



Mémoire de fin d'étude  
En vue de l'obtention du diplôme de master  
Spécialité : Amélioration des plantes

## Thème

**Valorisation et extraction de l'huile essentielle  
de lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus*) dans  
la wilaya de Skikda**

Présenté par : Mefteh Wassila  
Soutenu le 2 juillet 2025

### Membres du jury :

Guerrad	Chahrazed	MCB	Université 20 Août 1955 -Skikda	Présidente
Zalani	Karima	MCB	Université 20 Août 1955- Skikda	Encadrant
Hamra khrouha	Saïda	MAA	Université 20Août 1955- Skikda	Examinatrice

Année universitaire : 2024/2025

# Dedicase

À mon époux,

Pour son soutien, sa compréhension et sa patience tout au long de ce parcours.

À mes enfants,

Pour leur amour, leur présence réconfortante et les sacrifices qu'ils ont acceptés pour me permettre de poursuivre mes études.

À mes parents,

Pour m'avoir transmis des valeurs de persévérance, de respect et d'engagement.

À tous ceux qui ont cru en moi et m'ont encouragée,

Je vous dédie humblement ce travail, fruit de tant d'efforts et de volonté.

# Remerciement

Louange à Dieu, le Très-Haut, le Miséricordieux, qui m'a donné la force, la santé et la patience pour mener à bien ce travail. Sans Sa volonté, rien n'aurait été possible.

J'exprime mes remerciements les plus sincères à mon encadrant(e), pour sa rigueur scientifique, sa disponibilité et ses conseils précieux tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Son accompagnement constant et ses remarques pertinentes ont été pour moi une grande source de motivation et de progrès.

Je tiens également à remercier l'ensemble du corps enseignant, ainsi que le personnel administratif de la formation, pour la qualité de leur enseignement, leur disponibilité et leur soutien tout au long de mon parcours. Leur implication et leur professionnalisme ont grandement contribué à la réussite de cette étape importante.

À mon époux, je dédie une pensée particulière : merci pour ton soutien inébranlable, ta compréhension durant les longues heures de travail, et ta patience dans les moments de fatigue. Tu as été à mes côtés avec amour et confiance, et cela a été essentiel.

À mes enfants, mes trésors les plus précieux, je vous remercie pour vos sourires, votre tendresse, votre patience et vos encouragements. Vous m'avez donné la force de continuer même dans les périodes les plus exigeantes.

Je n'oublie pas mes parents, dont les prières, l'éducation et les sacrifices ont forgé la personne que je suis. Merci pour tout ce que vous m'avez transmis.

Enfin, à toutes les personnes qui m'ont accompagnée de près ou de loin durant ce parcours, amis, collègues, camarades d'étude : recevez mes sincères remerciements pour votre aide, vos conseils, votre bienveillance ou simplement vos paroles encourageantes.

## Sommaire

Remerciement .....	3
Liste des Tableaux.....	9
Listes des figures.....	10
RESUME.....	11
INTRODUCTION GENERALE .....	12
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	14
CHAPITRE 1 : LE LENTISQUE PISTACHIER ( <i>PISTACIA LENTISCUS</i> ).....	15
1. Étude botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	16
1.1. Taxonomie de la plante .....	16
1.2. Description de la plante.....	16
2. Répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	16
2.1. Répartition de <i>Pistacia lentiscus</i> dans le monde.....	17
2.2. Répartition de <i>Pistacia lentiscus</i> en Algérie.....	17
3. Exigences écologiques.....	18
3.1. Climat.....	18
3.2. Sols .....	18
3.3. Lumière et exposition .....	18
3.4. Rôle dans les écosystèmes.....	19
4. Étude phytochimique des différents produits de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	19
4.1 Fruits.....	19
4.2 Feuilles.....	19
4.3 Résine .....	20
4.4 Mastic .....	20
4.5. Écorce et racines .....	20
5. Utilisation et intérêts de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	21
5.1 Usage médicinal traditionnel.....	21
5.2 Applications alimentaires .....	21
5.3 Usage cosmétique .....	21
5.4 Intérêts écologiques .....	21
5.5 Applications pharmaceutiques et perspectives modernes .....	22
CHAPITRE 2 L'HUILE ESSENTIELLE DE PISTACIA LENTISCUS: .....	23
2.1.1 Définition des huiles essentielles.....	24
2.1.2 Modes d'action et propriétés biologiques des huiles essentielles .....	24
2.2.2.1 Modes d'action.....	24

2.1.2.2 Propriétés biologiques.....	25
2.2 Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	25
1. Monoterpènes hydrocarbures .....	25
2. Monoterpènes oxygénés .....	25
3. Sesquiterpènes.....	26
4. Autres composés.....	26
Variabilité selon les études.....	26
Importance des composés .....	26
2.2.1 Principaux composants de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	26
2.2.2 Facteurs influençant la composition de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	27
Facteurs environnementaux.....	27
Facteurs physiologiques .....	27
Facteurs techniques .....	28
2.3 Propriétés biologiques et applications.....	28
2.3.1 Activités antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires .....	28
2.3.2 Utilisation en cosmétique, médecine traditionnelle et industrie pharmaceutique.....	28
2.4 Critères déterminants de la qualité des huiles essentielles .....	29
1. Pureté et authenticité .....	29
2. Composition chimique.....	29
3. Indice de réfraction et densité.....	29
4. Point d'éclair et volatilité.....	29
5. Absence de contaminants .....	29
6. Stabilité et conservation.....	30
2.5 Caractérisation des huiles essentielles.....	30
2.5.1 Caractérisation organoleptique .....	30
2.5.2 Caractéristiques physiques des huiles essentielles .....	30
2.5.3 Caractéristiques chimiques des huiles essentielles.....	31
2.6 Les différentes techniques d'extraction à travers les âges .....	31
1. Extraction par expression à froid .....	31
2. Distillation à la vapeur d'eau .....	31
3. Extraction par solvant.....	31
4. Enfleurage.....	31
5. Extraction par CO <sub>2</sub> supercritique .....	32
6. Micro-ondes et ultrasons.....	32
2.7 Composition des huiles essentielles et des arômes.....	32

2.7.1 Composés majeurs des huiles essentielles .....	32
2.7.2 Composition des arômes .....	32
2.7.3 Variabilité de la composition .....	32
2.7.1 Composition chimique.....	33
CHAPITRE III TECHNIQUES D'EXTRACTION.....	35
3.1 La distillation.....	36
3.2 Distillation par entraînement à la vapeur.....	36
Inconvénients :.....	36
• Application à Pistacia lentiscus : .....	36
3.3 L'expression .....	36
• Principe :.....	36
Avantages : .....	36
Inconvénients :.....	37
• Application à Pistacia lentiscus : .....	37
3.4 Hydro-distillation .....	37
Avantages : .....	37
Inconvénients :.....	37
• Application à Pistacia lentiscus : .....	37
3.5 Hydro-diffusion .....	37
• Principe :.....	37
Avantages : .....	37
Inconvénients :.....	38
• Application : .....	38
3.6 Extraction aux solvants.....	38
• Principe :.....	38
Avantages : .....	38
Inconvénients :.....	38
• Application à Pistacia lentiscus : .....	38
3.7 Extraction sans solvant assistée par micro-ondes .....	38
• Principe :.....	38
Avantages : .....	38
Inconvénients :.....	39
• Application : .....	39
3.8 Expression à froid.....	39
• Principe :.....	39

Avantages : .....	39
Inconvénients : .....	39
• Application : .....	39
3.9 Extraction aux ultrasons .....	39
• Principe : .....	40
Avantages : .....	40
Inconvénients : .....	40
• Application : .....	40
3.10 Extraction par CO <sub>2</sub> supercritique .....	40
• Principe : .....	40
Avantages : .....	40
Inconvénients : .....	40
• Application : .....	41
CHAPITRE IV DOMAINES D'UTILISATION DES HUILES ESSENTIELLES .....	42
4. Toxicité des huiles essentielles .....	43
4.1 Nature et sources de toxicité .....	43
4.2 Toxicité des huiles essentielles de Pistacia lentiscus .....	43
4.3 Précautions d'usage .....	43
5. Conseils pratiques pour la conservation des huiles essentielles .....	44
5.1 Conditions idéales de conservation .....	44
5.2 Durée de conservation .....	44
5.3 Précautions supplémentaires .....	44
PARTIE EXPERIMENTALE .....	45
I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	46
Situation géographique et de la wilaya de Skikda .....	46
1.2 Situation administrative de la commune Cheraïa (Collo) et la commune de Tamalous .....	47
Etude climatique de la wilaya de Skikda .....	48
II MATERIEL ET METHODES .....	49
2.1. Méthodes de récolte et de conservation du lentisque produit à Tamalous par la coopérative de la femme rurale et à Chéraïa par l'artisan Souilah .....	49
2.1.1 Récolte du lentisque : .....	49
2.1.2 Conservation du lentisque : .....	50
2.2 Méthodes de production et rendement .....	50
2.2.1 Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger .....	50
2.2.1.1 Étapes d'extraction .....	51

2.2.1.2 Rendement : .....	51
2.2.2 Appareil Alambic .....	52
2.2.2.2 Étapes : .....	53
2.2.2.3 Rendement : .....	53
2.2.3 La machine à pression .....	53
2.2.3.1 Matériel et outils : .....	53
2.2.3.2 Étapes : .....	54
Rendement : .....	54
III Qualité physicochimique et bactériologique de l'huile produite à Chéraïa et à Tamalous. ....	55
3.1 Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque (Pistacia lentiscus) produite à Chéraïa et à Tamalous.....	55
Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraïa.....	55
1. Caractères organoleptiques.....	55
2. Paramètres physicochimiques .....	55
3.1.2 Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque produite à Tamalous .....	56
1. Caractères organoleptiques.....	56
2. Qualité physicochimique .....	56
Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraïa et à Tamalous .....	57
3.2.1 Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraïa .....	57
3.2.2 Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Tamalous .....	57
CONCLUSION GENERALE.....	59

## Liste des Tableaux

Tableau 1 Paramètres organoleptiques de l'huile.....	55
Tableau 2 Paramètres physicochimiques de l'huile .....	55
Tableau 3 Paramètres organoleptiques de l'huile.....	56
Tableau 4 Paramètres physicochimiques de l'huile .....	56
Tableau 5 Résultats du dénombrement des germes dans l'huile .....	57
Tableau 6 Résultats du dénombrement des germes dans l'huile .....	58

# Listes des figures

Figure 1 Organisation administrative de la wilaya de Skikda.....	46
Figure 2 Localisation de la commune de Chéraïa dans la wilaya de Skikda.....	47
Figure 3 Localisation de la commune de Tamalous dans la wilaya de Skikda.....	48
Figure 4 Pluviométrie mensuelle moyenne (mm) .....	49
Figure 5 Températures (°C) mensuelles moyennes,.....	49
Figure 6 Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger.....	51
Figure 7 Appareil Alambic .....	52
Figure 8 Machine à pression .....	53
Figure 9 Huile essentielle extraite par la machine à pression.....	54

# **RESUME**

## Résumé

Ce mémoire s'intéresse au *Pistacia lentiscus*, une plante méditerranéenne aux nombreuses applications médicinales et industrielles. La première partie présente une étude bibliographique sur sa botanique, sa répartition géographique, ses exigences écologiques, ses composés phytochimiques, ainsi que les propriétés et la composition de son huile essentielle. Une attention particulière est accordée aux différentes techniques d'extraction et à leurs influences sur la qualité des huiles obtenues. La seconde partie expérimentale porte sur l'extraction de l'huile essentielle à partir de plantes récoltées dans la wilaya de Skikda, notamment à Tamalous et Chéraïa. Les résultats obtenus permettent d'évaluer les rendements, les caractéristiques physicochimiques et la qualité bactériologique des huiles produites localement. Cette étude met en valeur le potentiel du *Pistacia lentiscus* dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire.

## Abstract

This thesis focuses on *Pistacia lentiscus*, a Mediterranean plant known for its various medicinal and industrial uses. The first part consists of a literature review covering its botanical aspects, geographical distribution, ecological requirements, phytochemical components, and essential oil properties and composition. Special attention is given to extraction techniques and their effects on the quality of the obtained oils. The experimental part investigates essential oil extraction from plants collected in the Skikda region, particularly in Tamalous and Chéraïa. The results allow evaluation of yield, physicochemical properties, and microbiological quality of the locally produced oils. This study highlights the potential of *Pistacia lentiscus* in pharmaceutical, cosmetic, and food industries.

## ملخص

يركّز هذا البحث على نبات العدس (*Pistacia lentiscus*)، وهو نبات متوسطي يُعرف بتعدد استخداماته الطبية والصناعية. تتناول الجزء النظري دراسةً شاملةً للخصائص النباتية، التوزيع الجغرافي، المتطلبات البيئية، التركيب الكيميائي النباتي، وخصائص زيت العدس العطري. كما يتم تحليل تقنيات الاستخلاص المختلفة وتأثيرها على جودة الزيوت المستخرجة. أما الجزء التطبيقي، فيتعلق باستخلاص الزيوت العطرية من نبات العدس الذي تم جمعه من ولاية سكيكدة، خاصةً من منطقتي تمالوس وشرايع. تسمح النتائج بتقييم المردودية، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وجودة الزيوت من الناحية الجرثومية. تُظهر هذه الدراسة الإمكانات الكبيرة لنبات العدس في مجالات الطب، مستحضرات التجميل، والصناعات الغذائية.

# INTRODUCTION GENERALE

Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales et aromatiques occupent une place centrale dans les traditions thérapeutiques des sociétés humaines. Dans un contexte actuel marqué par les effets secondaires des médicaments de synthèse, la résistance croissante aux antibiotiques et la demande accrue en produits naturels, les plantes offrent une alternative précieuse. Parmi elles, *Pistacia lentiscus* L., plus connu sous le nom de lentisque pistachier, suscite un intérêt croissant en raison de sa richesse en composés bioactifs et de ses nombreuses applications dans les domaines médical, cosmétique, agroalimentaire et pharmaceutique.

Originaire du bassin méditerranéen, *Pistacia lentiscus* est un arbuste résineux de la famille des Anacardiaceae, qui pousse naturellement dans les maquis et les forêts côtières. Il est traditionnellement utilisé sous diverses formes : feuilles, fruits, résine (mastic) et huile essentielle. Cette dernière, obtenue à partir des parties aériennes de la plante, contient une grande variété de composés chimiques tels que les terpènes, les phénols et les alcools, qui lui confèrent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires et cicatrisantes.

Cependant, la composition chimique, les propriétés biologiques et le rendement de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* dépendent fortement de plusieurs facteurs : la région géographique de récolte, les conditions écologiques (climat, sol, altitude), la partie de la plante utilisée, ainsi que la méthode d'extraction. Or, en Algérie — notamment dans la région de Skikda où la plante est abondante — peu d'études approfondies ont été menées pour caractériser cette huile essentielle et évaluer son potentiel de valorisation.

Face à ce constat, une question centrale se pose : **quelles sont les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* issue de la région de Skikda, et comment les différentes méthodes d'extraction influencent-elles sa qualité et son rendement ?** Cette interrogation soulève des enjeux à la fois scientifiques, économiques et environnementaux, en lien avec la valorisation durable des ressources végétales locales.

Ce mémoire s'articule ainsi autour de deux grandes parties. La première est une revue bibliographique qui dresse un état des connaissances sur le lentisque pistachier, en abordant ses aspects botaniques, écologiques, phytochimiques et les propriétés de son huile essentielle, ainsi que les différentes techniques d'extraction utilisées à travers le temps. La seconde partie est expérimentale : elle consiste en une étude comparative de la qualité et du rendement de l'huile essentielle extraite de *Pistacia lentiscus* collecté dans deux localités de la wilaya de Skikda (Tamalous et Chéraia), à l'aide de plusieurs méthodes d'extraction. Cette étude vise à proposer des perspectives de valorisation de cette ressource naturelle, dans le cadre du développement local durable.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE 1 : LE LENTISQUE  
PISTACHIER (*PISTACIA LENTISCUS*)**

# 1. Étude botanique de *Pistacia lentiscus*

## 1.1. Taxonomie de la plante

Le lentisque pistachier, connu sous le nom scientifique *Pistacia lentiscus* L., appartient à la famille des Anacardiaceae, un groupe de plantes dicotylédones comprenant environ 82 genres et plus de 800 espèces (Stevens, 2001). Le genre *Pistacia* comprend plusieurs espèces, mais *Pistacia lentiscus* est l'une des plus répandues dans le bassin méditerranéen (Padulosi et al., 1996).

Voici la classification taxonomique complète de *Pistacia lentiscus* :

- **Règne** : Plantae
- **Embranchement** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Sapindales
- **Famille** : Anacardiaceae
- **Genre** : *Pistacia*
- **Espèce** : *Pistacia lentiscus* L. (Zohary, 1952)

L'espèce est diploïde ( $2n = 30$ ) et possède un polymorphisme génétique notable, en particulier dans ses populations spontanées du pourtour méditerranéen, ce qui témoigne d'une grande adaptation écologique (Uzun et al., 2007).

## 1.2. Description de la plante

*Pistacia lentiscus* est un arbuste à feuillage persistant qui peut atteindre jusqu'à 3 à 5 mètres de hauteur, parfois davantage lorsqu'il pousse dans des conditions favorables (Quézel & Médail, 2003). Il possède un tronc court, souvent tortueux, et une écorce grisâtre qui exsude une résine aromatique appelée « mastic » lorsqu'elle est entaillée (Kokkalou et al., 1981).

Les feuilles sont alternes, imparipennées, composées de 5 à 9 folioles coriaces, ovales à lancéolées, de couleur vert foncé et brillantes sur leur face supérieure (Orwa et al., 2009). L'espèce est dioïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont portées sur des pieds séparés. Les fleurs, petites et apétales, sont regroupées en grappes axillaires rougeâtres qui apparaissent au printemps (Barazani et al., 2003).

Le fruit est une petite drupe sphérique de 4 à 5 mm de diamètre, de couleur rouge puis noire à maturité. Il est disséminé par les oiseaux, ce qui contribue à la dispersion naturelle de la plante (Quézel & Médail, 2003).

La plante est bien adaptée aux climats méditerranéens, tolérant bien la sécheresse et les sols pauvres, et jouant un rôle écologique important dans la stabilisation des sols et la prévention de l'érosion (Aafi et al., 2007).

## 2. Répartition géographique de *Pistacia lentiscus*

## 2.1. Répartition de *Pistacia lentiscus* dans le monde

*Pistacia lentiscus* L. est une espèce typiquement **méditerranéenne**, endémique de cette région, et largement répandue sur les deux rives du bassin méditerranéen. Son aire de répartition naturelle s'étend de la péninsule Ibérique et le Maroc à l'ouest, jusqu'à la Syrie, la Palestine, la Jordanie et la Turquie à l'est (Quézel & Médail, 2003 ; Orwa et al., 2009).

Elle est particulièrement abondante dans les régions littorales, en basse et moyenne altitude, où elle forme des peuplements denses dans les maquis, les garrigues et les forêts claires. Elle pousse généralement entre 0 et 800 mètres d'altitude, mais peut être trouvée jusqu'à 1200 mètres dans des conditions favorables (Barazani et al., 2003 ; Aafi et al., 2007).

Dans les pays du sud de l'Europe (Espagne, France, Italie, Grèce, Chypre), la plante est souvent utilisée en reboisement ou en stabilisation des sols. Dans les îles grecques comme Chios, une variété particulière (*Pistacia lentiscus* var. *chia*) est cultivée pour la production du célèbre « mastic de Chios », une résine aromatique aux propriétés médicinales et commerciales reconnues (Kokkalou et al., 1981 ; Papageorgiou et al., 2012).

En Afrique du Nord, elle est présente dans tout le Maghreb, notamment au Maroc, en Tunisie, en Libye et en Algérie, où elle joue un rôle écologique et économique important. Elle est également signalée en Égypte, mais y est plus rare (Padulosi et al., 1996 ; Quézel & Médail, 2003).

Du point de vue écologique, *P. lentiscus* est une espèce **héliophile et thermophile**, tolérante à la sécheresse et au vent marin, ce qui explique sa dominance dans les zones de maquis méditerranéens. Elle constitue souvent l'un des premiers éléments végétaux à recoloniser les zones incendiées ou érodées (Aafi et al., 2007 ; Orwa et al., 2009).

## 2.2. Répartition de *Pistacia lentiscus* en Algérie

En Algérie, *Pistacia lentiscus* est largement répandu dans la **région tellienne**, notamment le long de la bande littorale allant de l'ouest (régions de Tlemcen et Oran) à l'est (région de Annaba), ainsi que dans les contreforts de l'Atlas tellien (Benabadji et Bouazza, 2000 ; Messaoudene et al., 2013).

Il est présent dans diverses **formations végétales** :

- Les **maquis côtiers**, où il est souvent associé à d'autres espèces telles que *Olea europaea* (olivier), *Quercus coccifera*, *Phillyrea angustifolia* et *Calicotome spinosa* (Benabadji et al., 2001).
- Les **forêts claires** à chêne-liège (*Quercus suber*) et pin d'Alep (*Pinus halepensis*), dans lesquelles il joue un rôle de sous-étage ou forme parfois des fourrés dominants après incendie ou dégradation (Gharzouli et Bouazza, 1999).
- Les **zones semi-arides** des Hauts Plateaux du nord, où il subsiste sous forme de touffes éparées, témoignant de sa **tolérance à la sécheresse** (Messaoudene et al., 2013).

Il est particulièrement abondant dans des **zones protégées** telles que le Parc National d'El Kala (Est algérien), les Monts de Beni Chougrane (Mascara), et dans certaines réserves naturelles côtières (Boudy, 1955 ; Ait Hammou et al., 2020).

Sur le plan écologique, le lentisque joue un **rôle de protection contre l'érosion** dans les pentes méditerranéennes, et contribue à la **reconstitution naturelle des couverts végétaux dégradés**,

notamment après incendies. Son **bois dense** est utilisé localement comme combustible, et ses **feuilles et fruits** servent de fourrage secondaire pour les caprins (Benabadji et al., 2001).

### 3. Exigences écologiques

*Pistacia lentiscus* est une espèce **méditerranéenne typique**, parfaitement adaptée aux conditions climatiques et édaphiques (relatives au sol) de cette région. Ses exigences écologiques témoignent de sa **résilience environnementale** et expliquent sa large répartition sur le pourtour méditerranéen.

#### 3.1. Climat

Le lentisque pousse principalement dans les **zones à climat méditerranéen**, caractérisées par des **étés chauds et secs** et des **hivers doux et humides**. Il supporte des **températures estivales élevées**, dépassant souvent 35 °C, et résiste à des températures hivernales modérées, jusqu'à -5 °C, voire -10 °C pour les formes les plus rustiques (Quézel & Médail, 2003 ; Orwa et al., 2009).

La plante tolère **des précipitations annuelles faibles**, de l'ordre de **300 à 800 mm**, ce qui en fait une espèce particulièrement **xérophile** (adaptée à la sécheresse) (Benabadji et al., 2001). Sa phénologie est adaptée à ce régime hydrique : sa croissance active coïncide avec les saisons humides (printemps et automne), tandis que l'été marque une période de repos végétatif.

#### 3.2. Sols

*Pistacia lentiscus* montre une **grande plasticité édaphique**. Il pousse sur une large gamme de sols :

- **Sols calcaires ou siliceux**, souvent pauvres en matière organique.
- **Sols argilo-calcaires, schisteux ou sableux** bien drainés.
- Il tolère aussi des sols **légèrement salins**, ce qui explique sa présence en zones littorales exposées au vent marin (Quézel & Médail, 2003 ; Gharzouli & Bouazza, 1999).

La plante préfère les **sols légers à moyennement profonds**, mais peut s'installer même sur des sols superficiels, rocaillieux ou dégradés, où peu d'autres espèces survivent (Aafi et al., 2007). Son système racinaire est profond et étendu, favorisant la captation de l'eau et la résistance à la sécheresse (Orwa et al., 2009).

#### 3.3. Lumière et exposition

Il s'agit d'une espèce **héliophile** : elle exige une bonne exposition au soleil pour un développement optimal. Elle est donc fréquemment rencontrée sur des **pentex exposées**, des **collines dégarnies** et des **zones ouvertes** (Benabadji & Bouazza, 2000). Elle ne supporte pas l'ombre dense et entre difficilement en compétition avec les espèces à port élevé comme les grands arbres forestiers.

Sa tolérance au **vent marin** et à l'**aérosol salin** explique son abondance sur les **zones côtières**, où elle participe à la fixation des dunes et à la stabilisation du littoral (Padulosi et al., 1996).

### 3.4. Rôle dans les écosystèmes

Grâce à ses caractéristiques écologiques, *Pistacia lentiscus* joue un **rôle important dans les écosystèmes méditerranéens** :

- **Espèce pionnière** : elle recolonise rapidement les milieux dégradés, notamment après incendie ou érosion.
- **Protection des sols** : son système racinaire protège les versants de l'érosion hydrique et éolienne.
- **Amélioration du microclimat** : son feuillage dense freine l'évaporation du sol et limite les amplitudes thermiques locales.
- **Habitat pour la faune** : elle fournit des abris et de la nourriture à plusieurs espèces d'oiseaux, rongeurs et insectes (Quézel et Médail, 2003 ; Gharzouli et Bouazza, 1999).

## 4. Étude phytochimique des différents produits de *Pistacia lentiscus*

*Pistacia lentiscus* est une espèce riche en composés bioactifs. L'étude phytochimique de cette plante couvre plusieurs produits : **les feuilles, les fruits, l'écorce, la résine (mastic), ainsi que les huiles essentielles**. Ces composés lui confèrent des propriétés médicinales, antimicrobiennes et antioxydantes reconnues.

### 4.1 Fruits

Les fruits de *Pistacia lentiscus* sont de petites drupes rougeâtres qui contiennent une teneur importante en **lipides**, principalement sous forme d'huile. Cette huile est riche en **acides gras insaturés**, notamment en :

- **Acide oléique (C18:1)** : dominant, il représente environ 70-75 % de l'huile (Tiné et al., 2017).
- **Acide linoléique (C18:2)** : second en importance, contribuant à la qualité nutritionnelle (Boufahja et al., 2020).
- **Acide palmitique (C16:0)**, acide stéarique (C18:0) et autres acides gras saturés sont présents en faible proportion.

Les fruits contiennent également des **stérols végétaux** (bêta-sitostérol), des **tocophérols (vitamine E)** et des composés phénoliques, qui confèrent à l'huile des propriétés **antioxydantes** (Boufahja et al., 2020).

Cette huile est utilisée en cosmétique traditionnelle pour ses effets hydratants et anti-inflammatoires.

### 4.2 Feuilles

Les feuilles sont une source importante de **polyphénols** et de **flavonoïdes**, composés connus pour leurs activités **antioxydantes**, **antimicrobiennes** et **anti-inflammatoires**. Parmi les principaux composés identifiés :

- **Flavonoïdes** : quercétine, kaempférol, myricétine et leurs glycosides (Boulekbache-Makhlouf et al., 2013).
- **Tanins condensés**, qui participent à la défense contre les micro-organismes (Oussaid et al., 2017).
- **Acides phénoliques** divers, dont l'acide gallique et l'acide caféique.

L'extraction des huiles essentielles des feuilles révèle une forte teneur en monoterpènes, notamment en  $\alpha$ -pinène et terpinen-4-ol, substances aux vertus antiseptiques (Messaoud et al., 2012).

### 4.3 Résine

La résine de *Pistacia lentiscus* (souvent appelée gomme ou mastic) est une exsudation produite par la plante en réponse à une blessure. Elle est composée majoritairement de **triterpènes** et d'**acides triterpéniques** :

- Acide oleanolique, acide masticadienonique et dérivés (Paraschos et al., 2007).
- Alcools triterpéniques tels que le tirucallol.

Cette résine est reconnue pour ses **propriétés antibactériennes**, **antifongiques** et pour son rôle dans la protection gastro-intestinale (Koutsoudaki et al., 2005).

### 4.4 Mastic

Le terme « mastic » désigne plus spécifiquement la résine récoltée commercialement, utilisée traditionnellement dans la fabrication de chewing-gum naturel, et en médecine populaire. Sa composition chimique est proche de celle de la résine, dominée par des **triterpènes** et des composés phénoliques.

Le mastic possède des activités :

- **Antimicrobiennes** (contre *Helicobacter pylori*, *Candida albicans*, etc.)
- **Anti-inflammatoires**
- **Antioxydantes** (Paraschos et al., 2007 ; Koutsoudaki et al., 2005).

Il est également étudié pour ses propriétés anticancéreuses potentielles (Ghaleb et al., 2017).

### 4.5. Écorce et racines

Ces parties ont été moins étudiées, mais certaines recherches ont révélé la présence de :

- **Saponines, tanins, acides phénoliques.**
- Des **composés amers** et des substances astringentes, utiles dans les préparations traditionnelles (Benhammou et al., 2008).
- 

## 5. Utilisation et intérêts de *Pistacia lentiscus*

*Pistacia lentiscus*, connu pour ses multiples usages traditionnels et modernes, est une plante aux applications diverses dans les domaines médicinal, alimentaire, cosmétique, et écologique.

### 5.1 Usage médicinal traditionnel

Depuis l'Antiquité, *Pistacia lentiscus* est utilisé dans la médecine populaire méditerranéenne pour traiter diverses affections :

- **Problèmes digestifs** : La résine (mastic) est utilisée pour soulager les troubles gastriques, ulcères et infections de l'estomac (Katsilambros et al., 2000).
- **Infections respiratoires** : Les feuilles en infusion servent à calmer la toux et les inflammations des voies respiratoires (Boulekbache-Makhlouf et al., 2013).
- **Soins de la peau** : L'huile extraite des fruits ou des feuilles est appliquée pour ses propriétés cicatrisantes et antiseptiques (Benhammou et al., 2008).

### 5.2 Applications alimentaires

- La résine mastic est traditionnellement mastiquée comme gomme naturelle, notamment en Grèce et dans les pays du pourtour méditerranéen, pour ses vertus rafraîchissantes et antiseptiques buccales (Paraschos et al., 2007).
- L'huile des fruits de lentisque, riche en acides gras insaturés, est utilisée localement en cuisine, parfois comme condiment (Boufahja et al., 2020).

### 5.3 Usage cosmétique

Les extraits de *Pistacia lentiscus* sont incorporés dans des produits cosmétiques grâce à leurs propriétés :

- **Antioxydantes** : pour lutter contre le vieillissement cutané (Messaoud et al., 2012).
- **Anti-inflammatoires et hydratantes** : favorisant la régénération de la peau (Ghorab et al., 2020).
- **Antimicrobiennes** : aidant à prévenir l'acné et infections cutanées (Oussaid et al., 2017).

### 5.4 Intérêts écologiques

- *Pistacia lentiscus* est utilisé pour la lutte contre l'érosion des sols dans les régions méditerranéennes grâce à son système racinaire profond (Barbero et al., 1992).
- La plante sert également de couvert végétal dans la restauration écologique et la protection de la biodiversité locale (García-Fayos et al., 2000).

## **5.5 Applications pharmaceutiques et perspectives modernes**

- La recherche contemporaine explore l'usage des composés du lentisque dans le développement d'antibiotiques naturels, anti-inflammatoires et agents anticancéreux (Koutsoudaki et al., 2005 ; Ghaleb et al., 2017).
- La résine et les huiles essentielles font l'objet d'études pour leurs propriétés gastroprotectrices et leur action sur la flore bactérienne pathogène (Paraschos et al., 2007).

## **CHAPITRE 2 L'HUILE ESSENTIELLE DE PISTACIA LENTISCUS:**

## 2.1.1 Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges complexes de composés aromatiques volatils extraits de différentes parties des plantes, telles que les feuilles, fleurs, écorces, racines ou fruits (Bakkali et al., 2008). Elles se caractérisent par leur volatilité, leur arôme puissant et leur solubilité dans les solvants organiques, mais sont peu solubles dans l'eau (Guenther, 1948).

Ces huiles représentent la « sève odorante » des végétaux, jouant un rôle dans la protection contre les insectes, les microbes, ainsi que dans l'attraction des pollinisateurs (Bakkali et al., 2008).

Les huiles essentielles sont extraites principalement par distillation à la vapeur d'eau, mais d'autres méthodes comme l'extraction par solvant ou l'expression à froid peuvent être utilisées (Chemat et al., 2017).

Elles contiennent des substances actives telles que :

- des monoterpènes (limonène, pinène),
- des sesquiterpènes,
- des composés oxygénés (alcools, cétones, esters, aldéhydes) (Lis-Balchin, 2002).

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés biologiques, notamment des effets antimicrobiens, antioxydants, anti-inflammatoires, et spasmolytiques (Bakkali et al., 2008).

## 2.1.2 Modes d'action et propriétés biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) exercent leurs effets biologiques grâce à la diversité et à la synergie des composés chimiques qu'elles contiennent, tels que les monoterpènes, sesquiterpènes et composés oxygénés (alcools, cétones, esters) (Bakkali et al., 2008).

### 2.2.2.1 Modes d'action

#### 1. **Activité antimicrobienne**

Les HE agissent principalement en perturbant la membrane cellulaire des micro-organismes (bactéries, champignons, virus). Elles augmentent la perméabilité membranaire, provoquant la fuite des ions et des composants intracellulaires, ce qui conduit à la mort cellulaire (Tserennadmid et al., 2018).

#### 2. **Action antioxydante :**

Les composés phénoliques et certains terpènes présents dans les HE neutralisent les radicaux libres, limitant le stress oxydatif au niveau cellulaire (Nazzaro et al., 2013).

#### 3. **Effets anti-inflammatoires :**

Les HE modulent les voies inflammatoires en inhibant la production de médiateurs pro-inflammatoires comme les cytokines et les prostaglandines (de Sousa et al., 2015).

#### 4. **Propriétés spasmolytiques et analgésiques :**

Certaines huiles essentielles induisent une relaxation des muscles lisses et possèdent un effet analgésique, ce qui explique leur usage traditionnel contre les douleurs digestives ou musculaires (Lis-Balchin, 2002).

#### 5. **Effets neuroprotecteurs et anxiolytiques :**

Par inhalation, plusieurs HE influencent le système nerveux central, favorisant la relaxation, réduisant l'anxiété et améliorant le sommeil (Hongratanaworakit, 2009).

### 2.1.2.2 Propriétés biologiques

- **Antimicrobiennes** : efficacité contre un large spectre de bactéries Gram+ et Gram-, levures, et certains virus (Bakkali et al., 2008).
- **Antioxydantes** : protection contre les dommages cellulaires liés à l'oxydation (Nazzaro et al., 2013).
- **Anti-inflammatoires** : réduction de l'inflammation locale ou systémique (de Sousa et al., 2015).
- **Cicatrisantes** : stimulation de la régénération tissulaire (Lis-Balchin, 2002).
- **Antispasmodiques** : soulagement des spasmes musculaires (Lis-Balchin, 2002).

Ces propriétés font des huiles essentielles des agents thérapeutiques naturels très recherchés, utilisés en aromathérapie, cosmétique, phytothérapie, et agroalimentaire (Bakkali et al., 2008).

## 2.2 Composition chimique de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

L'huile essentielle extraite de *Pistacia lentiscus* est un mélange complexe de composés volatils, dominé par des terpènes et leurs dérivés oxygénés. Sa composition chimique varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la provenance géographique, la partie de la plante utilisée, la saison de récolte, et la méthode d'extraction (Boukhris et al., 2017).

### Principaux composés chimiques

#### 1. **Monoterpènes hydrocarbures**

Les monoterpènes représentent souvent la majorité de l'huile essentielle, avec des composés tels que :

- $\alpha$ -pinène
- $\beta$ -pinène
- limonène
- myrcène

#### 2. **Monoterpènes oxygénés**

Ces composés confèrent souvent des propriétés aromatiques et biologiques importantes :

- 1,8-cinéole (eucalyptol)

- terpinen-4-ol
- linalol

### 3. **Sesquiterpènes**

Bien que généralement en plus faible proportion, ils contribuent aussi à l'activité pharmacologique :

- $\beta$ -caryophyllène
- germacrène D

### 4. **Autres composés**

On trouve également des aldéhydes, esters et cétones en moindre quantité.

## **Variabilité selon les études**

- Une étude menée sur des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* en Méditerranée a révélé une forte teneur en  $\alpha$ -pinène (20-40%), suivi par le limonène et le  $\beta$ -caryophyllène (Tzakou et al., 2007).
- D'autres analyses ont mis en évidence une composition dominée par 1,8-cinéole et terpinen-4-ol (Boukhris et al., 2017).

## **Importance des composés**

- **$\alpha$ -pinène et  $\beta$ -pinène** sont connus pour leurs activités antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Lis-Balchin, 2002).
- Le **1,8-cinéole** possède des propriétés expectorantes et antispasmodiques (Juergens et al., 2003).
- Le  **$\beta$ -caryophyllène** est reconnu pour son activité anti-inflammatoire et anticancéreuse (Gertsch et al., 2008).

### **2.2.1 Principaux composants de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus***

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* se caractérise par une composition chimique riche et variée, principalement constituée de terpènes, mais également de phénols et d'autres composés bioactifs. Ces substances sont responsables de ses propriétés pharmacologiques et aromatiques (Boukhris et al., 2017).

#### **Terpènes**

Les terpènes sont les principaux composants volatils présents dans l'huile essentielle. Ils se divisent en plusieurs classes :

- **Monoterpènes hydrocarbures** :  $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -pinène, limonène, myrcène. Ces composés contribuent aux arômes frais et résineux caractéristiques de l'huile (Tzakou et al., 2007).

- **Monoterpènes oxygénés** : 1,8-cinéole (eucalyptol), terpinen-4-ol, linalol. Ils jouent un rôle important dans les effets antimicrobiens et anti-inflammatoires (Lis-Balchin, 2002).
- **Sesquiterpènes** :  $\beta$ -caryophyllène, germacrène D, qui apportent une note plus boisée et sont connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires (Gertsch et al., 2008).

### Phénols

Bien que présents en moindre quantité, les composés phénoliques, comme le carvacrol et le thymol, sont reconnus pour leurs puissantes propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Leur présence dans l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* peut varier selon la provenance géographique (Bakkali et al., 2008).

### Autres composés

On trouve aussi dans l'huile essentielle des aldéhydes, esters et cétones qui participent à la complexité olfactive et à l'efficacité biologique globale.

### Importance synergique

La diversité chimique de l'huile essentielle permet une synergie entre ses composants, renforçant ainsi son efficacité thérapeutique (Bakkali et al., 2008).

## 2.2.2 Facteurs influençant la composition de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

La composition chimique de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est variable et dépend de plusieurs facteurs environnementaux, physiologiques et techniques. Ces facteurs influencent la qualité, la quantité et le profil des composés bioactifs extraits (Boukhris et al., 2017).

### Facteurs environnementaux

- **Climat** : Les variations climatiques, notamment la température, l'humidité et l'ensoleillement, affectent la biosynthèse des terpènes et autres métabolites secondaires. Par exemple, un climat plus chaud et sec favorise souvent une concentration plus élevée en monoterpènes volatils (Díaz-Maroto et al., 2006).
- **Altitude** : L'altitude modifie les conditions climatiques (température, pression atmosphérique) et peut modifier le métabolisme des plantes. Des études montrent que les plantes poussant en altitude produisent souvent des huiles essentielles avec des profils chimiques distincts, parfois plus riches en composés oxygénés (Tzakou et al., 2007).
- **Type de sol** : La nature du sol (calcaire, argileux, sableux) influence la disponibilité des nutriments essentiels à la plante, impactant ainsi la composition des huiles essentielles (Boukhris et al., 2017).

### Facteurs physiologiques

- **Partie de la plante utilisée** : Les feuilles, les fruits, les fleurs, ou la résine contiennent des profils chimiques différents. Par exemple, l'huile extraite des feuilles est souvent plus riche en monoterpènes tandis que la résine contient davantage de sesquiterpènes (Ghasemi et al.,

2014).

- **Âge de la plante et stade de développement** : La production de composés varie selon l'âge de la plante et la période de récolte. Les huiles essentielles récoltées en été sont souvent plus concentrées que celles récoltées en automne (Tzakou et al., 2007).

## Facteurs techniques

- **Méthode d'extraction** : La technique d'extraction (distillation à la vapeur, extraction par solvants, expression à froid) influence la composition chimique finale. Par exemple, la distillation à la vapeur permet d'obtenir une huile essentielle plus pure, tandis que l'extraction par solvant peut extraire davantage de composés non volatils (Chemat et al., 2017).

**Durée et conditions d'extraction** : La température, la pression, et la durée peuvent affecter la dégradation ou la perte de certains composés sensibles (Guenther, 1948).

## 2.3 Propriétés biologiques et applications

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* et ses extraits présentent un large éventail de propriétés biologiques, confirmées par de nombreuses études scientifiques, qui justifient leur utilisation dans diverses applications traditionnelles et modernes.

### 2.3.1 Activités antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires

- **Activité antimicrobienne** :  
L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est efficace contre plusieurs bactéries Gram-positives (comme *Staphylococcus aureus*) et Gram-négatives (comme *Escherichia coli*), ainsi que contre certains champignons pathogènes (*Candida* spp.) (Boukhris et al., 2017). Cette activité est principalement attribuée aux composés comme l' $\alpha$ -pinène, le  $\beta$ -caryophyllène et le 1,8-cinéole, qui perturbent la membrane cellulaire des micro-organismes (Bakkali et al., 2008).
- **Activité antioxydante** :  
Les extraits de *Pistacia lentiscus* possèdent une forte capacité à piéger les radicaux libres grâce à leur richesse en composés phénoliques et terpènes oxygénés. Cette propriété aide à prévenir le stress oxydatif, impliqué dans le vieillissement cellulaire et diverses maladies chroniques (Ghasemi et al., 2014).
- **Activité anti-inflammatoire** :  
Les composés majeurs de l'huile essentielle agissent en inhibant les médiateurs de l'inflammation comme les cytokines et les prostaglandines. Cette activité justifie son usage traditionnel dans le traitement des inflammations cutanées et rhumatismales (de Sousa et al., 2015).

### 2.3.2 Utilisation en cosmétique, médecine traditionnelle et industrie pharmaceutique

- **Cosmétique** :  
Grâce à ses propriétés antiseptiques, antioxydantes et cicatrisantes, l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est utilisée dans la formulation de produits cosmétiques tels que crèmes, lotions, savons et shampoings pour peaux sensibles ou sujettes à l'acné (Boukhris et al., 2017).
- **Médecine traditionnelle** :  
Dans les régions méditerranéennes, la résine, les feuilles et l'huile essentielle sont employées pour soigner les affections respiratoires, les inflammations digestives, les douleurs musculaires et comme antiseptiques (Tzakou et al., 2007).
- **Industrie pharmaceutique** :  
Les propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires de l'huile essentielle en font un candidat prometteur pour le développement de nouveaux agents thérapeutiques naturels, notamment contre les infections résistantes aux antibiotiques (Bakkali et al., 2008).

## 2.4 Critères déterminants de la qualité des huiles essentielles

La qualité des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* est primordiale pour assurer leur efficacité thérapeutique, leur sécurité et leur stabilité dans les différentes applications (cosmétique, pharmaceutique, alimentaire). Plusieurs critères influencent cette qualité, et leur contrôle est essentiel lors de la production et de la commercialisation.

### 1. Pureté et authenticité

L'huile essentielle doit être pure, sans mélange avec des huiles synthétiques ou d'autres huiles végétales. Les falsifications ou mélanges frauduleux altèrent les propriétés biologiques et peuvent présenter des risques pour la santé (Chemat et al., 2017).

### 2. Composition chimique

La proportion et la présence des principaux composés chimiques (terpènes, phénols, aldéhydes, cétones) doivent correspondre aux standards de la plante. Les variations anormales peuvent révéler des défauts dans la récolte, l'extraction ou une altération de l'huile (Boukhris et al., 2017).

### 3. Indice de réfraction et densité

Ces paramètres physiques, mesurés à température standard, servent à contrôler la conformité de l'huile essentielle par rapport aux normes pharmaceutiques (Guenther, 1948).

### 4. Point d'éclair et volatilité

Le point d'éclair indique la température à laquelle l'huile dégage des vapeurs inflammables. Une huile essentielle de qualité doit avoir un point d'éclair cohérent avec sa composition. La volatilité influence la conservation et l'application (Lis-Balchin, 2002).

### 5. Absence de contaminants

L'huile essentielle doit être exempte de pesticides, métaux lourds, solvants résiduels ou micro-organismes, ce qui nécessite des analyses spécifiques (Díaz-Maroto et al., 2006).

## 6. Stabilité et conservation

L'huile essentielle doit conserver ses propriétés chimiques et organoleptiques lors du stockage, sans dégradation par oxydation ou hydrolyse. L'emballage hermétique et l'absence de lumière sont indispensables (Chemat et al., 2017).

## 2.5 Caractérisation des huiles essentielles

La caractérisation des huiles essentielles est essentielle pour assurer leur qualité, leur authenticité et leur efficacité. Elle s'appuie sur trois grands types d'analyses : organoleptique, physique et chimique.

### 2.5.1 Caractérisation organoleptique

La caractérisation organoleptique repose sur l'évaluation des propriétés sensorielles de l'huile essentielle :

- **Aspect visuel** : Couleur, limpidité, viscosité. L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est généralement limpide à légèrement jaunâtre (Lis-Balchin, 2002).
- **Odeur** : L'arôme est un critère fondamental, décrivant la fraîcheur, la résine, les notes boisées et parfois citronnées, typiques des terpènes monoterpéniques et sesquiterpéniques présents (Boukhris et al., 2017).
- **Goût** : Moins souvent utilisé, mais peut être pris en compte pour les huiles essentielles destinées à des applications alimentaires ou aromathérapeutiques (Guenther, 1948).

### 2.5.2 Caractéristiques physiques des huiles essentielles

Les propriétés physiques permettent une première évaluation qualitative et incluent :

- **Densité** : Mesurée généralement à 20 °C, elle varie selon la composition chimique de l'huile (Guenther, 1948).
- **Indice de réfraction** : Indique la pureté et la composition, avec des valeurs spécifiques pour chaque type d'huile essentielle (Lis-Balchin, 2002).
- **Point d'éclair** : Température à laquelle l'huile dégage des vapeurs inflammables, importante pour la sécurité du stockage et du transport (Chemat et al., 2017).
- **Solubilité** : L'huile essentielle est soluble dans les solvants organiques et peu soluble dans l'eau, ce qui influe sur son usage en formulation (Lis-Balchin, 2002).

### 2.5.3 Caractéristiques chimiques des huiles essentielles

La caractérisation chimique est réalisée grâce à des techniques analytiques précises :

- **Chromatographie en phase gazeuse (GC) couplée à la spectrométrie de masse (MS) :** Technique standard permettant d'identifier et quantifier les composés volatils majeurs et mineurs de l'huile (Boukhris et al., 2017).
- **Spectroscopie infrarouge (IR) :** Permet de détecter certaines fonctions chimiques spécifiques (groupes hydroxyle, carbonyle...) (Chemat et al., 2017).
- **Dosages spécifiques :** Quantification des totaux de terpènes, phénols, aldéhydes, etc., pour évaluer la composition globale (Bakkali et al., 2008).

## 2.6 Les différentes techniques d'extraction à travers les âges

L'extraction des huiles essentielles a évolué au fil des siècles, passant de méthodes artisanales à des techniques modernes permettant une meilleure qualité et rendement des extraits. Ces techniques influencent directement la composition chimique, la pureté et les propriétés des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*.

### 1. Extraction par expression à froid

Cette technique est l'une des plus anciennes, utilisée principalement pour les huiles essentielles des agrumes. Elle consiste à presser mécaniquement les parties de la plante pour en extraire l'huile. Bien que peu utilisée pour *Pistacia lentiscus*, cette méthode préserve les composés thermosensibles (Lis-Balchin, 2002).

### 2. Distillation à la vapeur d'eau

La distillation à la vapeur est la méthode traditionnelle la plus courante pour extraire les huiles essentielles des feuilles, résines et bois, notamment pour *Pistacia lentiscus*. La vapeur traverse la matière végétale, entraînant les composés volatils qui sont ensuite condensés. Cette méthode permet d'obtenir une huile essentielle pure avec un bon rendement (Guenther, 1948).

### 3. Extraction par solvant

À partir du XIXe siècle, l'utilisation de solvants organiques (hexane, éthanol) a permis d'extraire les principes actifs non volatils et les résines. Cette technique est parfois utilisée pour obtenir des extraits résineux comme le mastic. Toutefois, elle nécessite une purification pour éliminer les résidus de solvants (Chemat et al., 2017).

### 4. Enfleurage

Méthode ancienne et artisanale, l'enfleurage consiste à imprégner des fleurs ou feuilles dans une couche de graisse, qui absorbe les huiles essentielles. Elle est peu utilisée aujourd'hui, mais historiquement importante pour les plantes fragiles (Lis-Balchin, 2002).

## 5. Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique

Technique moderne respectueuse de l'environnement, elle utilise du dioxyde de carbone sous pression et température contrôlée pour extraire les huiles essentielles sans dégradation thermique. Cette méthode est particulièrement intéressante pour préserver les composés fragiles et obtenir des extraits très purs (Chemat et al., 2017).

## 6. Micro-ondes et ultrasons

Techniques récentes qui accélèrent l'extraction en favorisant la rupture des parois cellulaires par micro-ondes ou ultrasons. Elles permettent d'améliorer le rendement et la qualité en réduisant le temps et la consommation d'énergie (Chemat et al., 2017).

## 2.7 Composition des huiles essentielles et des arômes

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* sont constituées d'un mélange complexe de composés chimiques volatils et aromatiques qui confèrent à la plante ses propriétés organoleptiques, biologiques et thérapeutiques. Ces composés appartiennent majoritairement à des classes chimiques spécifiques, responsables de la diversité des arômes et de l'efficacité des extraits.

### 2.7.1 Composés majeurs des huiles essentielles

- **Terpènes monoterpéniques** : Ils représentent une part importante des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*. Parmi eux, on trouve l' $\alpha$ -pinène, le  $\beta$ -pinène, le limonène, le myrcène et le 1,8-cinéole. Ces composés sont caractérisés par une forte volatilité et une odeur souvent fraîche, boisée ou citronnée (Boukhris et al., 2017; Tzakou et al., 2007).
- **Sesquiterpènes** : Ces composés, comme le  $\beta$ -caryophyllène, le germacrène D, et le humulène, sont moins volatils et contribuent à la profondeur aromatique et aux propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes des huiles (Bakkali et al., 2008).
- **Phénols et composés oxygénés** : Des composés comme le carvacrol et le thymol peuvent être présents en faibles quantités, apportant des propriétés antiseptiques et antioxydantes (Ghasemi et al., 2014).

### 2.7.2 Composition des arômes

Les arômes de *Pistacia lentiscus* résultent de la combinaison synergique des terpènes et composés phénoliques. La fraîcheur et la note résineuse de l'huile sont principalement dues à l' $\alpha$ -pinène et au 1,8-cinéole, tandis que les sesquiterpènes apportent des notes plus chaudes et boisées (Lis-Balchin, 2002). Ces arômes sont très appréciés en parfumerie et en aromathérapie.

### 2.7.3 Variabilité de la composition

La composition chimique et aromatique peut varier selon plusieurs facteurs :

- **Origine géographique**
- **Conditions climatiques**
- **Phase de maturation de la plante**
- **Méthode d'extraction**  
Ces variations influencent la qualité et l'usage final des huiles essentielles (Boukhris et al., 2017).

### 2.7.1 Composition chimique

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est constituée d'un mélange complexe de composés chimiques appartenant principalement aux familles des terpènes, des sesquiterpènes, des alcools, des cétones et des phénols. La composition chimique varie en fonction de la région géographique, des conditions climatiques, du stade de maturation et des méthodes d'extraction.

#### **Principaux groupes de composés :**

- **Monoterpènes :**  
Ce sont les composés les plus abondants dans l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*. Parmi eux, on retrouve l' **$\alpha$ -pinène**, le  **$\beta$ -pinène**, le **limonène**, le **myrcène** et le **1,8-cinéole** (eucalyptol). Ces molécules sont responsables des notes fraîches, résineuses et légèrement camphrées de l'huile (Boukhris et al., 2017 ; Tzakou et al., 2007).
- **Sesquiterpènes :**  
Moins volatils que les monoterpènes, ils contribuent à la complexité aromatique et aux propriétés pharmacologiques. Les sesquiterpènes principaux incluent le  **$\beta$ -caryophyllène**, le **germacrène D** et le **humulène** (Bakkali et al., 2008).
- **Phénols et composés oxygénés :**  
Bien que présents en faibles quantités, des composés comme le **carvacrol** et le **thymol** apportent des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (Ghasemi et al., 2014).
- **Autres composés :**  
Les alcools terpéniques, cétones et esters, comme le **linalol**, le **bornéol** et l'**acétate de bornyle**, sont également présents et contribuent aux propriétés olfactives et biologiques de l'huile (Lis-Balchin, 2002).

#### **Variabilité de la composition**

Les concentrations relatives de ces composés peuvent varier selon :

- **La région de récolte** (exemple : huiles issues du pourtour méditerranéen présentent des profils légèrement différents)

- **Les conditions climatiques** (température, humidité)
- **L'altitude**
- **La saison de récolte**
- **La méthode d'extraction utilisée** (distillation à la vapeur, extraction au CO<sub>2</sub> supercritique, etc.) (Boukhris et al., 2017).

# **CHAPITRE III TECHNIQUES D'EXTRACTION**

### 3.1 La distillation

La distillation est la méthode historique la plus utilisée pour extraire les huiles essentielles des plantes aromatiques. Elle repose sur la volatilisation des composés aromatiques sous l'effet de la chaleur, puis leur condensation et séparation.

### 3.2 Distillation par entraînement à la vapeur

- **Principe :** La vapeur d'eau est générée dans un alambic puis fait passer à travers la matière végétale. La vapeur chauffe les tissus et entraîne avec elle les molécules volatiles. Le mélange vapeur/huiles essentielles est ensuite refroidi dans un condenseur, ce qui permet de récupérer l'huile essentielle par séparation (l'huile flotte souvent sur l'eau, appelée hydrolat).

#### Avantages :

- Technique douce qui préserve la qualité aromatique.  
Adaptée aux feuilles, bois, résines, comme pour *Pistacia lentiscus*.
- Méthode écologique sans solvants chimiques.

#### Inconvénients :

- Temps d'extraction relativement long (plusieurs heures).
- Certaines molécules thermosensibles peuvent se dégrader.
- **Application à *Pistacia lentiscus* :** très utilisée pour extraire les huiles des feuilles et résines, notamment pour obtenir des huiles riches en  $\alpha$ -pinène et  $\beta$ -caryophyllène (Guenther, 1948).

### 3.3 L'expression

- **Principe :** Extraction mécanique par pression ou écrasement de la matière végétale pour libérer l'huile. Typiquement utilisée pour les zestes d'agrumes.

#### Avantages :

- Aucune utilisation de chaleur, donc préservation des molécules thermosensibles.
- Procédé simple, économique.

### **Inconvénients :**

- Non applicable à toutes les plantes.
- Rendement limité.
- **Application à Pistacia lentiscus :** peu utilisée car ses feuilles et résines ne se prêtent pas à cette méthode (Lis-Balchin, 2002).

## **3.4 Hydro-distillation**

- **Principe :** La matière végétale est immergée dans l'eau bouillante. Les composés volatils sont extraits par la vapeur qui se forme, puis condensés.

### **Avantages :**

- Méthode simple.
- Efficace pour les plantes fragiles.

### **Inconvénients :**

- Risque de dégradation par contact direct avec l'eau chaude.
- Rendement parfois inférieur à la distillation vapeur classique.
- **Application à Pistacia lentiscus :** utilisée dans certains cas pour extraire des huiles plus douces, mais moins répandue que la distillation vapeur (Chemat et al., 2017).

## **3.5 Hydro-diffusion**

- **Principe :** La vapeur d'eau est générée au-dessus de la matière végétale et diffusée à travers elle, contrairement à l'immersion dans l'eau.

### **Avantages :**

- Méthode plus douce que l'hydro-distillation.
- Moins de dégradation thermique des composés.

### **Inconvénients :**

- Installation plus complexe.
- Rendement parfois plus faible.
- **Application :** adaptée pour les plantes sensibles, encore peu utilisée industriellement (Chemat et al., 2017).

## **3.6 Extraction aux solvants**

- **Principe :** Utilisation de solvants organiques (hexane, éthanol) pour dissoudre les huiles essentielles et les composés non volatils (résines). Le mélange est ensuite filtré, puis le solvant éliminé par évaporation.

### **Avantages :**

- Extraction efficace des composés peu volatils et résines.
- Permet d'obtenir des extraits concentrés.

### **Inconvénients :**

- Risque de résidus de solvants toxiques.
- Procédé moins écologique.
- Coûts de purification.
- **Application à Pistacia lentiscus :** utilisée pour le mastic (résine) ou certains extraits résineux destinés à la parfumerie ou la pharmacologie (Chemat et al., 2017).

## **3.7 Extraction sans solvant assistée par micro-ondes**

- **Principe :** Les micro-ondes chauffent rapidement l'eau intracellulaire, provoquant la rupture des cellules végétales et libérant les huiles essentielles.

### **Avantages :**

- Extraction rapide (quelques minutes).
- Rendement élevé.
- Consommation énergétique réduite.

#### **Inconvénients :**

- Technologie coûteuse.
- Peu répandue industriellement pour le moment.
- **Application :** prometteuse pour extraire rapidement les huiles des feuilles de *Pistacia lentiscus* tout en préservant les composés thermosensibles (Chemat et al., 2017).

### **3.8 Expression à froid**

- **Principe :** Extraction mécanique réalisée à basse température pour éviter la dégradation des composés fragiles.

#### **Avantages :**

- Conservation optimale des arômes.
- Procédé naturel et écologique.

#### **Inconvénients :**

- Rendement faible.
- Limitée à certaines plantes (agrume surtout).
- **Application :** peu utilisée pour *Pistacia lentiscus*.

### **3.9 Extraction aux ultrasons**

- **Principe** : Les ondes ultrasonores provoquent la cavitation dans la matière végétale, fragmentant les cellules et facilitant la libération des composés aromatiques.

#### **Avantages :**

- Accélère l'extraction.
- Rendement amélioré.
- Permet d'extraire à basse température.

#### **Inconvénients :**

- Nécessite un équipement spécialisé.
- Méthode encore en développement.
- **Application** : utilisée expérimentalement pour améliorer l'extraction des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus* (Chemat et al., 2017).

### **3.10 Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique**

- **Principe** : Le dioxyde de carbone est porté à un état supercritique (au-delà de 31°C et 74 bar) où il possède les propriétés d'un solvant organique tout en étant non toxique. Il extrait efficacement les huiles essentielles sans dégrader les composés sensibles.

#### **Avantages :**

- Extrait très pur, sans résidus toxiques.
- Contrôle précis de la sélectivité d'extraction.
- Méthode écologique.

#### **Inconvénients :**

- Coût élevé de l'équipement.
- Nécessite une expertise technique.

- **Application** : méthode moderne et prometteuse pour extraire des huiles essentielles de haute qualité de *Pistacia lentiscus*, notamment en parfumerie et pharmacie (Chemat et al., 2017).

# **CHAPITRE IV DOMAINES D'UTILISATION DES HUILES ESSENTIELLES**

## 4. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges complexes de composés bioactifs. Bien qu'elles possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques, elles présentent aussi des risques de toxicité si elles sont mal utilisées.

### 4.1 Nature et sources de toxicité

- **Irritation cutanée et sensibilisation allergique**  
Certaines huiles essentielles, comme celles riches en phénols (thymol, eugénol) ou en composés terpénés (limonène), peuvent provoquer des irritations ou des réactions allergiques en application directe sur la peau sans dilution (Bakkali et al., 2008).
- **Toxicité systémique**  
L'ingestion d'huiles essentielles non adaptées peut causer des troubles digestifs, neurologiques (convulsions, vertiges), ou hépatotoxiques (toxicité du foie). Par exemple, l'huile essentielle d'eucalyptus ou de menthe poivrée doit être utilisée avec précaution (Tisserand & Young, 2014).
- **Photosensibilisation**  
Certaines huiles, notamment les agrumes (bergamote, citron), contiennent des furocoumarines qui provoquent une photosensibilisation cutanée, augmentant le risque de brûlures au soleil (Dugo & Bonaccorsi, 2013).
- **Effets toxiques spécifiques**  
Certaines molécules peuvent être neurotoxiques, embryotoxiques ou cancérigènes à forte dose. Par exemple, la thuyone présente dans l'huile de thuya ou de sauge sclarée (Tisserand & Young, 2014).

### 4.2 Toxicité des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* contiennent principalement des terpènes ( $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -caryophyllène) qui sont généralement bien tolérés mais peuvent être irritants à l'état pur. Leur toxicité est faible, cependant une application non diluée peut causer une irritation cutanée (Hamrouni-Sellami et al., 2013).

### 4.3 Précautions d'usage

- Toujours diluer les huiles essentielles dans une huile végétale (5-10% max en usage cutané).
- Ne pas utiliser chez les femmes enceintes, enfants, ou personnes sensibles sans avis médical.
- Éviter l'ingestion sans prescription d'un spécialiste.
- Faire un test cutané préalable pour éviter les allergies.
- Tenir hors de portée des enfants.

## **5. Conseils pratiques pour la conservation des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des substances volatiles et sensibles à l'oxydation, à la lumière et à la chaleur, ce qui peut altérer leur qualité et efficacité.

### **5.1 Conditions idéales de conservation**

- Récipients adaptés : flacons en verre ambré ou bleu foncé, hermétiques, pour protéger de la lumière et de l'oxygène (Lis-Balchin, 2002).
- Température : conserver à l'abri de la chaleur, idéalement entre 10 et 20 °C.
- Lumière : éviter l'exposition directe à la lumière solaire qui accélère l'oxydation.
- Humidité : garder dans un environnement sec pour éviter la dégradation.

### **5.2 Durée de conservation**

- En général, les huiles essentielles se conservent 1 à 3 ans, selon leur composition chimique (les huiles riches en monoterpènes sont plus instables que celles riches en sesquiterpènes).
- Vérifier les signes d'altération : changement d'odeur, couleur, viscosité.

### **5.3 Précautions supplémentaires**

- Éviter les fluctuations fréquentes de température.
- Ne pas ouvrir les flacons inutilement pour limiter l'oxygénation.
- Utiliser des pipettes propres pour éviter les contaminations.

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

# I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

## Situation géographique et de la wilaya de Skikda

Située au nord-est du pays, la wilaya de Skikda s'étend sur une superficie de 4.137,68 kilomètres carrés, où se concentre 804697 habitants

Elle fait face, au nord, à la mer méditerranée et dispose des frontières communes avec les wilayas suivantes: Annaba, Guelma, Constantine, Mila et Jijel. Skikda renferme également d'incommensurable potentialités économiques et touristiques, avec, en prime, une façade maritime de 130 km, où se succède des plages féeriques (allant de Tamanart à l'ouest, jusqu'à la Marsa à l'est), et où l'on peut dénombrer pas moins de 08 zones d'expansion touristique

Cette position géographique combinée à l'importance de ses infrastructures techniques (Routes nationales ports et voies ferrées..) lui permettent de jouer un rôle de premier plan dans les échanges et les flux économiques. Actuellement, les communes de la Wilaya de Skikda sont au nombre de 38

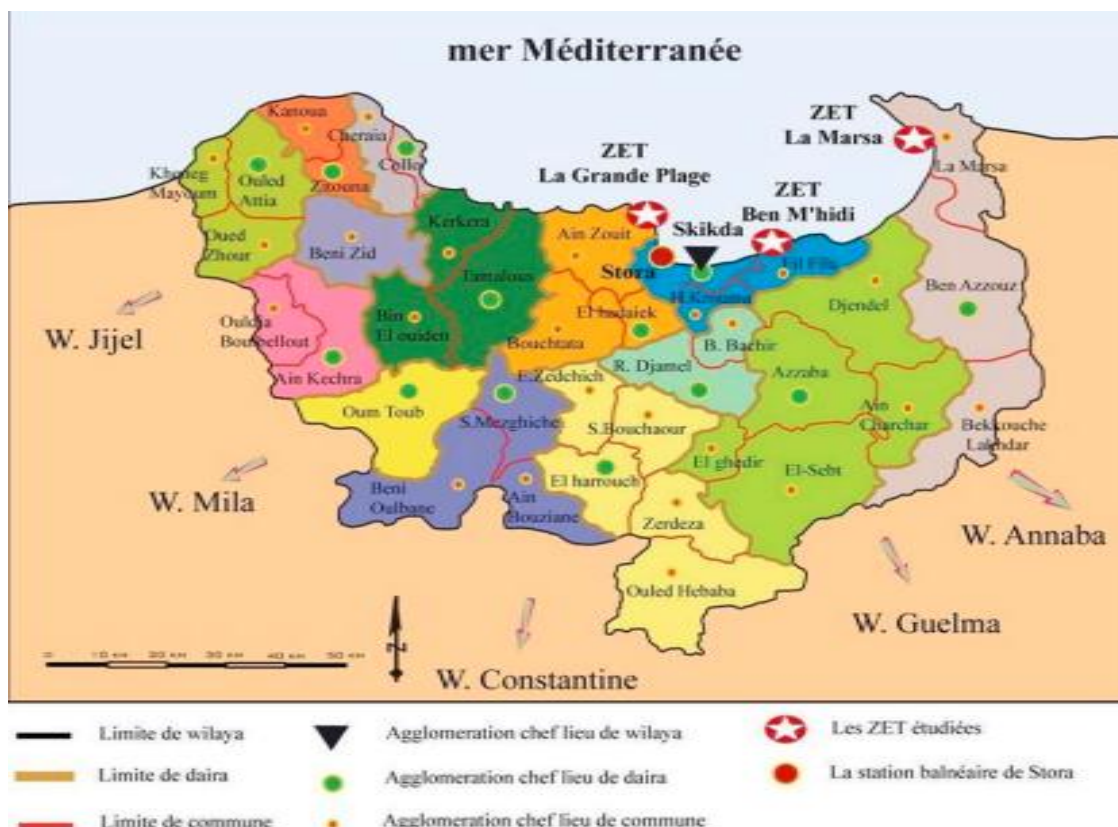


Figure 1 Organisation administrative de la wilaya de Skikda

communes

## 1.2 Situation administrative de la commune Cheraïa (Collo) et la commune de Tamalous

Cheraïa est une commune de la wilaya de Skikda en Algérie. Cheraïa se trouve à 4 km à l'ouest de Collo. Sa Superficie est de l'ordre de: 108 km<sup>2</sup> .Elle compte 18 800 habitants. Elle se caractérise par un climat méditerranéen avec été chaud



Figure 2 Localisation de la commune de Chéraïa dans la wilaya de Skikda

La daïra de **Tamalous** est une circonscription administrative algérienne située dans la wilaya de Skikda. Elle compte 100 068 habitants sur une superficie de 408 km<sup>2</sup>. La densité de population est

de 245,2 habitant par km<sup>2</sup>. **Tamalous**, **Kerkra** et **Bin el ouidène** sont les trois communes qui la composent. Son climat est de type méditerranéen avec un été chaud



Figure 3 Localisation de la commune de Tamalous dans la wilaya de Skikda

## Etude climatique de la wilaya de Skikda

La wilaya de Skikda appartient à l'étage bioclimatique subhumide supérieur sous influence maritime. La pluviométrie de son littoral est en moyenne annuelle de 700 mm. Son contexte climatique se caractérise donc par une pluviosité selon un gradient Nord-ouest/Sud-est, assez abondante durant les saisons automne-hiver-printemps sur les espaces côtiers, en particulier, sur le Massif de Collo (Oued Zhour, Ouled Attia, Collo, Kerkera) et plus faible sur les espaces de l'intérieur.

Les données pluviométriques de la station de Skikda Port concernant ces dernières années indiquent une pluviométrie moyenne annuelle à 743 mm. Toutefois, les grandes précipitations se produisent durant la période de novembre à février). Le mois de décembre étant le plus pluvieux avec 140,95 mm et le mois de juillet le moins pluvieux avec 10 mm seulement. Cependant, en 2017, la pluviométrie annuelle n'a été que de 501 mm

La température moyenne annuelle est de 18 °C, le mois le plus froid est février avec 12,6 °C et le mois le plus chaud août avec 26,4 °C. Ces données caractérisent un climat doux. La température moyenne maximale varie entre 15°C et 31°C et la température moyenne minimale entre 8°C et 23°C.

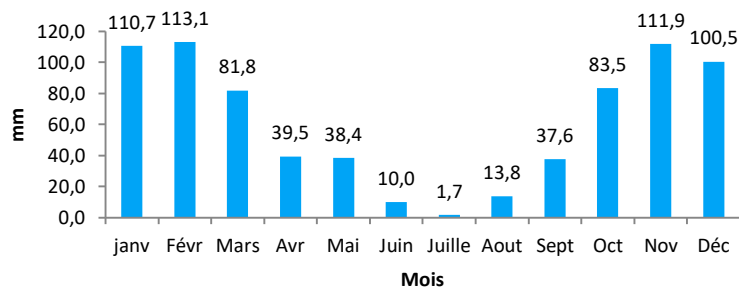


Figure 4 Pluviométrie mensuelle moyenne (mm)

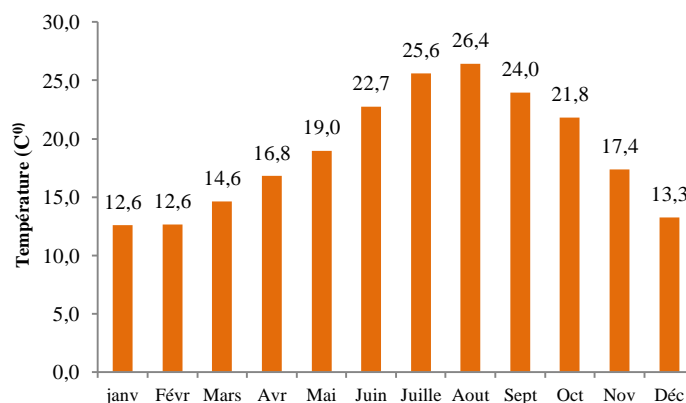


Figure 5 Températures (°C) mensuelles moyennes,

## II MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Méthodes de récolte et de conservation du lentisque produit à Tamalous par la coopérative de la femme rurale et à Chéraia par l'artisan Souilah.

Pour obtenir une huile de lentisque de meilleure qualité, il est essentiel de suivre les méthodes de récolte et de conservation appropriées.

#### 2.1.1 Récolte du lentisque :

- Moment opportun : Il est préférable de récolter le lentisque tôt le matin ou aux heures les plus fraîches de la journée afin d'éviter l'exposition à la chaleur, qui peut altérer la qualité de l'huile. La saison de récolte du lentisque commence généralement à l'automne, entre septembre et novembre. Le moment précis dépend de la zone géographique et du climat local.
- Sélection des fruits : Les fruits mûrs et de bonne qualité sont sélectionnés, de couleurs brun rougeâtre, charnus et relativement fermes. Les fruits abîmés et non mûrs sont délaissés. La cueillette manuelle est privilégiée pour préserver la santé des fruits et des arbres, en utilisant des gants pour se protéger les mains.
- Utilisation d'outils appropriés : Utilisation des outils propres et stérilisés pour éviter la contamination des fruits par des bactéries et des impuretés.

### **2.1.2 Conservation du lentisque :**

- Séchage : Les fruits peuvent être délicatement lavés à l'eau après la récolte, puis séchés soigneusement avant d'être stockés afin d'éviter le développement de moisissures ou de champignons. Le séchage peut être effectué dans un endroit bien ventilé et abrité, ou à l'aide d'un séchoir électrique à basse température.
- Conservation dans des contenants adaptés : les fruits sont conservés dans des contenants propres et secs en verre, en veillant à ce qu'ils soient bien fermés pour empêcher l'air et l'humidité de pénétrer.
- Conservation dans un endroit frais et sombre : Conservez les contenants dans un endroit frais, sec et sombre, car la chaleur et la lumière dégradent la qualité des fruits et de l'huile extraite.
- Durée de conservation : Il est préférable de consommer les fruits rapidement après leur conservation, car leur qualité peut s'altérer avec le temps. Si le stockage est nécessaire pendant une longue période, les contenants peuvent être réfrigérés pour prolonger la durée de conservation.

## **2.2 Méthodes de production et rendement**

Les deux producteurs de l'huile de lentisque enquêtés dans la wilaya de Skikda utilisent différentes méthodes de production, notamment :

Appareil Clevenger

2- Appareil Alambic

3- Presse

### **2.2.1 Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger.**

Une quantité suffisante de matériel végétal (tiges, feuilles, fleurs bougeons) est introduite dans un ballon en verre contenant une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition. Le mélange est chauffé à l'aide d'un chauffe ballon. Les vapeurs chargée d'huiles essentielles passent à travers le tube vertical, puis dans le réfrigérant où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli au préalable d'eau distillée. En raison de la différence de densité, l'huile essentielle surnage à la surface de l'eau. Cet appareil garantit la pureté de l'huile essentielle.

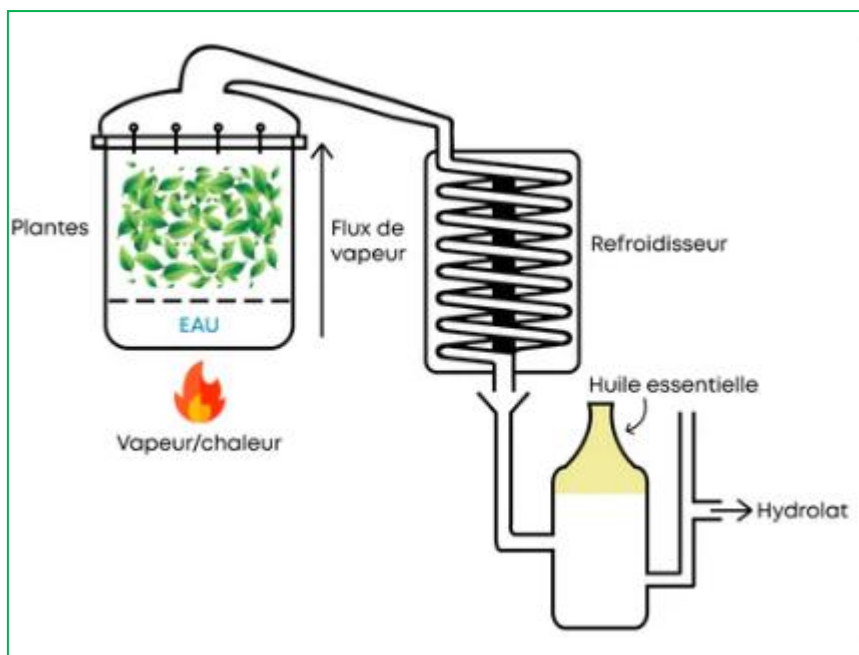


Figure 6 Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger

### 2.2.1.1 Étapes d'extraction

1. Préparation des fruits : Les fruits sont nettoyés et séchés soigneusement. Ils peuvent être moulus ou hachés.
2. L'appareil Clevenger devrait être assemblé de manière à ce que le refroidisseur soit correctement connecté au ballon qui recueillerait l'eau et l'huile. Ensuite le ballon chauffant est rempli d'eau distillée jusqu'à recouvrir les fruits.
3. Les fruits préparés sont placés dans le ballon chauffant avec ajout suffisant d'eau distillée pour les recouvrir.
4. L'eau du ballon va être chauffée jusqu'à ébullition. Cela produirait de la vapeur qui traverserait les fruits et entraînerait les huiles essentielles.
5. Refroidissement et condensation : La vapeur chargée d'huiles essentielles montée va traverser le refroidisseur, où elle se condenserait en liquide et est recueillie dans la bouteille Clevenger.
- 6- L'huile essentielle est recueillie au sommet de la bouteille Clevenger, car elle est plus légère que l'eau. Une fois la distillation terminée, Les producteurs utiliseraient une ampoule à décanter pour séparer l'huile de l'eau et la recueillir dans un récipient de stockage.
- 7- L'huile essentielle extraite va être stockée dans des bouteilles sombres et hermétiques, à l'abri de la lumière et de la chaleur afin de préserver sa qualité.

### 2.2.1.2 Rendement :

- Affecté par plusieurs facteurs, tels que le type de plante (pourcentage d'huile), les conditions d'exploitation (température, temps de distillation et quantité d'eau) et l'état de la matière première (plantes fraîches et de bonne qualité). Aussi la taille de l'échantillon doit être adaptée à l'appareil.
- Quantité d'huile extraite : Dépend du type de plante. Certaines plantes produisent un rendement en huile de 1 à 2 % de leur poids total, tandis que d'autres peuvent produire des pourcentages inférieurs. La durée de distillation varie de 2 à 4 heures pour obtenir une huile essentielle optimale. Une distillation plus longue peut augmenter le rendement, mais peut affecter la qualité de l'huile.

L'appareil Clevenger utilisé par la coopérative de la femme rurale a une capacité de 1 litre. 150 à 200 g de feuilles de plantes produisent environ 6 à 7 ml d'huile essentielle et 100 ml d'eau aromatique distillée.

### 2.2.2 Appareil Alambic



Figure 7 Appareil Alambic

Fruits e lentisque, alambic (composé d'un récipient de chauffage, d'un tube de raccordement et d'un condenseur), eau, source de chaleur et récipients de stockage d'huile.

### **2.2.2.2 Étapes :**

- 1- Préparation des matières premières
- 2- Broyage des fruits
- 3- Remplissage du récipient
- 4- Chauffage de l'eau
- 5- Évaporation
- 6- Condensation
- 7- Séparation de l'huile
- 8- Stockage de l'huile.

### **2.2.2.3 Rendement :**

L'alambic, ou appareil de distillation traditionnel, est également utilisé pour extraire les huiles essentielles, qui représentent 1 à 2 % du poids total. Cependant, sa principale différence avec l'appareil Cliffanger réside dans sa capacité à traiter de grandes quantités de matières végétales. La durée de distillation varie de 3 à 6 heures. L'alambic utilisé a une capacité de 50 litres. On y place 15 à 20 kg de feuilles pour obtenir 5 à 10 ml d'huile essentielle et environ 8 litres d'eau aromatique distillée. Pour un alambic de 100 litres, il faut doubler la quantité.

### **2.2.3 La machine à pression**



Figure 8 Machine à pression

### **2.2.3.1 Matériel et outils :**

Fruits De lentisque, une presse (machine d'extraction d'huile mécanique) et des récipients propres pour recueillir l'huile, ainsi qu'un chiffon ou une passoire.

### 2.2.3.2 Étapes :

- 1- Préparation des matières premières : une quantité suffisante de fruits de lentisque est placée après les avoir lavés et séchés.
- 2- Les fruits sont écrasés ou brisés légèrement pour faciliter le pressage.
- 3- Les producteurs devraient s'assurer que la machine est propre et prête, et que des récipients propres sont disponibles pour recueillir l'huile extraite.
- 4- Les fruits écrasés sont placés dans la machine, cette dernière est mise en marche. La machine commencera à presser les fruits, à extraire l'huile et à la recueillir dans un récipient.
- 5- L'huile est purifiée en la tamisant à travers un chiffon fin pour éliminer les impuretés.
- 6- L'huile est conservée dans des bouteilles sombres et hermétiques, dans un endroit frais et sombre, afin de préserver sa qualité le plus longtemps possible.

### Rendement :

Le rendement est bon, surtout si les fruits sont riches en huiles, dont la teneur varie selon plusieurs facteurs.

- Type de machine : manuelle, hydraulique ou mécanique.
- État des matières premières : Les fruits frais et mûrs augmentent le rendement, et inversement.
- Température de pressage : Elle a une influence sur la quantité d'huile extraite. La pression à froid préserve la qualité de l'huile, mais produit une quantité moindre que la pression à chaud.
- Taille de l'échantillon et vitesse de pressage : Ces facteurs influencent l'efficacité, car une pression lente permet d'extraire plus efficacement toute l'huile.
- Quantité d'huile extraite : Elle dépend de la teneur en huile du fruit qui peut varier de 10 à 30 % du poids du fruit.



Figure 9 Huile essentielle extraite par la machine à pression

### **III Qualité physicochimique et bactériologique de l'huile produite à Chéraïa et à tamalous.**

#### **3.1 Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque (Pistacia lentiscus) produite à Chéraïa et à Tamalous**

##### **Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraïa**

###### **1. Caractères organoleptiques**

L'analyse organoleptique a révélé une qualité très satisfaisante de l'huile essentielle de Lentisque produite à Chéraïa, en effet l'huile produite a un bon aspect liquide huileux fluide, une couleur spécifique jaune pâle et une odeur douce peu marquée (Tableau).

**Tableau 1 Paramètres organoleptiques de l'huile**

Paramètres	Résultats
Aspect	Liquide huileux fluide
Couleur	Jaune pâle
Odeur	Douce peu marquée

###### **2. Paramètres physicochimiques**

Concernant la qualité physicochimique de l'huile essentielle de Lentisque produite à Chéraïa, l'analyse a porté sur la détermination du PH à 20 C°, de la densité à 20 C°, l'indice de réfraction à 20 C° et le Pouvoir rotatoire à 20°C. Les résultats étaient dans les normes puisque les échantillons analysés avaient un PH situé dans la limite (5,5 -5,66). La Densité dans la limite de 0,920-0,930, l'indice de réfraction dans la limite de 1,4650-1,4850 et le Pouvoir rotatoire dans la limite de -13° - -4°5 (Tableau )

**Tableau 2 Paramètres physicochimiques de l'huile**

Paramètres	Résultats
PH à 20°C	5,50-5,66
Densité 20°C	0,920-0,930
Indice de réfraction 20°C	1,4650-1,4850

### 3.1.2 Qualité physicochimique de l'huile essentielle de lentisque produite à Tamalous

#### 1. Caractères organoleptiques

Aussi, l'analyse organoleptique a révélé une qualité très satisfaisante de l'huile essentielle de Lentisque produite à Tamalous. l'huile produite a un aspect liquide huileux fluide, une couleur jaune pâle et une odeur douce peu marquée (Tableau )

Tableau 3 Paramètres organoleptiques de l'huile

Paramètres	Résultats
Aspect	Liquide huileux fluide
Couleur	Jaune pâle
Odeur	Douce peu marquée

#### 2. Qualité physicochimique

Pour la détermination de la qualité physicochimique de l'huile essentielle de Lentisque produite à Tamalous par la coopérative de la femme rurale, les paramètres recherchés ont porté sur : le PH, la conductivité et l'acidité (Tableau)

Ainsi, l'analyse physicochimique de l'huile essentielle produite à Tmalous a révélé une qualité satisfaisante puisque les critères déterminés étaient dans les normes, en effet le PH à 20°C est de l'ordre de 5,46, Conductivité est de 9,28 us /cm, alors que Acidité était de l'ordre de 0,82g/l (Tableau)

Tableau 4 Paramètres physicochimiques de l'huile

Paramètres	Résultats
PH à 20°C	5,46
Conductivité	9,28 us /cm

## Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraia et à Tamalous

### 3.2.1 Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Chéraia

L'analyse bactériologique de l'huile essentielle de Lentisque produite à Chéraia a porté sur quelques Critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle selon l'arrêté interministériel du 21 octobre 2019 ». Les germes recherchés sont :

- ✓ Micro-organismes aérobies mésophiles totaux
- ✓ Levures et moisissures
- ✓ Eschérichia
- ✓ Staphylococcus Aureus
- ✓ Pseudomonas Aeruginosa
- ✓ Candida albican

L'analyse bactériologique a révélé que l'huile essentielle de Lentisque produite à Chéraia avait une qualité satisfaisante puisque le dénombrement de tous les germes recherchés étaient dans les normes. En Effet le dénombrement des Micro-organismes aérobies mésophiles totaux n'a pas dépassé la norme de  $\leq 10^3$  ufc/ml et le dénombrement des Levures et moisissures n'a pas dépassé la norme de  $\leq 10^2$  ufc/ml. Alors que pour le reste des germes (Eschérichia, Staphylococcus Aureus, Pseudomonas Aeruginosa et Candida albican, ils étaient absents dans les échantillons analysés et la norme nationale exige leur absence totale dans l'huile produite (Tableau).

Tableau 5 Résultats du dénombrement des germes dans l'huile

Germes dénombrés	Résultats
Micro-organismes aérobies mésophiles totaux	$\leq 10^3$
Levures et moisissures	$\leq 10^2$
Eschérichia	Absence
Staphylococcus Aureus	Absence
Pseudomonas Aeruginosa	Absence
Candida albican	Absence

### 3.2.2 Qualité bactériologique de l'huile essentielle de lentisque produite à Tamalous

L'analyse bactériologique de l'huile essentielle de Lentisque produite à Tamalous a concerné certains critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle selon l'arrêté interministériel du 21 octobre 2019 ». Les critères microbiologiques recherchés sont :

- ✓ Micro-organismes aérobies mésophiles totaux
- ✓ Levures et moisissures
- ✓ Coliformes totaux
- ✓ Staphylococcus à coagulase
- ✓ Salmonella

L'analyse bactériologique a révélé que l'huile essentielle de Lentisque produite à Tamalous avait une qualité satisfaisante puisque le dénombrement de tous les germes recherchés étaient dans les normes. En Effet le dénombrement des Micro-organismes aérobies mésophiles totaux n'a pas dépassé la norme de  $\leq 10^3$  ufc/ml et le dénombrement des Levures et moisissures n'a pas dépassé la norme de  $\leq 10^2$  ufc/ml. Alors que pour le reste des germes (Coliformes fécaux, Staphylococcus à coagulase et Samonella, ils étaient absents dans l'échantillon analysé et la norme nationale exige leur absence totale dans les huiles produites (Tableau).

**Tableau 6 Résultats du dénombrement des germes dans l'huile**

<b>Germes dénombrés</b>	<b>Résultats</b>
Micro-organismes aérobies mésophiles totaux	$\leq 10^3$
Levures et moisissures	$\leq 10^3$
Coliformes totaux	Absence
Staphylococcus à coagulase	Absence
Salmonella	Absence

# CONCLUSION GENERALE

Le présent travail a permis de mettre en lumière les richesses botaniques, phytochimiques et biologiques de *Pistacia lentiscus* L., une plante typiquement méditerranéenne aux usages multiples et au potentiel largement sous-exploité en Algérie. À travers l'étude bibliographique, nous avons présenté les caractéristiques morphologiques de cette espèce, sa répartition géographique, ses exigences écologiques, ainsi que ses différents produits d'intérêt (fruits, feuilles, résine, mastic). Une attention particulière a été accordée à l'huile essentielle de lentisque, dont la composition chimique et les propriétés biologiques (antimicrobienne, antioxydante, anti-inflammatoire) la rendent particulièrement attractive pour les industries pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires.

La partie expérimentale a permis d'extraire et d'évaluer l'huile essentielle issue de *Pistacia lentiscus* collecté dans deux localités de la wilaya de Skikda : Tamalous et Chéraia. À travers l'utilisation de différentes méthodes d'extraction (distillation à la vapeur, expression, etc.), nous avons pu comparer les rendements obtenus, caractériser les propriétés physicochimiques et analyser la qualité bactériologique des huiles produites. Les résultats obtenus confirment la richesse de cette plante en composés volatils bioactifs et soulignent l'influence significative des conditions de culture, de la provenance géographique et de la méthode d'extraction sur la qualité finale de l'huile essentielle.

Ainsi, cette étude met en évidence l'intérêt de valoriser *Pistacia lentiscus* comme ressource naturelle locale, dans une optique de développement durable, de promotion des produits à base de plantes et de soutien à l'économie rurale. Elle ouvre également des perspectives intéressantes pour des recherches futures, notamment sur l'optimisation des techniques d'extraction, l'identification fine des composants chimiques majeurs, l'évaluation de l'activité biologique *in vitro* et *in vivo*, ainsi que l'exploitation industrielle à plus grande échelle.

Il serait pertinent d'encourager la mise en place de filières locales de transformation du lentisque, en associant les savoirs traditionnels aux innovations technologiques modernes, tout en veillant à la préservation des écosystèmes naturels où cette plante se développe.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aafi, A., Ghazi, M., Benabid, A., Achhal El Kadmiri, A. (2007). La végétation forestière du Rif central (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*, 32, 139–158.
- Barazani, O., Perevolotsky, A., Hadas, R. (2003). Provenance variation in *Pistacia lentiscus* L. from Israel. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(2), 107–114.
- Kokkalou, E., Loukis, A., Philianos, S. (1981). Essential oil of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *Planta Medica*, 42(3), 256–258.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. World Agroforestry Centre.
- Padulosi, S., Hadj-Hassan, A., Hadj-Hassan, A. (1996). Towards a comprehensive documentation of distribution and use of *Pistacia*: genetic diversity in a nutshell. In: *Report of the IPGRI Workshop on Pistacia*, 29-30.
- Quézel, P., Médail, F. (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris.
- Stevens, P. F. (2001). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Uzun, A., Yesiloglu, T., Aka-Kacar, Y., Tuzcu, O., Gulsen, O. (2007). Genetic diversity and relationships within *Pistacia* genus as revealed by AFLP markers. *American Journal of Botany*, 94(8), 1328–1335.
- Zohary, M. (1952). *A monographical study of the genus Pistacia*. Palestine Journal of Botany, Series D, 5, 187–228.
- Aafi, A., Ghazi, M., Benabid, A., Achhal El Kadmiri, A. (2007). La végétation forestière du Rif central (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*, 32, 139–158.
- Ait Hammou, S., Cherifi, K., Benkhaled, A., Touati, S. (2020). Contribution à l'étude floristique de la végétation spontanée dans la région de Tlemcen (Algérie). *Bulletin de la Société Botanique de France*, 167(2), 175-187.
- Barazani, O., Perevolotsky, A., Hadas, R. (2003). Provenance variation in *Pistacia lentiscus* L. from Israel. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(2), 107–114.

- Benabadji, N., Bouazza, M. (2000). Le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'ouest algérien : aspects écologiques et intérêt pastoral. *Sécheresse*, 11(2), 123–128.
- Benabadji, N., Bouazza, M., Kadi, H. (2001). L'écologie du maquis à lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'Algérie de l'ouest. *Ecologia Mediterranea*, 27(1), 1–12.
- Boudy, P. (1955). *Économie forestière nord-africaine: Monographies et traitement des essences forestières.* Larose, Paris.
- Gharzouli, R., Bouazza, M. (1999). Le rôle écologique du lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans la régénération des écosystèmes forestiers dégradés. *Sécheresse*, 10(1), 33–40.
- Kokkalou, E., Loukis, A., Philianos, S. (1981). Essential oil of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *Planta Medica*, 42(3), 256–258.
- Messaoudene, M., Khelifi, L., Ghezlaoui, S. (2013). Évaluation écologique des groupements forestiers du Tell oriental (Algérie). *Revue des Régions Arides*, 31, 1–12.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0.* World Agroforestry Centre.
- Padulosi, S., Hadj-Hassan, A., Hadj-Hassan, A. (1996). Towards a comprehensive documentation of distribution and use of *Pistacia*: genetic diversity in a nutshell. In: *Report of the IPGRI Workshop on Pistacia.*
- Papageorgiou, V. P., Ferlemi, A. V., Lamari, F. N., Margarity, M. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory activity of *Pistacia lentiscus* extracts and its constituents. *Food Chemistry*, 131(3), 968–974.
- Quézel, P., Médail, F. (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen.* Elsevier, Paris.
- Aafi, A., Ghazi, M., Benabid, A., Achhal El Kadmiri, A. (2007). La végétation forestière du Rif central (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*, 32, 139–158.
- Benabadji, N., Bouazza, M. (2000). Le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'ouest algérien : aspects écologiques et intérêt pastoral. *Sécheresse*, 11(2), 123–128.

- Benabadji, N., Bouazza, M., Kadi, H. (2001). L'écologie du maquis à lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'Algérie de l'ouest. *Ecologia Mediterranea*, 27(1), 1–12.
- Gharzouli, R., Bouazza, M. (1999). Le rôle écologique du lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans la régénération des écosystèmes forestiers dégradés. *Sécheresse*, 10(1), 33–40.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. World Agroforestry Centre.
- Padulosi, S., Hadj-Hassan, A., Hadj-Hassan, A. (1996). Towards a comprehensive documentation of distribution and use of *Pistacia*: genetic diversity in a nutshell. In: *Report of the IPGRI Workshop on Pistacia*.
- Quézel, P., Médail, F. (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., Panovska, T. K. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of *Pistacia lentiscus* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(2), 22–28.
- Boufahja, F., Ncib, S., Sahnoun, Z., et al. (2020). Chemical composition and biological properties of fruit oil of *Pistacia lentiscus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 254, 112735.
- Boulekbache-Makhlouf, L., Slimani, M., Madani, K. (2013). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. leaves. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 5(3), 203–209.
- Ghorab, M. M., Mahrous, G. M., Soliman, F. M. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* growing in North Africa. *Natural Product Research*, 34(5), 718–722.
- Koutsoudaki, C., Krsek, M., Rodger, A. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* Var. chia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7681–7685.
- Messaoud, C., Chograni, H., Boussaid, M. (2012). Myricetin, quercetin, kaempferol and their glycosides in *Pistacia lentiscus* leaves: Seasonal variation and antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29(2), 150–157.
- Oussaid, A., El Hachlafi, N., Zaroual, H., et al. (2017). Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* leaves. *Pharmacognosy Journal*, 9(3), 361–366.

- Paraschos, S., Mitakou, S., Skaltsounis, A. L. (2007). Bioactive natural products from *Pistacia lentiscus* and related species. *Phytochemistry Reviews*, 6(1), 179–197.
- Tiné, S., Bouziane, I., et al. (2017). Étude des caractéristiques chimiques de l’huile des fruits de *Pistacia lentiscus*. *Revue Nature & Technologie*, B(16), 8–14.
- Barbero, M., Loisel, R., Quézel, P. (1992). Contribution à l’étude écologique et phytosociologique de *Pistacia lentiscus* dans le bassin méditerranéen. *Ecologia Mediterranea*, 18(3), 89-102.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., Panovska, T. K. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of *Pistacia lentiscus* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(2), 22–28.
- Boufahja, F., Ncib, S., Sahnoun, Z., et al. (2020). Chemical composition and biological properties of fruit oil of *Pistacia lentiscus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 254, 112735.
- Boulekbache-Makhlouf, L., Slimani, M., Madani, K. (2013). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. leaves. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 5(3), 203–209.
- García-Fayos, P., Alcañiz, J. M., Cuadrat, J. M. (2000). Effects of *Pistacia lentiscus* plantation on erosion control in Mediterranean ecosystems. *Ecological Engineering*, 15(3), 247–256.
- Ghaleb, A. A., et al. (2017). Anti-cancer activity of mastic gum. *Cancer Letters*, 402, 105–114.
- Ghorab, M. M., Mahrous, G. M., Soliman, F. M. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* growing in North Africa. *Natural Product Research*, 34(5), 718–722.
- Katsilambros, N., et al. (2000). Mastic gum as a treatment for gastric ulcers. *Phytomedicine*, 7(3), 207–209.
- Koutsoudaki, C., Krsek, M., Rodger, A. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* Var. chia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7681–7685.
- Messaoud, C., Chograni, H., Boussaid, M. (2012). Myricetin, quercetin, kaempferol and their glycosides in *Pistacia lentiscus* leaves: Seasonal variation and antioxidant activity.

- Oussaid, A., El Hachlafi, N., Zaroual, H., et al. (2017). Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* leaves. *Pharmacognosy Journal*, 9(3), 361–366.
- Paraschos, S., Mitakou, S., Skaltsounis, A. L. (2007). Bioactive natural products from *Pistacia lentiscus* and related species. *Phytochemistry Reviews*, 6(1), 179–197.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Chemat, F., Vian, M. A., & Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- de Sousa, D. P., Craveiro, A. A., Andrade, A. L. (2015). Anti-inflammatory properties of essential oils and their constituents. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 15(3), 249-265.
- Hongratanaworakit, T. (2009). Relaxing effect of ylang ylang oil on humans after transdermal absorption. *Phytotherapy Research*, 23(3), 415-420.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451-1474.
- Tserennadmid, R., Piao, M. J., Ahn, M. J., Hyun, J. W., Kang, K. A., Jeong, C. H. (2018). Antimicrobial activity of essential oils and their chemical constituents against human pathogenic bacteria. *Food Science and Biotechnology*, 27(3), 791-798.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.

- Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., et al. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(26), 9099-9104.
- Juergens, U. R., Stöber, M., Vetter, H. (2003). Anti-inflammatory activity of 1,8-cineole (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine*, 97(3), 250-256.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- Gertsch, J., Leonti, M., Raduner, S., et al. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(26), 9099-9104.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- Chemat, F., Vian, M. A., Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Díaz-Maroto, M. C., Pérez-Coello, M. S., Cabezudo, M. D. (2006). Influence of climate and geographical origin on the composition of thyme essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(8), 2967-2973.
- Ghasemi, Y., Ghasemi, A., Ebrahimzadeh, M. A. (2014). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of *Pistacia lentiscus* extracts. *Pharmacognosy Magazine*, 10(39), 362-365.

- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- de Sousa, D. P., Craveiro, A. A., Andrade, A. L. (2015). Anti-inflammatory properties of essential oils and their constituents. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 15(3), 249-265.
- Ghasemi, Y., Ghasemi, A., Ebrahimzadeh, M. A. (2014). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of *Pistacia lentiscus* extracts. *Pharmacognosy Magazine*, 10(39), 362-365.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- Chemat, F., Vian, M. A., Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Díaz-Maroto, M. C., Pérez-Coello, M. S., Cabezudo, M. D. (2006). Influence of climate and geographical origin on the composition of thyme essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(8), 2967-2973.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- Chemat, F., Vian, M. A., Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Chemat, F., Vian, M. A., Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 29(6), 518-526.
- Ghasemi, Y., Ghasemi, A., Ebrahimzadeh, M. A. (2014). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of *Pistacia lentiscus* extracts. *Pharmacognosy Magazine*, 10(39), 362-365.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Boukhris, M., Chelghoum, C., Benali, S., et al. (2017). Chemical composition and biological activities of *Pistacia lentiscus* essential oils from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*,

- Ghasemi, Y., Ghasemi, A., Ebrahimzadeh, M. A. (2014). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of *Pistacia lentiscus* extracts. *Pharmacognosy Magazine*, 10(39), 362-365.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Tzakou, O., Couladis, M., Verykokidou, E. (2007). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 254-257.
- Chemat, F., Vian, M. A., Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils*. Volumes I-III. D. Van Nostrand Company, Inc., New York.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.
- Dugo, P., & Bonaccorsi, I. (2013). *Essential Oils: Extraction, Bioactivity, and their Uses for Food Preservation*. Academic Press.
- Hamrouni-Sellami, I., Sriti, J., Mnari, A., et al. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit essential oils. *Food Chemistry*, 139(1-4), 509–517.
- Lis-Balchin, M. (2002). *Essential Oils and Aromatherapy*. Pharmaceutical Press, London.

Tisserand, R., Young, R. (2014). *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals*. 2nd Edition. Churchill Livingstone.

Ministère de l'Enseignement  
Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -  
Faculté des Sciences كلية العلوم  
Dpartement des sciences agronomiques م علوم الفلاحة



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
وت 1955 - سكيكدة

## Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné : Guerrad Chahrazed **Président de Jury**

Certifie que :

L'étudiant(e) : Meftah Wassila

Spécialité :

Intitulé : Valorisation et extraction de l'huile essentielle de lentisque pistachier  
(Pistacia lentiscus) dans la wilaya de Skikda

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.



**Président de Jury**