76. Il s'éloigne peu aux valeurs de 3.9 et 3.8 enregistrées par les échantillons de Tlemcen des zones littorales et des zones continentale respectivement. Cette acidité des feuilles est liée au mastic qui est composé d'exsudats résineux qui caractérise *Pistacia lentiscus* (Dahmane, 2015).

Les études phytochimiques effectuées sur les feuilles montrent la richesse de cette partie de la plante en composés phénoliques. La teneur pour cette catégorie de métabolites secondaire oscille entre 1758,51mg EAG/100g MS et 2191,25 mg EAG/100g à Faidja et à Tegdemt respectivement. Ces valeurs dépassent de loin celle qui a été enregistrées par les populations de lentisque dans les régions de Jijel et Kolo (skikda) qui ne dépasse guère 557 mg EAG /100g MS (Benyoucef et Kerouaz, 2018).

Il ressort de l'analyse phytochimique la présence des flavonoïdes dans l'ensemble des extraits aqueux de feuilles des populations analysées qui enregistre des teneurs presque similaire au tour de 14 mg Eq Q/100g MS, mais très faibles en comparaison avec celles obtenus sur les feuilles collectées le mois de juillet sur site d'Amizour (Bejaia) qui sont estimées à 150,05mg ER/g pour l'extrait éthanolique et à 212,36 pour l'extraits aqueux du chloroforme (Sebaihi 2010).

Plusieurs études phytochimiques ont montré que le genre *Pistacia* est une source importante de tannins. Ljubuncic et ses collaborateurs (2005) in (Sebaihi2010) ont révélé la présence des tannins condensés au niveau des feuilles de *Pistacia lentiscus*. Les extraits aqueux des trois sites de prélèvement ont exhibé des taux très élevés en tanins condensées, avec des écarts très importants entre les trois échantillons. La valeur maximale a été signalé à Zemmoura avec 678,86 mg Eq EAG/100g MS et la minimale a été marqué par Tegdemt avec 298,81 mg Eq EAG/100g MS. Les extraits préparés par Sebaihi (2010) indiquent des taux de 937,22 ± 0,67 mg EAT /g pour l'extrait aqueux du chloroforme et un taux de 164,16 mg EAT /g pour l'extrait d'hexane.

Conclusion

Conclusion

L'Algérie a une importante richesse en ressources phylogénétiques et cela grâce à sa situation géographique et à sa diversité pédoclimatique. La conservation, l'améliorer et la valorisation de ces ressources phylogénétiques passera d'abord par les caractériser.

Pistacia lentiscus L. est l'une des espèces ligneuses les plus importantes dans le bassin méditerranéen, où il constitue la partie commune de la végétation climax entre les zones côtières et semi-arides. Il présente une importance primordiale vu ses multiples intérêts écologiques, socioéconomiques et médicaux.

Cependant, le manque d'intérêt des scientifiques et des gestionnaires vis-à-vis cette espèce peut entraîner son extinction.

La présente étude a pour objectif d'analyser la variabilité génétique de plusieurs populations de *Pistacia lentiscus* L. provenant de trois régions de l'Ouest de l'Algérie, sélectionnées selon un gradient Nord-Sud. L'évaluation de la variabilité génétique chez cette espèce a été faite à travers des caractérisations morphologiques et phytochimiques de ses feuilles.

L'étude phénotypique a permis de révéler un polymorphisme intra-populationnelle et inter-populationnelle chez cette espèce qui occupe une aire géographique très morcelée.

La caractérisation phytochimique a révélé aussi une forte variation entre les populations pour les éléments retenus.

L'analyse de la variabilité phénotypique de *Pistacia lentiscus* L. indique la présence d'une hétérogénéité remarquable qui peut être perçue au sein et entre les différentes populations. L'analyse de corrélation basée sur le coefficient de Pearson a permis de montrer une corrélation négative, significative à hautement significative entre l'altitude et la majorité des paramètres étudiés, avec des indices de corrélation variant entre $r = -0,299^*$ et $r = -0,616^{**}$. Comme nous avons observé des corrélations très hautement significatives entre la majorité des traits quantitatifs étudiés. Par contre le trait qualitatif de la forme de la foliole est influencé négativement avec le rachis, la largeur de feuille, la longueur du pétiole, longueur de la foliole basale et terminale ainsi qu'avec l'espace séparant la 3ème et 4ème foliole.

Si on exclut les caractères liés à l'épaisseur et à la largeur des folioles tous les traits végétatifs traités dans cette étude sont discriminants et peuvent constituer des marqueurs morphologiques potentiels pour l'analyse de la diversité au sein de cette espèce.

Il est à noter que les populations retenues sont caractérisées par des rachis et par un nombre de folioles par feuille plus important par rapport aux populations de lentisque des régions littorales. En revanche, les dimensions de folioles ainsi que la longueur des pétioles semble plus importantes au niveau des populations des régions littorales qu'au niveau des populations étudiées.

Les observations ont conduit à la distinction de deux phénotypes parmi les trois populations de pistachier lentisque étudiées sur la base des traits végétatifs : les populations de Zemmoura et Tagdemt manifestent un phénotype différent de la population de Faidja.

Le pH des feuilles de lentisque des populations traitées est caractérisé par son acidité qui varie entre 3.56 et 3.76.

Les études phytochimiques effectuées sur les feuilles révèlent la richesse de cette partie de la plante en métabolites secondaires, particulièrement composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins.

La répartition de cette espèce étant très vaste, elle est donc soumise à diverses conditions climatiques susceptibles d'interagir sur sa variabilité. Néanmoins, l'existence d'une variabilité génétique n'est pas à exclure, et la recherche d'une telle variabilité constitue la prochaine étape de recherches pour cette espèce. De nouvelles perspectives de recherches, dans le but de rentabiliser et d'approfondir davantage cette étude demeurent judicieuses.

- Etendre l'échantillonnage sur d'autres zones en Algérie ;
- récolte exhaustive de données des différentes populations échantillonnées avec d'autres informations utiles (nature de sol, climat.) ;
- Opter pour d'autres traits phénotypiques des différentes parties de l'appareil végétatif et reproducteur ;
- Mettre en œuvres d'autres techniques de révélation du polymorphisme (caryologique, protéique et moléculaire).

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Ait Said S., (2011).** Strategies adaptatives de deux espèces du genre Pistacia (*P. lentiscus* L. et *P. atlanticadesf.*) salinité et d'aridité : approches morpho-anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques, p 2646-2657
- Alfred, S., (1913).** La Flore Algérienne, 318 p.
- Alyafi, A.G., (2007).** Determination of chemical composition of Prangos and the possibility To use in the applied field. Ed. Damascus University. 54 P.
- Al-Saghir, M.G., Porter, D.M., Nilsen, E.T., (2006).** Leaf anatomy of Pistacia species (Anacardiaceae). Journal of Biological Sciences 6, p 242-244.
- AL- Saghir, M.G, (2010).** Phylogenetic analysis of the Genus Pistacia L. (Anacardiaceae) Based on Morphological Data. P 1682- 3974
- AOAC, (1990).** Official methods of analysis. 15th Edition Kenneth Helrich. Virginia, USA. D.C. 771 p.
- Audigié C.I., 1977.** Biochimie métabolique. Ed. Doin, Pris, France. 135 p.
- Barazani, O., Dudai, N., GOLAN-Goldhirsh. A., (2003).** Comparaison de la méditerranée lentisque Génotypes par random amplified ADN polymorphes, chimique, morphologiques analyses. J. Chem. Ecol, 29 : 1939- 1952
- Belhadj S. (2000).** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation. Centre Universitaire de Djelfa, Algérie. P 107- 109
- Ben Douissa F., (2004).** Etude Chimique et Biologique de Pistacia lentiscus. AbeBooks fr, pp.330-331.
- Benhammou, N., AtikBekkara, F., (2009).** Activité antibactérienne de l'huile essentielle de Pistacia lentiscus L. de deux stations de la région de Tlemcen (Algérie), pp 281- 285.
- Bellakhdar, J., (2003).** Le Maghreb à travers ses plantes: plantes, productions végétales et traditions au Maghreb. Editions le Fennec. Casablanca, 198 p.
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Hossein, M., Surmaghi, S., Shams-ardekani, M. R., & Rahimi, R. (2013).** *P. khinjuk* ,and *P. lentiscus*, A review of their traditional uses , phytochemistry and pharmacology, The Scientific World Journal p 1-33.
- Chaabane, A. (2010).** Flore et Végétations Méditerranéennes. 72p

- Chikh, M. (2011).** Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naama, Cas de Gaaloul, Diplôme d'Ingénieur d'état en foresterie. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 91p
- CRRAS, 1988.** Méthodes d'analyse des sols, plante et eau : Détermination du phosphore assimilable dans l'extrait HCL-NH₄F (Méthode de BRAY II). Ed. Centre Régional de la Recherche Agronomique de Sotuba. 56 p. *Chem*, 193 : 113-124.
- Dahmane, D., Chaabane, Ch., Tahar, D. (2011).** Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria, p 336- 338
- Debbabi, H., Nemri, K., Riahi, H., (2017).** Antimicrobial Effects of *Pistacia lentiscus* L. Foliar Extracts on fresh turkey breast cutlets, 40(1), 2144-2152, 2144.
- Djerrou, Z., Maameri, Z., Hamdi-Pacha, Y., Serakta, M., Riachi, F., Djaalab, H., (2009).** Effet de vierge de l'huile grasse Lentisque sur la guérison de plaies burnexperimental dans la lapin, Vol.2(2). pp. 022- 028.
- Francois de Lanfranchi, Bui Thi Mai, Michel Girard., (1999).** La fabrication d'huile de lentisque (LISTINCU OU CHESSA) en sardigne. Vol. 41 (2) : 80- 100.
- Gausson, H., Leroy J.F., Ozenda, P., 1982.** Précis de Botanique. 2-les végétaux supérieurs, 579p.
- Haloui, T., Fadil, M., Jennan, S, Farah. A ,Belrhiti Alaoui, A., (2014).** Application de la conception Plackett-birmanes dans l'extraction de l'huile essentielle par processus de distillation hydro de lentisque L. Feuilles, J. Mater. Environ. Sci, P 942-948
- Linden G., 1991.** Techniques d'analyses et contrôles dans l'industrie agro-alimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, France. 510 p.
- Linden G., Lorient D., 1994.** Biochimie agro-industrielle : valorisation alimentaire et laproduction agricole. Ed. Masson, Paris, France. 360 p.
- Loutrari, H., Magkouta, S., Pyriochou, A., KOIKA, V, Kollis, F. N., Papapetropoulos, A., Roussos, CH., (2006).** Huile de Mastic lentisque var. chia La croissance et la survie des cellules leucémiques humaines K562 et Atténue angiogénèse, pp 55 (1), 86-93.
- Mebirouk- Boudechiche, L., Cherif, M., Sammar, F., Boudechiche, L. (2014).** Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie ; Revue Méd. Vét., p 344-352

Messaoudene, M., Ifticene-Habani, N., (2016). Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie, p 3- 15.

More D. and White J, 2005. Encyclopédie des Arbres : Plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, (Ed.), Flammarion, 18-24.

Quzèl, P., Médail, F. (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, Elsevier SAS, Éd. scientifiques et médicales, 571 p.

Quezel, P. et Santa S., (1962). Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Tome I, Centre Nationale de la Recherche Scientifique, p 611.

Quezel, P., Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed centre notre nationale de la recherche scientifique p 571- 1170.

Rameau, J.-c., Mansion, D., Dumé, G., Gauberville, C., Bardat, J., Bruno, E. et R. Keller. (2008). Flore forestière française, Guide écologique illustré vol.3 région méditerranéenne. 2426p.

Saidi, M., Stocker, p., Charef, M., Yousfi, M. (2008). Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria, J Am Oil Chem Soc, p 921–924

Schofield P., Mbugua D.M., Pell A.N., 2001. Analyses of condensed tannins: a review. *Animal Food and Technology*, 91:21-40.

Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphor molybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology Viticulture*, 16: 44-158.

Smail-Saadoun, N., 2002. Types stomatiques du genre *Pistacia*: *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* et *Pistacia lentiscus* L, Ed Oliveira M. M, Ed cordeiro V, p 369- 371

(USDA) United States Department of Agriculture Plants Database.

Verdű, M., and Garcia-Fayos, P., 1998. Ecological causes, function, and evolution of abortion and parthenocarpy in *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae). *Can. J. Bot.* 76, 134-141.