

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



## ***Mémoire de fin d'étude***

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Option : Ecologie Forestière

Thème

Influence du solvant, du genre et de l'altitude sur le rendement en polyphénols totaux et en huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus L.* de la forêt de Zekri (w. Tizi Ouzou)

**Présenté par : Lahouazi Hakima**

Soutenue publiquement devant le jury :

|  |   |
|--|---|
| <b>Présidente</b> : Krouchi Fazia        | Maitre de conférence classe « A » UMMTO |
| <b>Promoteur</b> : Aït Saïd Samir        | Maitre de conférence classe « A » UMMTO |
| <b>Examinatrice</b> : Hamidouche Chafiaa | Maitre-Assistant classe « A » UMMTO     |
| <b>Examinatrice</b> : Stoutah Fazia      | Doctorante UMMTO                        |

# Remerciements

Louange à Allah, Seigneur de l'univers ; que les salutations d'Allah soient sur son messager qu'il a envoyé en qualité de miséricorde universelle, ainsi que sur ses compagnons et ses frères jusqu'à la résurrection.

Avant tout je remercie LE BON DIEU le tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience afin de réaliser ce modeste travail.

Je voudrais remercier mon directeur de mémoire Mr Ait Saïd Samir, maitre de conférence A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour sa disponibilité, son aide et ses judicieux conseils

Je souhaite également remercier les membres de jury qui ont accepté d'examiner ce travail

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mr Nabiev Mohammed professeur de chimie à la faculté de chimie et d'hydrocarbure de l'UMBB

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance aux responsables de laboratoire de physico-chimie de département biologie de l'UMMTO Mme Lamri et ses collaboratrices.

Je remercie également Mme Benahmed El Djilali Adiba pour son aide

J'adresse mes vifs remerciements à tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation tout au long de mon chemin d'étude en particulier à Mme Krouchi Fazia

J'exprime mes chaleureux remerciements aux forestiers de district de Zekri

Je remercie ma famille pour le soutien indéfectible qu'ils m'ont apporté tout au long de mon parcours

Je remercie mes ami(e)s et mes collègues pour leurs encouragements.

Je remercie toute personne qui a contribué à la réalisation de ce travail

Merci

# Dédicace

A la mémoire de ma grand-mère Tassadit

de Nna Zaina

A ma chère maman, à mon cher père

A mes frères et sœurs

A mes ami(e)s

A toute personne que j'aime

A toute personne malade qui se bat pour vivre

A toute personne atteinte du cancer

A vous je dédie ce travail

“Le meilleur moyen de réussir c’est toujours d’essayer encore une fois ”

Thomas Edison

# Liste des abréviations

Aq : aqueux

CPLH : chromatographie en phase liquide à haute performance

CPG : chromatographie en phase gazeuse.

DO : densité optique

EAG : équivalent d'acide gallique

ED : eau distillée

Ext : Extrait

Eth : Ethanolique

F : femelle

M : mâle

MO : matière organique

mg : milligramme

ml : millilitre

MS : matière sèche

PPT : polyphénols totaux

% : pourcentage

HE : huile essentielle

# Liste des Figures

- Figure 01** : Feuilles et fruits de *P.Lentiscus* (Bammou et al, 2014)
- Figure 02** : L'aire de répartition géographique de l'espèce *Pistacia lentiscus L* dans le monde (Alyafi, 1979 in Ait Saïd 2011).
- Figure 3** : Répartition géographique des deux espèces *P.lentiscus L.* et *P.Atlantica* en Algérie Quezel et Santa 1963 in Stoutah,2016).
- Figure 04** :l'espèce *Pistacia Lentiscus L* (Smail-Saadoun,N.,2005)
- Figure 05**: Hydrodistillation classique
- Figure 06** : Situation de Zekri dans la carte géographique globale d'Algérie
- Figure 07** : Carte de localisation géographique de Zekri (Michelin 2009) La zone objet de cette étude est la forêt domaniale d'Azouza.
- Figure 08** : forêt domaniale d'Azzouza (photo originelle)
- Figure 9** : feuilles séchées de *Pistacia lentiscus L.*
- Figure 10** : Broyage de feuilles par moulin électrique
- Figure 11** : Tamisage de poudre obtenue
- Figure 12** : Pesée des échantillons obtenus.
- Figure 13** : étapes d'extraction par hydro distillation.
- Figure 14** : Extraction des huiles essentielles de *P.Lentiscus* par hydrodistillation
- Figure 15** : Organigramme d'extraction de PPT par macération
- Figure 16** : étapes d'extraction des PPT par macération
- Figure17** : protocole de dosage de polyphénol totaux par la méthode de folin ciocalteu (Skerget et al,2005).
- Figure 18** : étapes de Dosage de polyphénols totaux
- Figure 19** : courbe d'étalonnage de l'acide gallique
- Figure 20** : teneurs en PPT de l'espèce mâle en altitude 850m
- Figure 21**: teneurs en PPT de l'espèce femelle en altitude 850m
- Figure 22**: teneurs en PPT de l'espèce mâle en altitude 650m
- Figure 23**: teneurs en PPT de l'espèce femelle en altitude 650m
- Figure 24**: teneurs en PPT de l'espèce mâle en altitude 450m
- Figure 25**:teneurs en PPT de l'espèce femelle en altitude 450m
- Figure 26**: variation de teneurs en PPT en fonction du sexe pour les extraits éthanoliques
- Figure 27**: variation de teneurs en PPT en fonction du sexe pour les extraits aqueux
- Figure 28**: variation de teneurs en PPT en fonction du sexe pour les extraits hydroalcoolique

**Figure 29 :** Variation de teneurs en PPT en fonction d'altitude pour les extraits éthanoliques

**Figure 30 :** variation de teneurs en PPT en fonction d'altitude pour les extraits aqueux

**Figure 31 :** Variation de teneurs en PPT en fonction d'altitude pour les extraits

hydroalcoolique.

**Figure 32 :** Rendement en huiles essentielles des individus de *P.lentiscus* à la Moyenne altitude.

**Figure 33 :** Rendement en huiles essentielles des individus de *Pistacia lentiscus* à la basse altitude.

**Figure 34 :** Rendement en huiles essentielles des individus de *Pistacia lentiscus* à la haute altitude.

# Liste des tableaux

**Tableau 01** : Caractères botaniques des organes de l'espèce *Pistacia lentiscus* L(Rameau, 2008)

**Tableau 02** : caractères Autoécologiques de l'espèce *P. Lentiscus* L (Jean-Claude Rameau, 2008).

**Tableau 03** : les principaux composés phénoliques (Crozier et al., 2006) ;(Bruneton,2009)

**Tableau 04** : méthode d'extraction et de dosages de PPT

**Tableau 05** : Caractéristiques du climat Méditerranéen.

**Tableau 06** : les solvants utilisés durant l'étude

**Tableau 07** : teneur de chaque espèce dans chaque altitude en PPT

**Tableau 08** : Rendement en huiles essentielles en fonction d'altitude des feuilles de *P.lentiscus*.

# Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction Générale</b> .....  | 01        |
| <b>Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique</b> .....                                    | <b>03</b> |
| I. Généralités sur le Pistachier Lentisque .....                                      | 03        |
| 1. Présentation du genre Pistacia... ..   | 03        |
| 2. Présentation de l'espèce Pistacia lentiscus L.....                                 | 03        |
| 3. L'aire de répartition géographique.....  | 05        |
| 4. Les exigences écologiques de Pistacia lentiscus L .....                            | 06        |
| 5. Propriétés pharmacologiques... ..  | 07        |
| II. Les métabolites secondaires .....   | 08        |
| II.1. Les composés phénoliques.....   | 09        |
| II.1.1. La classification des composés phénoliques .....                              | 09        |
| II.1.1.1. Les composés phénoliques simples... ..                                      | 09        |
| 1. Les acides phénoliques .....   | 10        |
| 2. Les flavonoïdes.....   | 10        |
| 3. Les alcools phénoliques.....   | 10        |
| II.1.1.2. Les composés phénoliques complexes... ..                                    | 10        |
| 1. les tanins... ..   | 10        |
| 2. la lignine... ..   | 11        |
| II.1.2. Biosynthèse de polyphénols.....   | 12        |
| II.1.3. Extraction et dosage de polyphénols totaux.....                               | 12        |
| II.1.4. Quelques facteurs influençant l'extraction des PPT .....                      | 13        |
| II.1.5. Propriétés biologiques des polyphénols... ..                                  | 13        |
| II.1.6. Rôles de composés phénoliques.....  | 13        |
| II.3 Effet des facteurs environnementaux sur les métabolites secondaires.....         | 14        |
| 1. Biotiques.....   | 14        |
| 2. Abiotiques .....   | 14        |
| III. Les huiles essentielles... ..  | 15        |
| 1. L'huile essentielle sa définition, son origine, ses composants et son utilité..... | 15        |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.  | Méthodes d'extraction des huiles essentielles .....  | 16        |
| 3.  | Identification des composés chimiques des huiles essentielles.....                                     | 17        |
| 4.  | Facteurs de variabilités des huiles essentielles.....  | 18        |
| IV.   | Généralités sur le climat méditerranéen et influence de quelques facteurs biotiques et abiotiques .... | 19        |
| 1.  | Le climat méditerranéen .....  | 19        |
| 2.  | Influence de quelques facteurs biotiques et abiotiques .....   | 20        |
| 1)  | Facteurs Biotiques.....  | 20        |
| 2)  | Facteurs abiotiques.....   | 20        |
|   | <b>Chapitre 02 : matériel et méthodes .....</b>  | <b>21</b> |
| 1.  | Présentation de la zone d'étude .....  | 21        |
| 2.  | Partie expérimentale .....   | 22        |
| Echantillonnage .....                             | 22   |           |
| Préparation des échantillons... ..                | 22   |           |
| I.  | Matériels .....  | 24        |
| 1.  | Matériel biologique.....   | 24        |
| 2.  | Réactifs et solvants... ..   | 24        |
| 3.  | Matériel de laboratoire.....   | 25        |
| II.   | Méthodes.....  | 25        |
| 1.  | Extraction des huiles essentielles de P .lentiscus .....   | 26        |
| Calcul du rendement des huiles essentielles ..... | 27   |           |
| 2.  | Extraction de Polyphénols totaux de P.lentiscus .....  | 27        |
| 3.  | Dosage de Polyphénols totaux .....   | 29        |
| 1)  | Principe... ..   | 29        |
| 2)  | Protocole .....  | 29        |
|   | <b>Chapitre 03 : Résultats et discussions .....</b>  | <b>31</b> |
| III.  | Teneurs en Polyphénols totaux de P.lentiscus .....   | 31        |
| IV.   | Rendement des huiles essentielles.....   | 40        |
|   | Discussions des résultats.....   | 40        |
|   | <b>Conclusion.....</b>   | <b>43</b> |
|   | <b>Références Bibliographiques.....</b>  | <b>45</b> |

## Introduction Générale :

La région méditerranéenne est un point névralgique de biodiversité mondiale caractérisé par un climat particulier,

Les forêts de cette région possèdent une valeur patrimoniale très élevée, elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle (Quezel et Médail, 2003).

Cette diversité est répartie en fonction de divers paramètres, de sa capacité à résister à la sécheresse (Medrano et al, 2002), à la salinité caractérisant les régions aride et semi-aride (Chatzissavidis et al., 2008) ainsi qu'aux conditions de vie extrême en altitude.

Le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiaceae, famille cosmopolite qui comprend 70 genres et plus de 600 espèces, les espèces du genre *Pistacia* sont des arbustes et arbres à feuilles persistantes ou à feuilles caduques résineux qui sont caractérisés comme arbres xérophytes et atteignent 8 à 10 mètre de haut (Mozaffarian, 2005., Kole, 2011). ce genre comprend 11 espèces toutes dioïques (Zohary, 1952).

Le pistachier Lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) est une espèce à feuilles persistantes largement distribuée dans les écosystèmes extrêmes du bassin méditerranéen caractérisé par pénurie de nutriments et d'eau et exposé à de longues périodes de rayonnement solaire et de température élevée. (Margaris, 1981) *P. lentiscus* est une espèce pyrophyte qui repart en végétation en une courte période après passage de feu en raison de la présence d'un lignotuber, un tronc souterrain servant de réserve et de protection permettant à cet espèce de rester en vie et de résister aux incendies et aux perturbations, cela lui confère un rôle important dans la restauration des zones arides et semi arides. Cet arbuste est également connu pour sa plasticité et ses adaptations à la sécheresse en modifiant ses traits morphologiques (Stoutah, 2016).

Le Pistachier lentisque fait partie de notre flore Algérienne, occupe des zones subhumide et semi-aride et se développe sur tout type de sol (Smail-Sadoun, 2002), ce qui le rend important dans le reboisement et la lutte contre la désertification et l'érosion.

La vaste utilisation de cette plante dans la pharmacopée mondiale depuis les anciens temps en médecine traditionnelle (soigner quelques irritations de la peau, la chute de cheveux et certains maux gastriques) est justifiée par sa richesse en composants chimiques ayant une odeur aromatique telle que les huiles essentielles, les flavonoïdes, les tanins... (Hamlat et Hassani, 2008).

## Introduction Générale

---

Le pistachier lentisque connu sous le nom Thidekt ou Amadagh dans la région kabyle, libère des métabolites secondaires, ensemble de molécules qui ne sont pas strictement nécessaires à la survie d'une plante, d'une bactérie ou d'un champignon. Il s'agit majoritairement de molécules de taille et de masse faibles comparées aux molécules du métabolisme primaire (glucides, lipides et acides aminés). Elles sont majoritairement à la source d'odeurs jouant le rôle à la fois de répulsif envers les prédateurs (concurrents écologiques) et d'attractif, de pigments permettant de capter le rayonnement solaire mais aussi de protéger la plante contre ce rayonnement et parmi ces métabolites les huiles essentielles et les composés phénoliques sont les plus étudiés.

Les huiles essentielles, mélanges naturels généralement dominés par des composés mono- ou sesquiterpéniques, plus rarement di terpéniques, et parfois par des phénylpropanoïdes. Les composés phénoliques, ensemble de molécules organiques composés de noyaux aromatiques et de fonctions hydroxyles. Ils trouvent des emplois dans des secteurs assez divers, principalement en parfumerie, en cosmétique et font aussi l'objet d'une consommation importante de la part de l'industrie agroalimentaire où elles sont appréciées pour leurs propriétés organoleptiques.

Diverses méthodes sont utilisées afin d'extraire les huiles essentielles et les polyphénols totaux et d'identifier leurs composés chimiques.

Le rendement et la composition chimique de ces métabolites varie d'une plante à une autre et ces variations s'expliquent par plusieurs facteurs d'origine intrinsèque ou extrinsèque.

Notre étude tente de compléter les différentes études qui ont été effectuées sur le Pistachier lentisque en Kabylie, sur ses métabolites secondaires, leurs différentes méthodes d'extraction ainsi que les facteurs de variation de leurs rendements.

Notre travail est composé de trois chapitres détaillés comme suit :

Le premier chapitre constitue une synthèse bibliographique, où nous avons évoqué les caractères généraux de l'espèce et de l'extraction des huiles essentielles ;

Le deuxième chapitre (matériels et méthodes) est consacré à la présentation des zones d'études et aux méthodologies utilisées pour la collecte des échantillons ainsi que la manipulation au laboratoire.

Le troisième chapitre (résultats et discussion) est consacré à la présentation et discussion des résultats suivie d'une conclusion générale.

## Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

### I. Généralités sur le Pistachier Lentisque

#### 1. Présentation du Genre Pistacia

Le genre Pistacia appartient à la famille des Anacardiaceae, Il regroupe 11 espèces toutes sont dioïques (Zohary, 1952), différentes parties de ces espèces sont étudiés pour leurs propriétés pharmacologiques, la plupart sur la résine de *P.Lentiscus* connue sous le nom de Mastic. Aussi les espèces de ce genre sont utilisées en Industrie alimentaire, consommation de pistache de *P.Vera*, collation ou préparation de boissons type café des fruits de *P.Teribinthus*, colorant alimentaire provenant des anthocyanes de fruits de *P.lentiscus*. à ces études s'ajoute une étude chimique qui a conduit à la découverte de divers métabolites secondaires en plus d'un niveau élevé de vitamines et de minéraux chez les espèces de ce genre.

#### 2. Présentation de l'espèce *Pistacia lentiscus L.*

*Pistacia lentiscus L.* connu sous le nom l'arbre au mastic est un arbuste Dicotylédon à feuilles persistantes de la famille des Anacardiaceae (N.S.Margaris, 1981), Sa systématique est la suivante :

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| Règne         | Plantae                      |
| Embranchement | Angiospermes                 |
| Classe        | Dicotylédone                 |
| Ordre         | Sapindales                   |
| Famille       | Anacardiaceae                |
| Genre         | Pistacia                     |
| Espèce        | <i>Pistacia lentiscus L.</i> |

C'est une espèce circumméditerranéenne caractérisée par une floraison discrète qui débute de Février au mois d'Avril, donne des fruits sous forme de grappes globuleuses de couleur rouge vif qui devient noir en mois d'octobre. Il fait généralement 2 mètres de hauteur et peut atteindre 5 m d'hauteur dans les stations les plus arrosées (N.S.Margaris, 1981).une fiche botanique des principales caractéristiques de ses organes est représenté dans le tableau 1.

*Pistacia lentiscus L.* libère des composés phytochimiques issus de la décomposition de la litière, des exsudat racinaires et du lessivage de parties de plantes vers le sol ( Rice,1984),qui joue un rôle primordial dans la régulation de la diversité végétale (Chou 1999),dans l'établissement d'espèces envahissantes(Bousquet-Mélou et al , 2005) ainsi dans sa protection contre les microbes et les

## Synthèse Bibliographique

attaques pathogènes (Vernenghi et al, 1986).

Différentes parties de cette plante sont utilisées en médecine populaire depuis l'Antiquité pour le traitement de plusieurs maladies et infections en raison de leurs richesses en composés chimiques tel alpha-pinène ; gamma-ter pinène ; ter pinène –4-ol (Ben Douissa et al ,2005 ; Duru et al, 2003) à activités antibactérienne (Iauk, Ragusa, Rapisarda, Franco et Nicolosi, 1996) antioxydante (C. Gardeli, P. Vassiliki, M. Athanasios, T. Kibouris, and M. Komaitis, 2008) antimutagène (N. Hayder ,R.B. Ammar, A. Abdelwahed et al ,2005) et beaucoup d'autres activités à effets thérapeutiques. De ces parties également extraite une huile essentielle et une autre végétale unique en sa composition et efficace en son utilité.



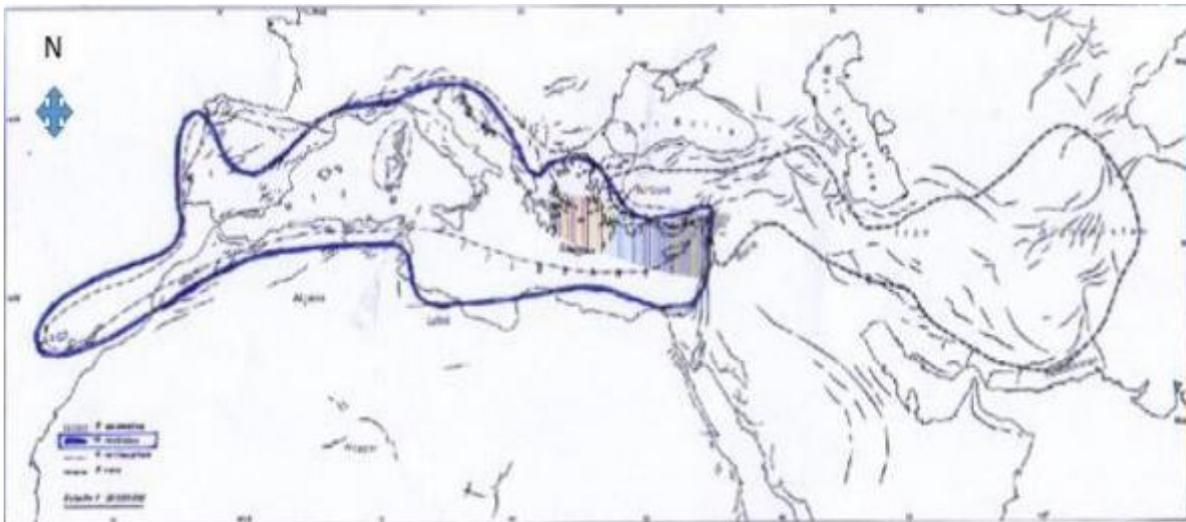
**Figure 01** : Feuilles et fruits de *P.lentiscus* (Bammou et al, 2014).

**Tableau 01** : Caractères botaniques des organes de l'espèce *Pistacia lentiscus* L. (Rameau, 2008).

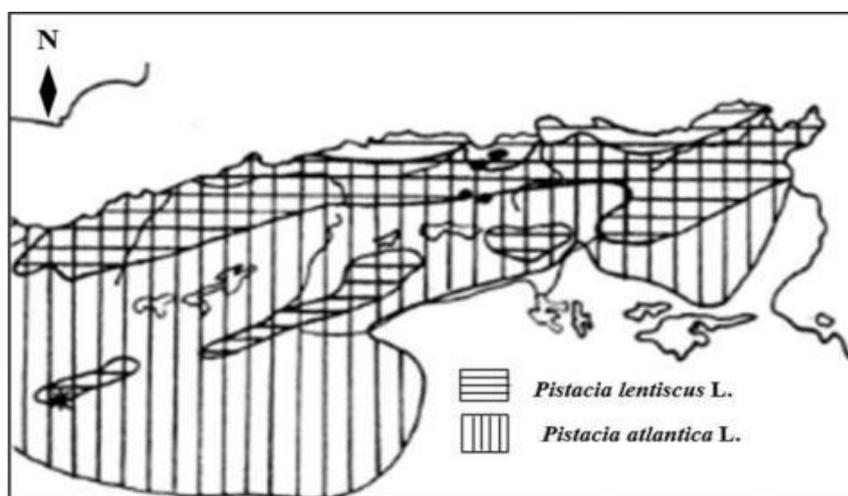
| Organe   | Description  |
|----------|--|
| Ecorce   | brun rougeâtre puis gris orangé, lisse puis écailleuse, contient des canaux d'où on extrait la résine  |
| Branches | Denses, bas rompant en zone éventée et dressée en zone protégée  |
| feuilles | Persistantes (durée de vie 2 ans), composées, coriaces, à pétioles étroitement ailé, possèdent 6 à 12 folioles paripennées, luisantes sur sa face supérieure et d'apparence pales et mates sur l'autre face. Elles sont de couleur vert clair au printemps, plus foncé en été, et sombre en hiver.     |
| fleurs   | Petites, verdâtres, disposées en grappes spiciformes latérales, denses à pédicelles et bractéoles très courts, éclosent de février à Avril, Les fleurs mâles sont de couleur rouge foncé et les fleurs femelles de couleur vert-jaunâtre. Pas de synchronisation de la floraison entre les deux sexes. |
| fruits   | Drupes ou baies comestibles petites de 3 à 4 mètres de diamètre de formes ovoïde, apiculées au sommet, monosperme, d'abord rouge puis noirs à maturité.  |
| Port     | Buissonnant, arrondie, sa forme dépend des conditions de croissance  |

### 3. L'aire de répartition géographique

*Pistacia lentiscus L.* est une espèce très commune aux étages thermo et méso-méditerranéen et rare au supra méditerranéen (Rameau, Mansion, Dumé, 2008), en Algérie elle occupe l'étage thermo-méditerranéen (Ait Saïd, 2011), se disperse généralement au-dessus du littoral entier (Lev et Amar, 2000) et se développe sur tout type de sol (Smail-Sadoun, 2002), cette espèce thermophile est largement distribué dans le Tell, où on la trouve en association avec le pin d'Alep, le chêne liège et le chêne vert participants ainsi à la strate arbustive de ces formations forestières dans le bassin de la Soummam et les zone semi-arides (Anonyme, 1965 in Stoutah, 2016).



**Figure 02 :** L'aire de répartition géographique de l'espèce *Pistacia lentiscus L.* dans le monde (Alyafi, 1979 in Ait Saïd 2011).



**Figure 3 :** Répartition géographique des deux espèces *P.lentiscus L.* et *P.Atlantica* en Algérie (Quezel et Santa 1963 in Stoutah, 2016).

### 4. Les Exigences Ecologiques de *Pistacia lentiscus L.*

*Pistacia lentiscus L.* est une espèce sempervirente, située dans une ambiance climatique subhumide, semi-aride et aride. Dans les zones humides, cette espèce est plus abondante dans les plaines que sur les hauteurs, contrairement aux zones semi-arides où elle pousse plutôt sur les hauteurs. Dans des régions arides avec un climat sec, elle devient rare, préfère des sols à faible concentration en phosphore et en potassium conjugués avec des concentrations différentes en carbonate de calcium et en azote (Dogan et al., 2003). De part son houppier composé de branches imbriquées et dense, le lentisque assure la protection du sol et crée les conditions favorables pour l'humification de la matière organique et l'enrichissement de ses propriétés biologiques (Diaz Barradas et Correia, 1999). C'est une espèce pyrophyte, très inflammable et très combustible, et donc très vulnérable aux incendies. Caractérisé par un bon ajustement au stress hydrique estival pouvant durer de 1 à 6 mois selon Saadoun (2002) L'étude phytodermologique de cette espèce nous a permis de noter son adaptation au manque d'eau par : une absence totale de stomates au niveau de la face supérieure des feuilles et la présence des stomates au niveau de la face inférieure de la feuille. Quelques caractères écologiques de l'espèce sont résumés dans le tableau 02.

**Tableau 02 :** Caractères autoécologiques de l'espèce *P. lentiscus L.* (Rameau, 2008).

| Caractères autoécologiques |   |
|----------------------------|---|
| Espèce                     | Thermophile   |
| Comportement               | Héliophile  |
| Humus                      | Mull à Moder  |
| Ph                         | Légèrement acide à très basique                       |
| Sol                        | Très tolérant, à réserves en eau plus au moins faible |
| Stations                   | A bilan hydrique déficitaire                          |
| Humidité                   | Normal à très sec                                     |
| Multiplication             | Semis, bouture, greffe                                |
| Rusticité                  | Rustique jusqu'à - 10°C                               |

### 5. Propriétés Pharmacologiques :

Différentes parties des espèces du genre *Pistacia* sont utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle pour leurs activités pharmacologiques comme tonique, aphrodisiaque, antiseptique, antihypertenseur, antioxydant, antimicrobien, antiviral, anti-inflammatoire, antinociceptive, antihyperlipidémique, anti-diabétique, anti-athérosclérotique, anti-cholinestérase, anti-tumorale, anti-ulcéreux, pour troubles gastro-intestinaux, hépatique, urinaire, respiratoire, gestion des soins dentaires et autres maladies (Mahbubeh, Bozorgi, 2013).

*Pistacia lentiscus L.* l'une des espèces les plus utilisées en phytothérapie en raison de ses divers effets thérapeutiques approuvés par plusieurs études phytochimiques.

- ✓ Ses feuilles sont utilisées largement en médecine populaire pour le traitement d'eczéma, diarrhée, infection de gorge, l'hypotension (Sanz, Terencio, Paya, 1998) la jaunisse, la paralysie, l'asthme, maux d'estomac, calculs rénaux comme astringent, anti-inflammatoire, stimulant, anti-pyrétique, pectoral antifongique.
- ✓ Son Ecorce est utilisée contre l'hypertension.
- ✓ Sa résine contre infections, virus, microbes comme anti-microbien, anti-viral, anti-oxydant.



**Figure 04** :L'espèce *Pistacia lentiscus L.* (Smail-Saadoun, N., 2005)

### II. Les Métabolites secondaires :

Une des originalités majeures de végétaux réside dans leurs capacités à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques) ils accumulent également des métabolites dits « secondaires ». (Jean- Jacques Macheix, 2005).

Le développement des végétaux résulte d'un compromis entre les métabolites primaires et secondaires selon les conditions environnementales , lorsque les ressources sont largement disponibles la croissance est favorisée au détriment de la différenciation cellulaire (production de composés de défense, maturation de la cellule, spécialisation des cellules).A l'inverse ,lorsque la disponibilité diminue les produits de la photosynthèse sont alloués pour la production des métabolites secondaires(Ait Saïd, 2011).

Les métabolites secondaires sont des substances chimiques actives de certaines plantes supérieures et organes végétaux de fortes propriétés allélopathiques (Fujii et al, 2003 ;Khan et al 2009) de type phytoanticipines synthétisés de manière permanente ou de type phytoalexine synthétisés en cas de stress( Litvak et Monson,1998 ;Gershenzon et al.,2000 ; Wendhenne,2005),en raison de leurs multiples utilisations en médecine populaire, des chercheurs ont fait divers études afin de les identifier tel Xuan et al qui affirment dans leur étude la présence des produits Alcaloïdes,phénoliques,terpenoïdes,flavonoïdes,quinone,stéroïde,tanin,coumarine.

Les métabolites secondaires sont sujets à des variations qualitatives et quantitatives en fonction de la dérive génétique, conditions physiologiques, temps de récolte (çirak et al ,2008) stade de développement (çirak et al, 2008 ; Omezzinea et Houala, 2013) et autres facteurs (Couceiro et al ; 2006., Tatsis et al ,2007).

Ces molécules peuvent agir négativement en réduisant la germination, la croissance, la survie de plantes voisines en raison de leurs effets biologiques sur la division cellulaire, perméabilité des membranes, la respiration ou la photosynthèse. (Gniazdowska et al, 2005).l'activité des microorganismes du sol ainsi leurs influence sur l'écosystème (Castaldi., 2009., Chomel., 2016).

Les plus grands groupes de métabolites secondaires sont les alcaloïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les composés phénoliques :

## II.1 Les composés phénoliques :

Classiquement considérés comme des métabolites secondaires, ils sont présents chez tous les végétaux supérieurs. Ils correspondent à une très large gamme de structures chimiques qui se caractérisent par une répartition qualitative et quantitative très inégale selon les espèces considérées mais aussi les organes, les tissus et les stades physiologiques. Un vaste ensemble de substances qui possèdent un cycle aromatique portant au moins un groupement hydroxyle libre (J.J.Machex, 2013). Les composés phénoliques des végétaux sont issus de deux grandes voies d'élaboration de cycles aromatiques, la voie shikimate (également responsable de la synthèse des acides aminés Phe et Tyr) et la voie polyacétate, qui consiste en la condensation de molécules d'acétylcoenzyme A (ACHAT. S, 2013). Les composés phénoliques participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel (ZEGHAD. N, 2009).

### II.1.1 Classification des polyphénols :

Selon Dufour et Dangles (2005), la classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. Se trouvent dans la nature sous forme simple et sous forme complexe (tableau 3).

#### II.1.1.1 Les composés phénoliques simples :

##### 1. Les acides phénoliques :

Selon Belyakoubi-Benhamou (2011), le terme acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils appartiennent à deux groupes, les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (Sahraoui, 2005).

**Les acides hydroxybenzoïques:** sont les dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> (KEBBAB, 2014), ils sont abondants dans les végétaux et les aliments (Macheix, 2013)

**Les acides hydroxycinnamiques** : une classe très importante dont la structure de base C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> dérive de celle de l'acide cinnamique, Les molécules de base de la série hydroxycinnamique sont l'acide caféique et l'acide férulique( Kebbab,2014)

### 2. Les flavonoïdes :

D'après (Piquemal, 2008), le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus ; (flavus = jaune) (MALEŠEV et KUNTIC, 2007).

Selon Stockigt et al. (2002) c'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques,

D'après Bruneton ( 2009) Les flavonoïdes sont des substances très répandues dans le règne végétal, partageant tous une même structure de base formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, chaîne souvent fermée en un hétérocycle oxygéné hexa- ou pentagonal .Ils sont responsables de la couleur de fleurs, fruits, baies de végétaux (Longo,2007) Ils sont aussi capables de moduler l'activité de certaines enzymes et de modifier le comportement de nombreux systèmes cellulaires, suggèrent qu'ils pouvaient exercer une multitude d'activités biologiques notamment des antioxydants important, anti-inflammatoire, anti hépatotoxique.... (Ghedira, 2005).

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées par domaine médical, où on leur reconnaît des activités antivirales, anti-radicalaires, antiallergiques, anti-tumorales, mais aussi anti-inflammatoires et anti-cancéreuses (Khireddine .H, 2014).

La famille des flavonoïdes peut se diviser en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques: flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et les anthocyanidines ou anthocyanols (Khireddine .H, 2014).

### 3. Alcools phénoliques :

Lederer et Leipzig-Pagani (1996) ; et ALTIOK et al. (2008) ont défini l'alcool phénolique comme étant un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique. Le tyrosol (4-hydroxyphenylethanol) et l'hydroxytyrosol (3,4- dihydroxyphenylethanol) sont les deux principaux alcools phénoliques. On les trouve principalement dans l'huile d'olive.

## II.1.1.2 Les polyphénols complexes :

### 1. Les tannins :

Sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.), caractérisées par leur astringence (sensation de dessèchement en bouche) (MESSAI .L, 2011). Les tanins sont divisés en deux groupes :

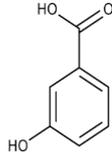
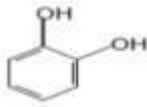
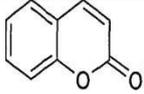
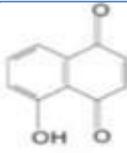
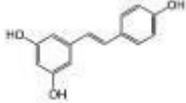
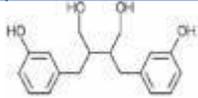
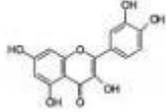
## Synthèse Bibliographique

- Tanins hydrolysables: ce sont des hétéro polymères possédant un noyau central constitué d'un polyol, il s'agit souvent d'un D-glucose ( LEINMÜLLER et al,1991)
- Les tanins condensés: appelés pro anthocyanidines ou procyanidines, sont des polyphénols très différent des hydrolysables vu qu'ils ne possèdent pas de glucose dans leur molécule (Yao et al, 2004).

### 2 Lignines et subérines :

La lignine est le polymère naturel le plus abondant dans le monde après la cellulose. Sa biosynthèse au sein de la matière végétale est assurée par un couplage de trois monomères alcools phénylpropane différents : les alcools coumarylique, coniferylique, et sinapylique(DALMES, 2011).

Tableau 3 : Les principaux composés phénoliques (Crozier et al., 2006) ;(Bruneton,2009).

| Nombre de carbones | squelette | classe          | Exemple                     | Structure de base   |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|---|
| 7                  | C6-C1     | Acide phénols   | Acide gallique              |  |
| 6                  | C6        | Phénols simples | Catéchol                    |  |
| 9                  | C6-C3     | coumarines      | Esculitine                  |  |
| 10                 | C6-C4     | Naphtoquinones  | Juglone                     |  |
| 14                 | C6-C2-C6  | Stilbènes       | Hydrangénols<br>Pinosylvine |  |
| 15                 | C6-C3-C6  | Flavonoïdes     | Quercetine                  |  |
| 18                 | (C6-C3)2  | Lignanes        | matairésinol                |  |

## II.1.2 Biosynthèse de polyphénols

Les polyphénols sont synthétisés par de deux voies biosynthétiques :

- a) La voie de l'acide sikimique, qui est la voie la plus importante pour la biosynthèse des composés aromatiques dans les plantes et les micro-organismes, y compris les acides aminés aromatiques. Dans cette voie, l'érythrose 4-phosphate et le phosphoénol pyruvate sont produits par les hydrates de carbones lors de leur dégradation par la voie des pentoses phosphate et la glycolyse, respectivement.
- b) La voie de l'acide acétique, conduit à des poly- $\beta$ -cétoesters (polyacétates) de longueur variable, qui engendrent par cyclisation ou condensation, des composés souvent polycycliques : les flavonoïdes et les tanins condensés (BRUNETON, 2009).

## II.1.3 Extraction et dosage de polyphénols totaux

L'extraction et le dosage des composés phénoliques se fait selon plusieurs méthodes les plus utilisées et employées sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Méthode d'extraction et de dosages de PPT.

|            | méthode                     | Principe  |
|------------|-----------------------------|---|
| Extraction | macération                  | Le contact liquide (eau ou solvant alcoolique ou hydro-alcoolique)-solide (matière végétale) permet de libérer les PPT qui se trouve dans cellules par rupture des tissus.                                  |
|            | Chromatographie sur colonne | absorber sur une résine du type C18 pour les polyphénols et flavonoïdes des extraits végétaux puis éluer sélectivement les substances polyphénoliques au moyen d'un solvant hydro-alcoolique ou éthanolique |
|            | CO2 supercritique           | Vu sa viscosité il se diffuse facilement ce qui lui permet d'avoir accès à des composés phénoliques liés à la paroi cellulaire  |
| dosage     | spectrométrie               | Lecture des absorbances de PPT au spectrophotomètre après avoir suivi une méthode de dosage qui s'agit généralement de Folin-Ciocalteu  |
|            | Chromatographie             | Par chromatographie en phase liquide à haute performance ou en phase gazeuse  |

### II.1.4 Quelques facteurs influençant l'extraction des PPT

**Le solvant :** est un fluide qui a le pouvoir de solubiliser d'autres substances menant à une solution homogène.

Bourgou (2016) Montre l'influence significative du pouvoir d'extraction du solvant sur le rendement. Les solvants mixtes se sont montrés particulièrement efficaces. le méthanol (70%),

l'éthanol (70%) et l'acétone (70%) présentent les plus forts rendements suivi par les extraits purs et ceux aqueux. les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux varient significativement selon le solvant utilisé.

**La Méthode d'extraction :** selon Bourgou(2006) la méthode d'extraction influence significativement le rendement et les teneurs en composés phénoliques, dans son étude sur *E. helioscopia* l'extraction par sonication et par soxhlet permettent un enrichissement des extraits en PPT et en FVT comparée à la macération. Plusieurs résultats indiquant une variation significative des teneurs en PPT et en FVT en fonction de la technique utilisée ont été rapportés par plusieurs travaux (Annegowda et al ,2011) (Liu et al. 2013).

**Le temps d'extraction :** Les quantités de substances extraites sont fonction du temps de séjour du matériel au sein du solvant .A titre indicatif, une méthode comme la macération dure environ 8 à 10 jours, par contre des méthodes comme la décoction ne nécessitent que des temps de contact rapides de l'ordre d'une dizaine de minutes (HAMSI, 2013).

### II.1.5 Propriétés biologiques des polyphénols

**L'activité antioxydante:** Les polyphénols peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène (anion super oxyde  $O_2^-$ , radical hydroxyle (OH.) pour produire des radicaux phénoxy stable. Ils peuvent aussi agir comme des antioxydants grâce à leur capacité à complexer les ions métalliques.agents hépatoprotectives du vieillissement des mammifères.

**L'activité antibactérienne :** D'après la littérature, les composés phénoliques sont doués d'un effet inhibiteur sur la croissance bactérienne (MADI, 2010) Les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis- à -vis des microorganismes Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhésines microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire( HARRAR,2012).

**L'activité anticancéreuse :** la curcumine permet de prévenir la formation des tumeurs spontanées induites génétiquement, ce même flavonoïde réduit l'apparition des tumeurs de la peau induites chimiquement. La quercétine et la rutine sont les deux flavonoïdes les plus conseillés pour prévenir l'apparition du cancer de l'appareil gastro-intestinal tandis que

l'apigénine avec la quercétine ont la capacité à inhiber la phase de métastase (MAHMOUD, 2000).

### II.1.6 Rôles de composés phénoliques

Le rôle des composés phénoliques est reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux, ils peuvent intervenir :

- Dans certains aspects de la physiologie de plante (régulation de croissance, lignification...).
- Dans les interactions de plantes avec leur environnement biologique et physique (bactéries, champignons, parasites, UV...).
- Dans la protection de l'homme contre certaines maladies (Macheix, 1996).

### II.2. les Terpènes :

Le groupe des terpénoïdes est considéré comme étant le groupe le plus important. Il comprend les monoterpènes, les sesquiterpènes et les diterpènes. Les terpènes qui sont les plus volatiles (Piochon, 2008), sont des molécules organiques de formule  $[C_{5n}H_8]$  (Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2012). Ces substances lipophiles sont responsables de l'odeur des plantes (Hopkins, 2003).

### II.3 Effet des facteurs environnementaux sur les métabolites secondaires

Les plantes interagissent avec l'environnement pour leur survie, et sont influencées par les facteurs environnementaux incluant des stimulants biotiques et abiotiques qui régulent la biosynthèse des métabolites secondaires (Zhi-lin et al., 2007).

#### Facteurs biotiques :

Les plantes sont attaquées par de nombreux agents biologiques comme les insectes, les champignons, les virus, les bactéries, les nématodes, ...etc. Certains métabolites secondaires (phytoalexines) ont des activités antimicrobiennes qui fonctionnent comme un système défensif chez les plantes contre les agents pathogènes. Les molécules synthétisées en réponse à une attaque par des agents pathogènes peuvent être des éliciteurs qui activent les gènes (Al-Nacer, 2018).

#### Facteurs Abiotiques :

Au cours de leur croissance, les plantes interagissent avec leur environnement, et les différents composants abiotiques tels que l'eau, la lumière, la température, le sol et les éléments minéraux, Une disponibilité plus ou moins importante de ces composants abiotiques a une influence directe ou indirecte sur l'accumulation des métabolites secondaires.

- **Stress hydrique**

La disponibilité insuffisante en eau affecte de nombreuses fonctions physiologiques chez les végétaux en particulier la croissance et la photosynthèse. Le stress hydrique a des effets contraints sur les teneurs en métabolites secondaires selon sa durée, son intensité et son apparition au cours du développement de la plante.

- **Stress salin**

Le stress salin comme le stress hydrique affecte la croissance et la photosynthèse et donc modifie la disponibilité en carbone pour la synthèse des métabolites secondaires. En effet, une concentration élevée en ions Na<sup>+</sup>, dans le sol diminue l'absorption de l'eau, la croissance, et le niveau de photosynthèse chez les plantes. (Tippmann et al, 2006).

- **Température**

Des températures plus élevées et plus basses que la température optimale ont un effet négatif sur la croissance et le développement des plantes (Yadav, 2010)

Une température élevée ou trop basse diminue la photosynthèse et la croissance des plantes. (Al- Nacer, 2018).

### **III. Les huiles essentielles**

Parmi les métabolites secondaires renfermés dans les plantes, les huiles essentielles sont les plus étudiées et présentent une grande importance commerciale.

#### **1. L'huile essentielle sa définition, son origine, ses composants et son utilité**

L'huile essentielle est une substance odorante et volatile, Soluble dans l'alcool, les huiles végétales et insoluble dans l'eau, très sensible à la lumière et à l'oxygène de l'air, elle est lipophile et inflammable et généralement de composition complexe, l' HE est obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (George Sens-Olive, 1979).

C'est un mélange de molécules variées comprenant en particulier des terpènes (hydrocarbures non aromatiques), et des groupes aromatiques dérivés du phényle propane ,c'est-à-dire dérivés de l'isoprène et non du benzène, et des composés oxygénés(alcools,aldehydes,cétones,ester).

Les huiles essentielles (HE) sont classées usuellement selon la nature chimique des principes actifs majeurs, plus rarement sur le mode d'extraction ou les effets biologiques, on retient huit classes principales (les carbures sesquiterpénique et terpéniques, les alcools, les esters et les alcools, les aldéhydes, les cétones, les phénols, les éthers et les peroxydes) (George Sens-Olive, 1979).

### **2. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles**

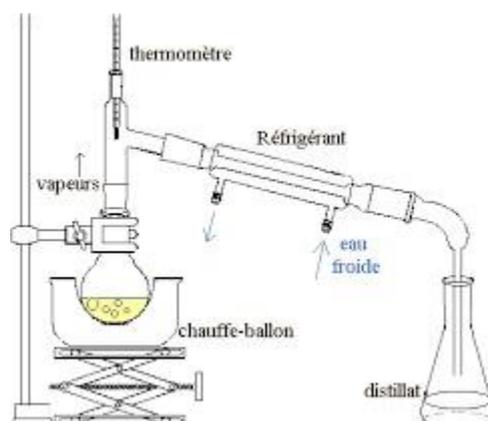
Divers méthodes sont mise en œuvre pour extraire les huiles essentielles, en général le choix de méthode dépend de la nature du matériel végétal à traiter (graine, fleur, feuille, écorce....) de la nature des composés, du rendement de l'huile ainsi de la fragilité aux températures élevées, les principales méthodes d'extraction sont :

- ✓ Distillation à vapeur saturée
- ✓ Entraînement à la vapeur d'eau
- ✓ Hydro diffusion
- ✓ Expression à froid
- ✓ Extraction par solvants
- ✓ Hydro distillation
- ✓ Extraction par les corps gras
- ✓ Extraction par micro-ondes

Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation (Marie Elisabeth et Lucchesi, 2005).

#### ○ L'hydro distillation

Il est de loin le procédé le plus répandu car il convient à la majorité des plantes, c'est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique (Festy, 2007). La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales, qui forme avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique qui distille à 100°C, la vapeur d'eau ainsi restée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour y refroidir. La vapeur redevint donc liquide et les huiles s'en désolidarisent (elles flottent à la surface). On les récupère alors par décantation (Franchomme, 1990).figure(05).



**Figure 05** : l'hydrodistillation

### ○ L'Expression à froid

Il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité, une méthode traditionnelle abandonnée, le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois qui mène ensuite à libérer le contenu aromatique. La rupture de la paroi des poches oléifères fait intervenir trois procédés.

- Une technique qui agit sur le fruit entier, elle utilise des machines exerçant une action abrasive.
- Une technique qui agit sur le fruit sans endocarpe. Elle utilise des machines exerçant une pression suffisante pour libérer l'essence.
- Un troisième procédé permet d'extraire en une seule opération l'essence et le jus sans mélanger les deux produits (Garnero ,1996).

Le produit obtenu se nomme « essence » et non huile essentielle, car aucune modification chimique liée à des solvants ou à la vapeur d'eau n'a lieu (Couic-Marinier ,2013 ; Lamendin ,2004).

### **3. Identification des composés chimiques des huiles essentielles**

Les produits naturels d'origine végétale - extraits, huiles essentielles, résines sont de nos jours très recherchés, présentent un grand intérêt comme matière première destinée à différents secteurs d'activité tels que la pharmacie, la cosmétique, la parfumerie et l'agroalimentaire, Ces molécules qui peuvent en être isolées, dans la plupart des cas optiquement actives, constituent des substrats intéressants pour l'hémi-synthèse de produits pharmaceutiques, de vitamines, de substances odorantes, etc. (Bruneton, 1993). Dans ce but une identification et quantification au moyen de HPLC et CPG est réalisé.

## Synthèse Bibliographique

---

Le double objectif identification/quantification consiste à déterminer la composition chimique de chaque huile essentielle et extraits par différentes méthodes analytiques spectroscopique et/ou chromatographiques. De manière conventionnelle, l'étude de la composition chimique d'un mélange naturel complexe peut être réalisée selon différentes voies :

- **La voie A** Elle fait intervenir le couplage « en ligne » d'une technique chromatographique (CPG, CLHP), qui permet l'individualisation et la quantification des constituants, avec une technique spectroscopique (SM, IRTF, ...), qui permet leur identification par combinaison de leurs données spectrales avec celles de produits connus.
- **La voie B**, en deux étapes, s'impose lorsque les constituants d'un mélange présentent des difficultés d'identification (structures complexes et/ou très proches). Ainsi, le travail d'analyse comporte une étape préalable de purification de tous les composés par différentes techniques chromatographiques suivie d'une étude spectroscopique, incluant la RMN du  $^1\text{H}$  et du  $^{13}\text{C}$ , en vue de leur identification.
- **la voie C** met en œuvre la Résonance Magnétique Nucléaire du  $^{13}\text{C}$  (RMN) pour l'identification des composés en mélange sans séparation préalable ou précédée d'une étape de fractionnement réduite au minimum. Cette technique peut également être employée pour la quantification des constituants lorsque celle-ci ne peut être réalisée par les méthodes usuelles.

### 4. Facteurs de variabilité des huiles essentielles

Le rendement et la composition chimique des huiles essentielles varient d'une plante à une autre, Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, ou extrinsèque, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante.

#### 1. Facteurs extrinsèques

-Les conditions environnementales : la quantité de lumière, la température, la pluviométrie et les conditions édaphique influencent la composition chimique d'une plante aromatique ou médicinale donnée (Bruneton, 1999 ; Mohammad et al., 2009; Olle et Bender, 2010; Aprotosoiaie et al., 2010).

-Les conditions culturelles : la date de récolte, la date de semis, l'emploi d'engrais, les traitements phytosanitaires ainsi que les techniques de récolte influencent également la composition et le rendement des huiles essentielles.(Barry, 2001; Lahlou, 2004; Stefanini et al., 2006; Benini, 2007; Aprotosoiaie et al., 2010).

### 2. Facteurs intrinsèques

L'organe de la plante (Maffei et Sacco, 1987 ; Barry, 2001 ; Stefanini et al., 2006; Chowdhury et al., 2009), le stade végétatif (Aprotosoie et al, 2010) les facteurs de mutation, l'hybridation et la polyploïdie (Garneiro 1991., Aprotosoie et al, 2010) ainsi que les chimiotypes ou formes physiologiques (Garnéro, 1991; Anton et Lobstein, 2005; Belyagoubi, 2006) sont parmi les principaux facteurs intrinsèques qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles.

## IV. Le climat méditerranéen et influence de quelques facteurs biotiques et abiotiques sur l'espèce *P lentiscus L.*

### 1) Le climat méditerranéen

Le climat méditerranéen est la transition majeure entre la zone chaude et la zone tempérée et est défini comme "un climat pluvieux et souvent doux en hiver (perturbations d'ouest) et chaud et sec en été (hautes pressions tropicales)" (Daget 1977 ; Somot 2005). Le climat méditerranéen se caractérise par des variations infrarégionales très marquées du point de vue du cumul de précipitation annuel (entre 100 et 2000 mm) ainsi que des températures moyennes annuelles (entre 5 et 18°C), mais également l'ensoleillement, l'humidité, le vent. De plus, l'existence d'un fort déficit pluviométrique

pendant la saison chaude résulte en une double gouvernance de la biologie locale tant par la température que par les précipitations (Rameau et al. 2008). Les caractéristiques du climat méditerranéen sont résumées dans le tableau 05. Les indices climatiques le plus couramment utilisés pour caractériser les variations interannuelles et infrarégionales du contexte hydro-climatique méditerranéen sont d'une part l'indice de Gaussen et l'indice xérothermique développés par Bagnouls et Gaussen (1952) et d'autre part l'indice de sécheresse estivale et le quotient pluvio-thermique développés par Emberger (Rameau et al. 2008 ; Aidoud 2000 ; Mokhtari et al. 2013).

**Tableau 05 :** Caractéristiques du climat Méditerranéen.

| <b>Le climat Méditerranéen</b>             |   |
|--|---|
| Température                                | contrastées   |
| Amplitude thermique annuelle               | forte d'environ 15°C  |
| Précipitations                             | irrégulières ; il y a moins de 100 jours de pluie par an et elles tombent surtout sous  |
| Les saisons                                | été chaud et sec - hiver doux - pluies violentes au printemps et en automne   |
| Vents                                      | violents : tramontane, mistral.   |
| Végétation                                 | forêt clairsemée, garrigue, maquis  |
| Exemples de régions à climat méditerranéen | Afrique du Nord, Espagne, sud de la France, Italie, Chili central, Californie, région du Cap (Afrique du Sud), sud-ouest de l'Australie |

### **2) Influence de quelques facteurs biotiques et abiotiques**

#### **1) Facteurs biotiques**

Les plantes individuelles vivent dans un environnement complexe où interagissent avec autres herbivores, pollinisateurs, champignons et agents pathogènes dessous et dessus du sol, de ces interactions naissent des relations intra spécifiques (la compétition, la coopération, la reproduction...) au sein d'une même espèce et des relations interspécifiques (symbiose, parasitisme, mutualisme...) entre deux espèces différentes.

Les interactions biotiques influencent la composition et la structure des communautés végétales (Tilman,1988 ;Schob,2013), la croissance, la reproduction et l'établissement des plantes voisines en modifiant les conditions microclimatiques et la disponibilité des ressources (Calaway,2007 ;Macek,2016).

#### **2) Facteurs abiotiques**

Ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème ayant une influence sur une biocénose donnée, il s'agit de l'humidité, de la température, de la disponibilité en N et de la qualité de la MO et autres facteurs qui agissent positivement ou négativement sur le végétal (activité enzymatiques, densités, respiration ou photosynthèse, diversité, croissance, germination.....).

## Chapitre II : Matériels et méthodes

### 1. Présentation de la zone d'étude

La région de Zekri ou Ighil n'Zekri est située au Nord-Est de la wilaya de Tizi Ouzou dans la Daira d'Azazga, elle est comprise entre 36°46' de latitude nord et 4°33' de longitude Est (figure 06 et 07), elle s'étend sur une superficie de 8 851 hectares et abrite 3 grandes forêts qui se caractérisent par un climat méditerranéen humide et sub-humide.



Figure 06 : Situation de Zekri dans la carte géographique globale d'Algérie



Figure 07 : Carte de localisation géographique de Zekri (Michelin 2009).

La zone objet de cette étude est la forêt domaniale d'Azzouza (Figure 08)



**Figure 08 :** Forêt domaniale d'Azzouza (Zekri)

## 2. Partie expérimentale

### 2.1. Echantillonnage

La collecte des échantillons a été réalisée en automne, le 23 septembre 2020 au niveau de trois stations de différentes altitudes qui sont respectivement de 450, 650 et 850m qui se trouvent à Tabouda, Tabarourth et Grinou.

Six (6) arbres du pistachier lentisque ont été retenus pour chaque station, dont trois (3) pieds mâles et trois (3) pieds femelles. Des feuilles matures sont récoltées et conditionnées dans des sacs noirs.

### 2.2. Préparation des échantillons

Après la récolte, les feuilles ont été séchées à l'air libre, à l'abri de la lumière pour une durée d'une semaine puis broyées en poudre fine à l'aide d'une moulinette électrique (figure 09 et 10) ensuite on a mélangé les pieds mâles de part et les pieds femelles de part pour chaque altitude.

La poudre obtenue pour chaque échantillon a été tamisée, mise dans un sac hermétique puis pesée (on a pris en considération le poids du sac) et conservée à une température ambiante (4°C). (Figure 11 et 12).



**Figure 9** : feuilles séchées de *Pistacia lentiscus L.*



**Figure 10** : Broyage de feuilles par moulin électrique.



**Figure 11** : Tamisage de poudre obtenue.



**Figure 12** : Pesée des échantillons obtenus.

Notre étude sur les huiles essentielles a été réalisée au sein du laboratoire de chimie des substances naturelles de la faculté de chimie et d'hydrocarbure de l'université M'hamed Bouguerra de Boumerdes tandis que notre étude sur les polyphénols totaux a été réalisée au sein du laboratoire physico-chimie de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

### I. Matériels

#### 1 Matériel biologique

- Feuilles de *Pistacia lentiscus L* réduites en poudre fine.
- 2 Réactifs et solvants : l'ensemble des produits chimiques utilisés ainsi que leurs rôles et utilités sont résumés dans le tableau 7.

**Tableau 6** : Les solvants utilisés durant l'étude

| composé  | utilité  |
|--|--|
| Ether Diéthylique(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O | Extraction des Huiles essentielles                 |
| EthanolC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH                          | Extraction de polyphénols totaux                   |
| Acide Gallique C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>      | Solution mère de gamme d'étalonnage                |
| Carbonate de Sodium Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>              | Dosage de Polyphénols totaux et gamme d'étalonnage |
| Folin-ciocalteu  |  |
| Eau distillée  | Témoins, extraction                                |

### 3 Matériels de Laboratoire :

#### 3.1 Appareillage :

- Hydrodistillateur
- Spectrophotomètre de marque Medline
- Agitateur magnétique
- Balance de Précision (0.0001g) de marque Sartorius
- Réfrigérateur

#### 3.2 Verrerie :

- Tubes à essai
- Eprouvettes graduées ,10ml, 20ml et 100ml
- Becher
- Flacons
- Fiole de 100ml
- Micropipette de 500 µl
- Pipeter avec une pipette de 5 ml
- Ampoule à décanter
- Entonnoirs

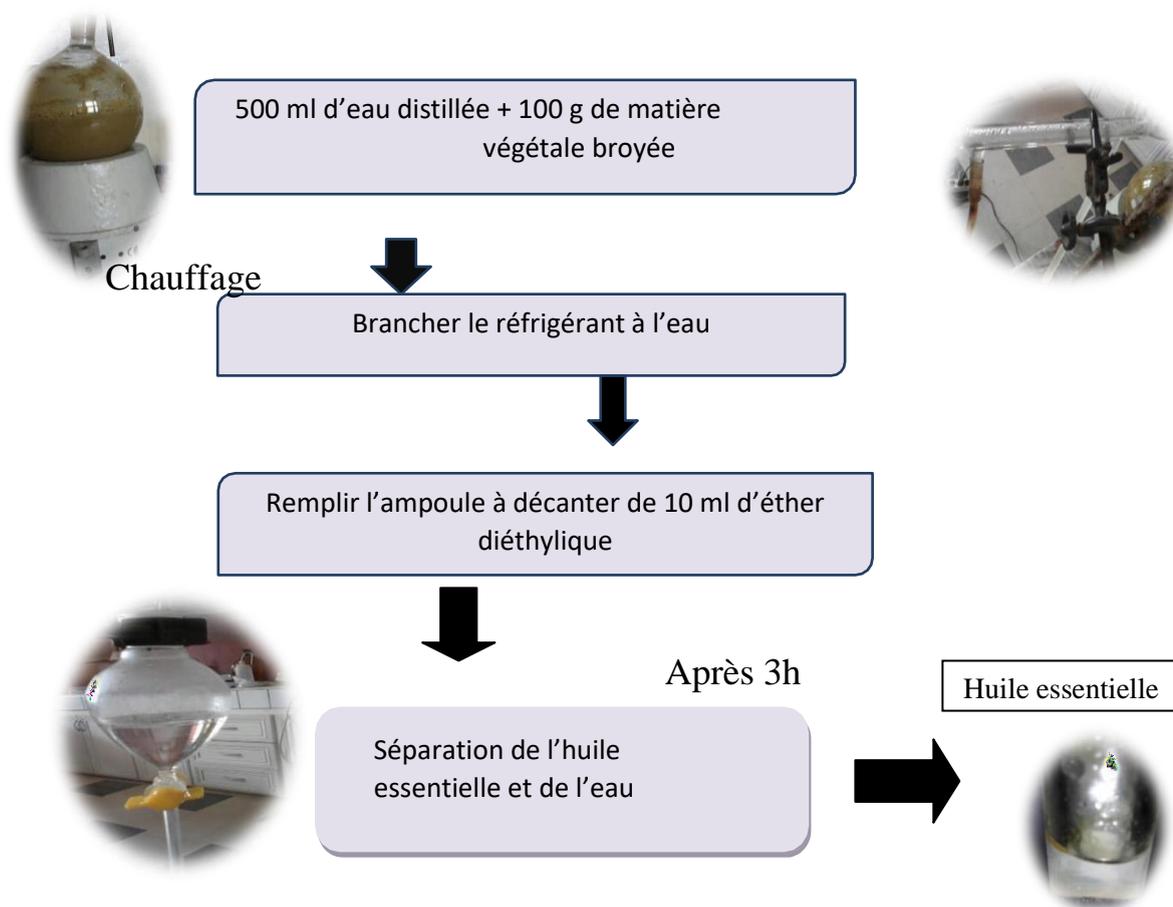
En plus de ces matériels, on a utilisé du papier filtre, un tamis, du papier aluminium, des portoirs de tubes, des spatules

## II. Méthodes

### II .1.Extraction des huiles essentielles

L'extraction est faite selon la méthode d'hydro distillation décrite par Bruneton (1999) qui consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité, les principales étapes d'extraction sont résumées dans la figure 13 et 14.

## Matériels et Méthodes



**Figure 13 :** Etapes d'extraction par hydrodistillation.



**Figure 14 :** Extraction des huiles essentielles de *P.lentiscus* par hydrodistillation.

### II.2 Calcul du rendement en huiles essentielles

Ce rendement est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante (Carré, 1953 in Bekhchi, 2002), il est calculé par la formule suivante :

$$R = PB / PA * 100$$

R : Rendement en HE en

%. PB : Poids d'HE en g.

PA : Poids de matière sèche de la plante en g.

On peut aussi déduire le rendement suivant la méthode de calcul de pourcentage des huiles faites par Cardenas en 2007, vu qu'on a obtenu de petites quantités en huiles essentielles on a suivi cette méthode, alors on a commencé par peser le flacon vide sur une balance de précision de 0.0001g puis par peser le flacon rempli d'huile essentielle sur la même balance, le poids de matière sèche utilisé pour chaque échantillon est de 100g. on a calculé suivant cette formule :

Poids du flacon avec HE - poids du flacon vide = Poids d'HE dans 100 g de matière sèche = rendement en HE en %.

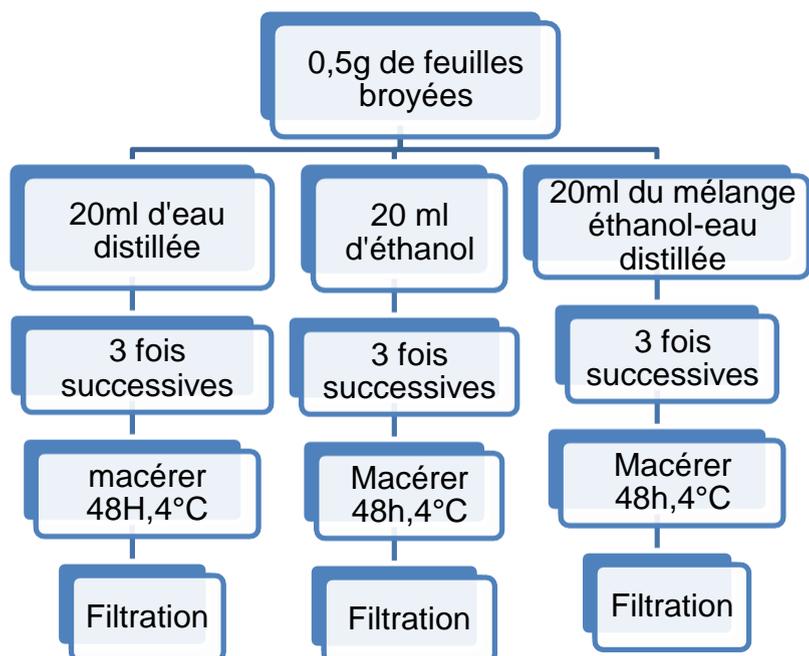
### II.3 Extraction de polyphénols totaux

Les composés phénoliques ont été extraits à partir des feuilles de cette plante par macération (solide-liquide) dans trois solvants : l'eau distillée, l'éthanol et le mélange éthanol-eau distillé.

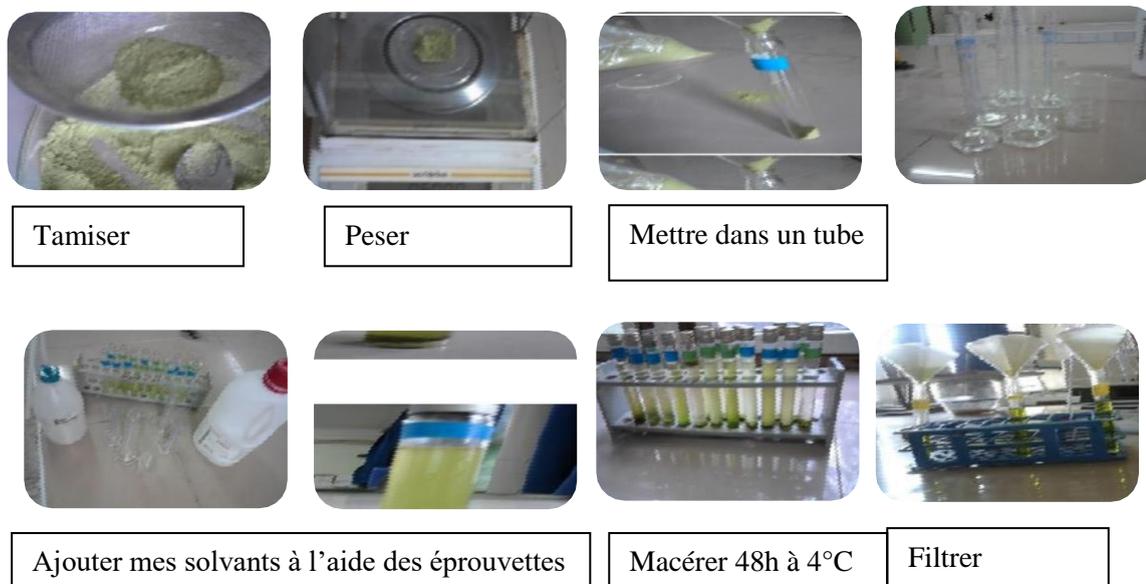
La macération) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans un liquide pour extraire les principes actifs, l'extraction est effectuée selon la méthode décrite par :

Le protocole de la macération de cette plante est le suivant (figure 15 et 16) :

- Peser 0,5 g de la matière végétale sur la balance de précision
- Mettre la matière végétale dans un tube à essai
- Ajouter 20ml d'eau distillée pour le premier tube, 20 ml d'éthanol pour le deuxième tube et 20 ml du mélange hydroalcoolique (50% éthanol 50% eau distillée) pour le troisième tube.
- Bien agiter
- Répéter la procédure 3 fois
- Laisser macérer au réfrigérateur 48h
- Filtrer sur un papier filtre
- Récupérer le filtrat dans un tube à essai



**Figure 15 :** Organigramme d'extraction de PPT par macération.



**Figure 16 :** Etapes d'extraction des PPT par macération.

### II.4 Dosage

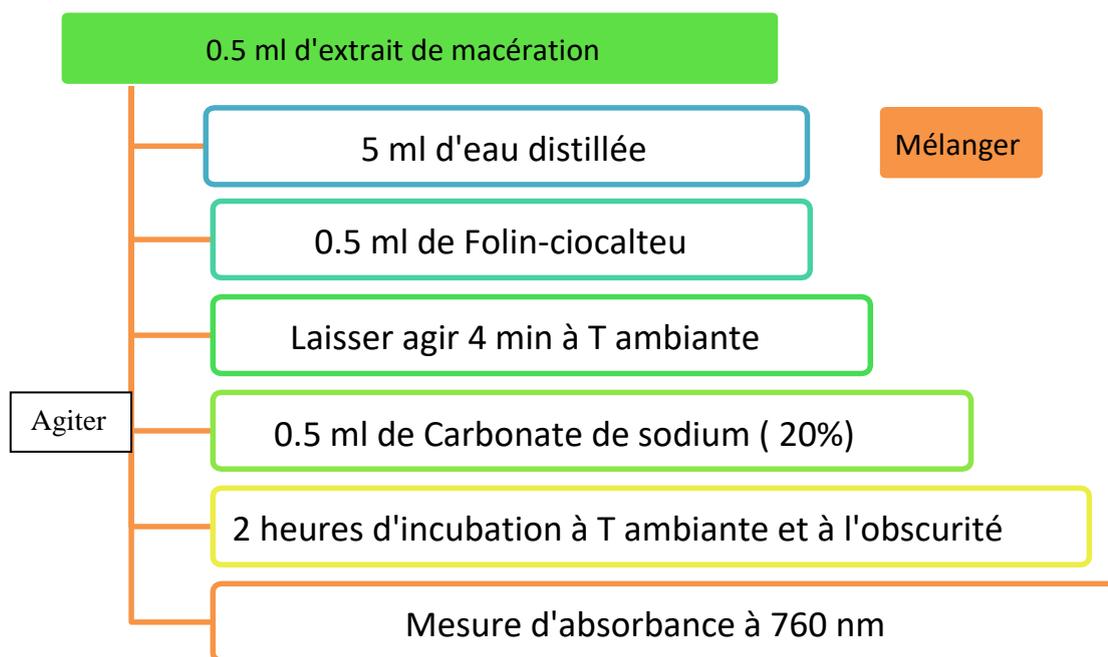
#### ✓ Principe

La teneur phénolique totale est habituellement déterminée colorimétriquement avec un spectrophotomètre en utilisant l'essai de Folin-Ciocalteu. Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de folin-ciocalteu. Le mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) est réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et molybdène (MO<sub>8</sub>O<sub>23</sub>). La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006).

#### ✓ Protocole

Les polyphénols (PPT) ont été déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué en 2005 par Skerget et ses collaborateurs (figure 17). 500 µl d'extrait végétal dilué avec 5 ml d'eau distillé est mélangé avec 500 µl de réactif de folin, après 4 minutes 500 µl de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) à concentration de 20 % sont ajoutés. Le blanc est préparé en remplaçant l'extrait par l'eau distillé pour les échantillons extrait avec de l'eau distillé, l'éthanol pour les échantillons extrait avec de l'éthanol et par le mélange eau distillé –éthanol pour les échantillons extrait avec le mélange eau distillé-éthanol .après une incubation du mélange réactionnel pendant 2 heures à une température ambiante et à l'abri de la lumière ,l'absorbance est mesurée à 760nm car les PPT présente un maximum d'absorbance à cette valeur(Georgé et al., 2005) . Figure (18)

La concentration de polyphénols totaux des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire déduite de la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont alors exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (mg EAG/mg extrait).



**Figure17 :** Protocole de dosage de polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu (Skerget et al, 2005).



**Figure 18 :** Etapes de Dosage de polyphénols totaux.

### Résultats et discussion :

Teneur en polyphénols totaux :

Il n'existe aucune méthode permettant de doser de manière satisfaisante et simultanée l'ensemble des composés phénoliques présents dans un extrait végétal brut. Néanmoins, une estimation peut être obtenue par différentes méthodes. La méthode de Folin-Ciocalteu est très sensible mais malheureusement peu spécifique, car beaucoup de composés réducteurs non phénoliques peuvent interférer tels que les caroténoïdes et la vitamine E (Kahkonen et al, 1999), cependant, elle reste la méthode la plus employée.

Dans notre étude le dosage a été réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu en utilisant l'acide gallique comme standard (0.5 mg/ml), la teneur en composés phénoliques des extraits a été déterminée à partir des équations de la régression linéaire ( $y = 4.3326x + 0.1916$ ) de courbe d'étalonnage exprimée successivement en mg équivalent d'acide gallique, par mg d'extrait de *Pistacia lentiscus*.

Le graphe figure 19 représente les absorbances mesurées à 760nm en fonction des concentrations de l'acide gallique.

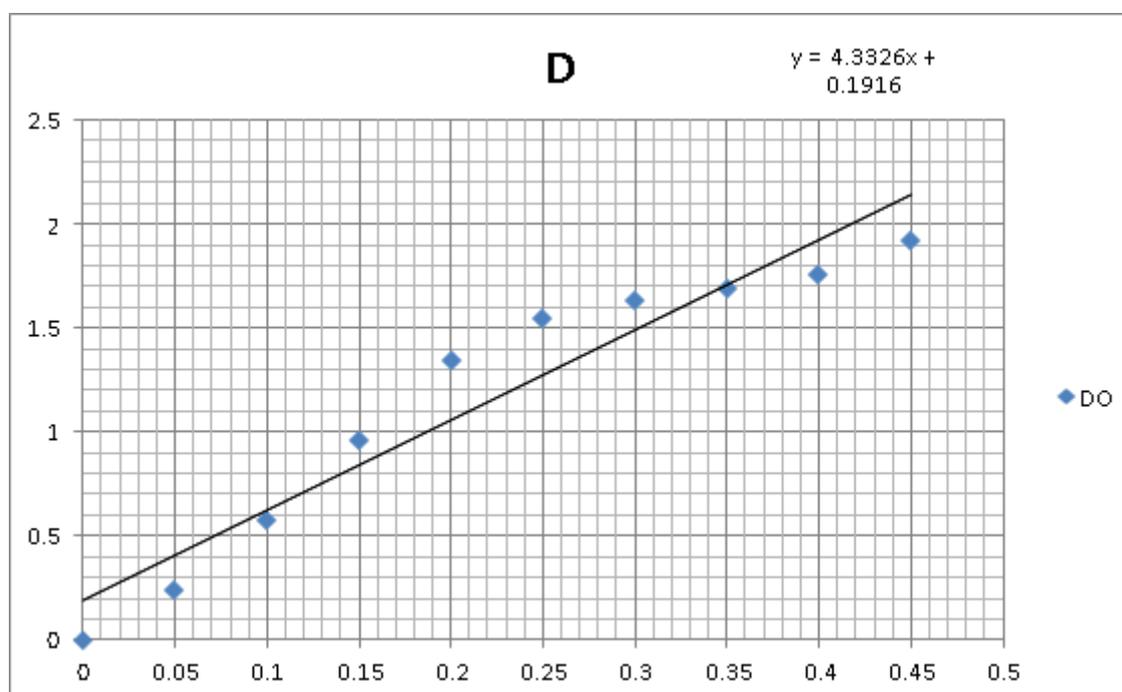
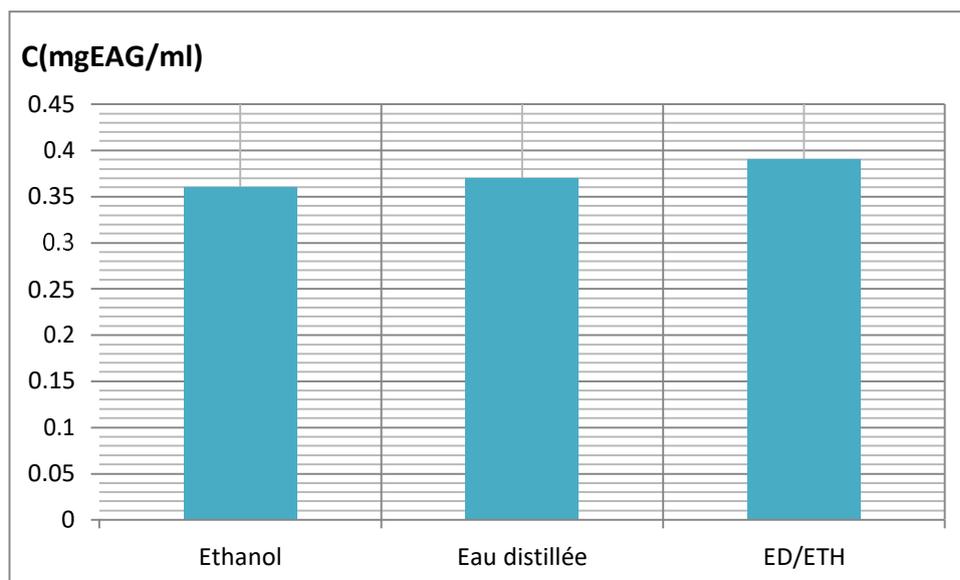
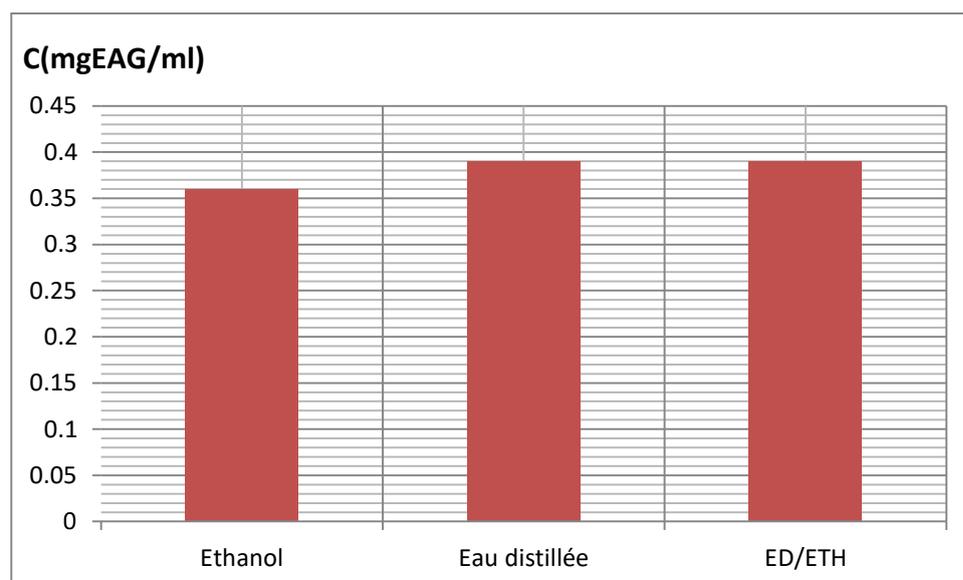


Figure 19 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.



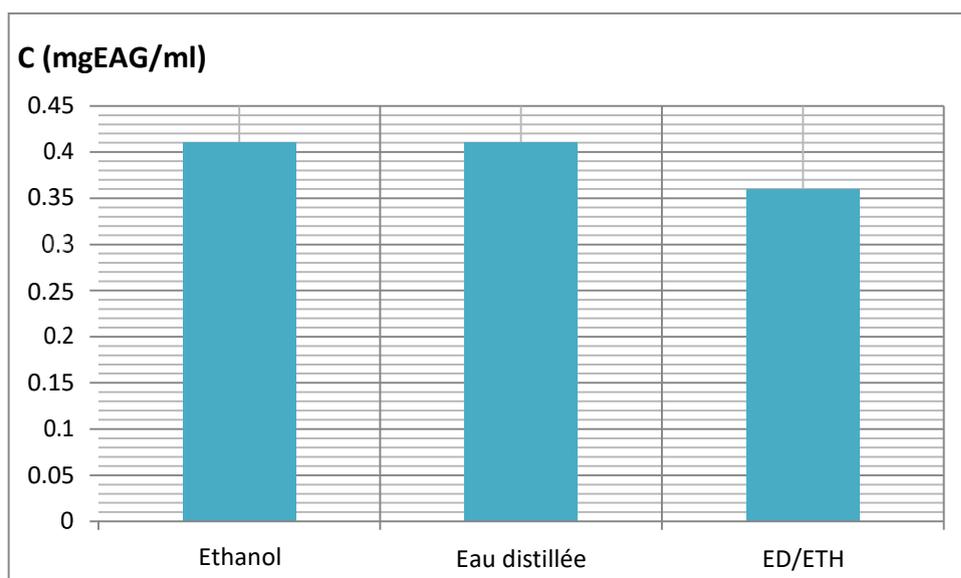
**Figure 20 :** Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu mâle à 850m d'altitude



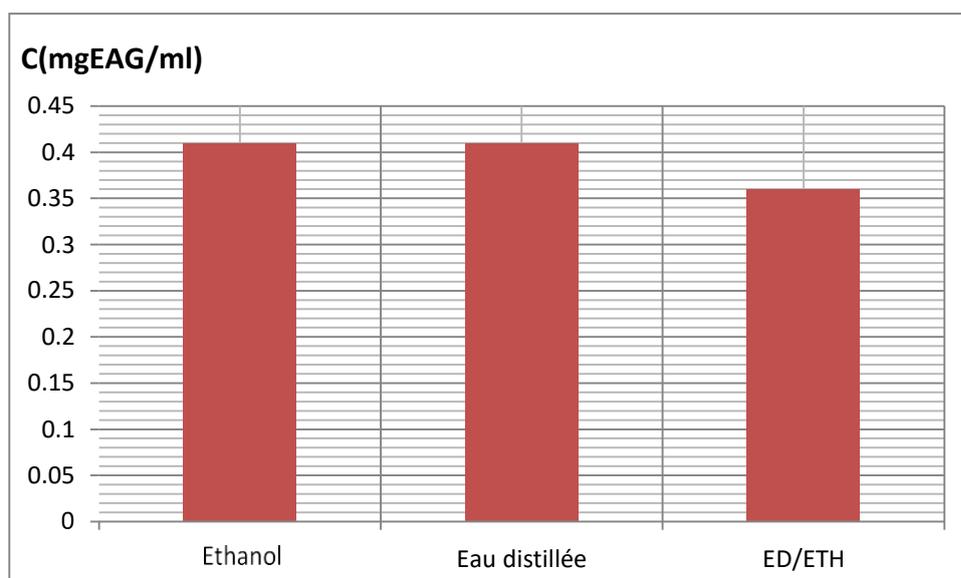
**Figure 21 :** Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu femelle à 850m d'altitude

D'après les résultats obtenus des figures 19, 20 et 21 on remarque que la teneur en PPT pour l'individu mâle est plus élevée dans l'extrait hydro-alcoolique ( 50% eau distillée 50% éthanol) qui est de l'ordre de 0,39 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.* tandis que la teneur en PPT pour l'individu femelle est plus élevée dans les deux extraits eau distillée et eau distillée-éthanol qui est de 0,39mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.*

## Résultats et Discussions



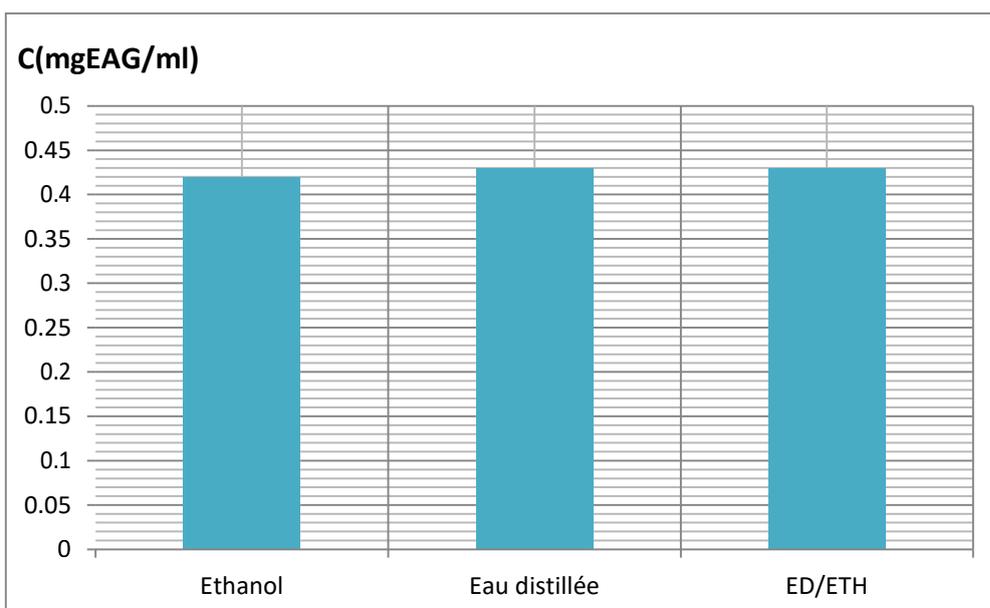
**Figure 22 :** Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu mâle à 650m d'altitude.



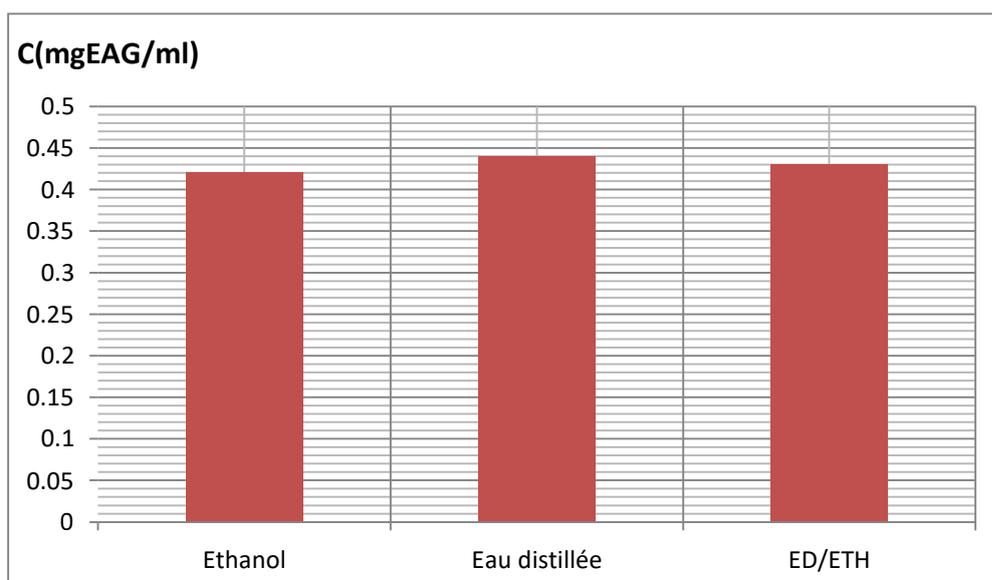
**Figure 23 :** Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu femelle à 650m d'altitude.

D'après les résultats des figures 19, 22 et 23 on constate que la teneur en PPT est plus élevée dans les deux extraits éthanoliques et aqueux pour les deux individus mâles et femelles qui est de l'ordre de 0,41 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.*

## Résultats et Discussions



**Figure 24** : Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu mâle à 450m d'altitude.



**Figure 25** : Teneurs en PPT en fonction du solvant de l'individu femelle à 450m d'altitude.

D'après les résultats obtenus des figures 19, 24 et 25 on remarque que la teneur en PPT pour l'individu mâle est plus élevée dans les deux extraits éthanol-eau distillée et eau distillée qui est de l'ordre de 0,43 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.* tandis que la teneur en PPT pour la femelle est plus élevée dans l'extrait d'eau distillée qui est de 0,44 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.*

## Résultats et Discussions

**Tableau 07 :** Teneurs en PPT des individus mâles et femelles dans chaque altitude en mg EAG/mgMS.

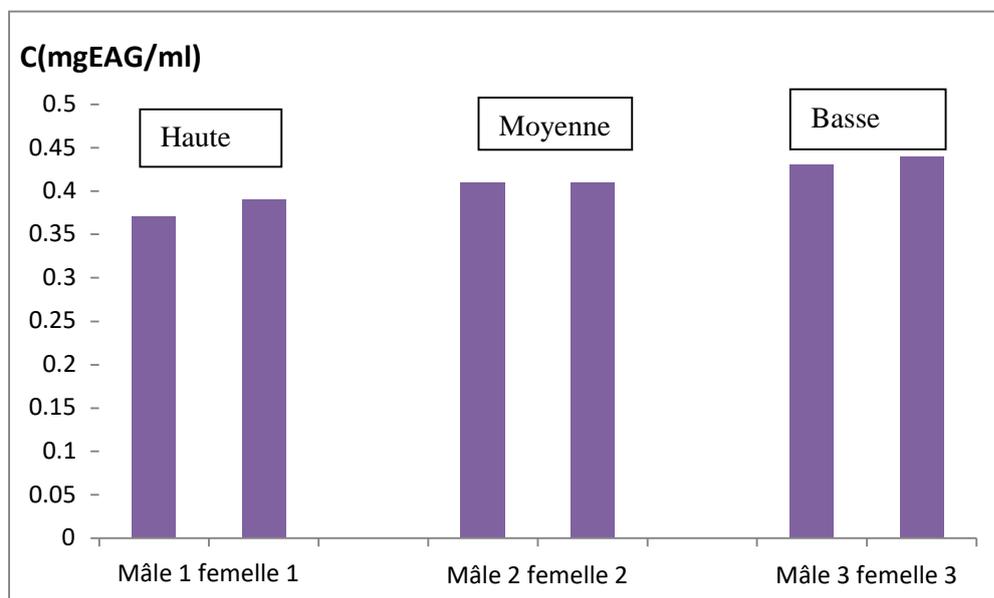
|                     |   | Haute        | Moy          | Basse       |
|---------------------|---|--------------|--------------|-------------|
| Ext Aq              | F | 0,39 ± 0.002 | 0,41 ± 0.004 | 0,44±0.003  |
|                     | M | 0,37 ±0.015  | 0,41±0.005   | 0,43±0.002  |
| Ext Eth             | F | 0,36 ±0.01   | 0,41±0.001   | 0,42±0.004  |
|                     | M | 0,36 ±0.003  | 0,40         | 0,42±0.001  |
| Ext Hydroalcoolique | F | 0,39 ±0.001  | 0,36±0.005   | 0,43 ±0.002 |
|                     | M | 0,39 ±0.001  | 0,36±0.002   | 0,43 ±0.001 |

D'après les résultats des histogrammes figure(20, 21, 22, 23, 24 et 25) et du tableau 7 on constate que les teneurs en PPT de *P.lentiscus* oscillent de  $0,37 \pm 0,015$  mg EAG/mg MS à  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/mg MS pour les extraits aqueux, de  $0,36 \pm 0,01$  mg EAG/mg MS à  $0,42 \pm 0,001$  mg EAG/mg MS pour les extraits éthanoliques et de  $0,36 \pm 0,002$  mg EAG/mg MS à  $0,43 \pm 0,001$  mg EAG/mg MS pour les extraits hydroalcoolique (50 % eau distillée-50% éthanol), on remarque que l'extrait aqueux est plus riche en PPT.

Bampouli et al (2015) signalent que les extraits d'eau présentaient la plus forte quantité en PPT de *P.lentiscus* avec des valeurs  $314,88 \pm 0,01$  et  $271,03 \pm 0,00$  mg Eq AG / g d'extrait sec, ce qui indique que l'eau est considéré comme le solvant le plus approprié pour l'extraction de composés phénoliques.

## Résultats et Discussions

La Teneur en PPT est plus élevée pour mâle 3 et femelle 3 qui est de l'ordre de 0,42 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.* dans le cas d'extrait éthanolique. Les deux individus mâle et femelle sont riches en PPT et présente les mêmes valeurs dans chaque station.



**Figure 27** : Variation de teneurs en PPT en fonction du genre pour les extraits aqueux

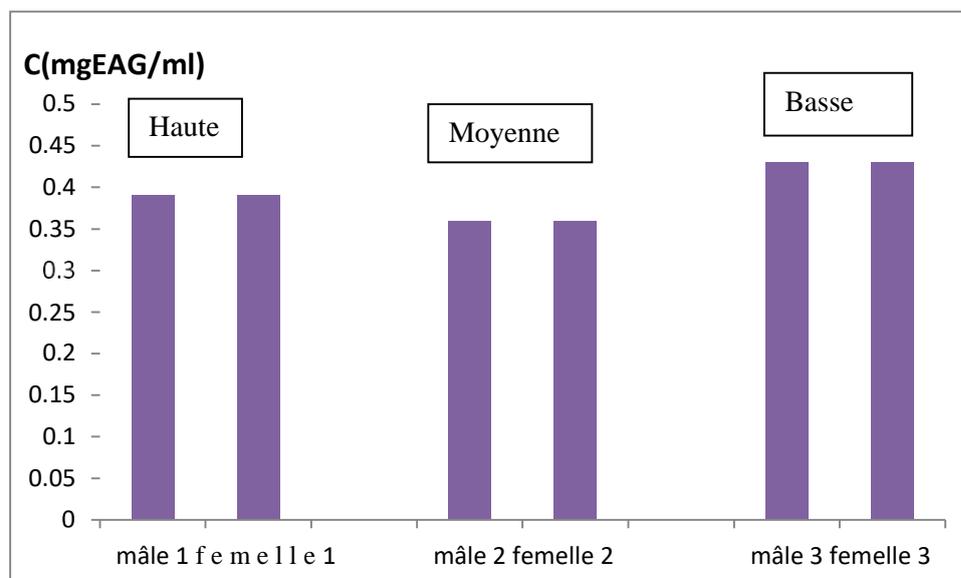
D'après les résultats des figures 19 et 27 et le tableau 7 on remarque que les teneurs en PPT oscillent de  $0,39 \pm 0,002$  mg EAG/mg MS à  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/mg MS pour les femelles et de  $0,37 \pm 0,01$  mg EAG/mg MS à  $0,43 \pm 0,02$  mg EAG/mg MS pour les mâles.

Les individus femelles sont plus riches en PPT que les individus mâles.

L'espèce mâle 3 et l'espèce femelle 3 de la 3eme station présentent les teneurs les plus élevées par rapport aux 2 autres stations.

La femelle 3 présente la valeur la plus élevée dans le cas d'extrait aqueux.

## Résultats et Discussions



**Figure 28 :** Variation de teneurs en PPT en fonction du genre pour les extraits hydro alcooliques au sein des 3 altitudes.

D'après les résultats des figures 19 et 28 et le tableau 7 on remarque que les teneurs en PPT oscillent de  $0,36 \pm 0,005$  mg EAG/mg MS à  $0,43 \pm 0,002$  mg EAG/mg MS pour les femelles et de  $0,36 \pm 0,002$  mg EAG/mg MS à  $0,43 \pm 0,001$  mg EAG/mg MS pour les mâles. Les individus mâles et femelles appartenant à une même station présente les mêmes teneurs en PPT.

L'individu mâle 3 et femelle 3 de la 3eme station présentent les teneurs les plus élevées en PPT par rapport aux deux autres stations qui sont d'ordre de 0,43 mg Eq AG/ mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L* dans le cas d'extrait 50% eau 50% éthanol.

Du fait que les extraits aqueux sont les plus riches en PPT alors on constate que les individus femelles sont plus riches en PPT que les individus mâles.

Maamri (2008), a réalisé une étude sur *P.atlantica* de différents genres de deux régions différentes. Ces valeurs oscillent de  $48,92 \pm 0,04$  mg EAG/g MS à  $104,46 \pm 0,02$  mg EAG/g MS. D'après ces résultats, la quantité des PPT des extraits des feuilles des pieds mâles est supérieure à celle des pieds femelles à l'exception d'une station où la femelle présente 104,46 mg EAG/g MS.

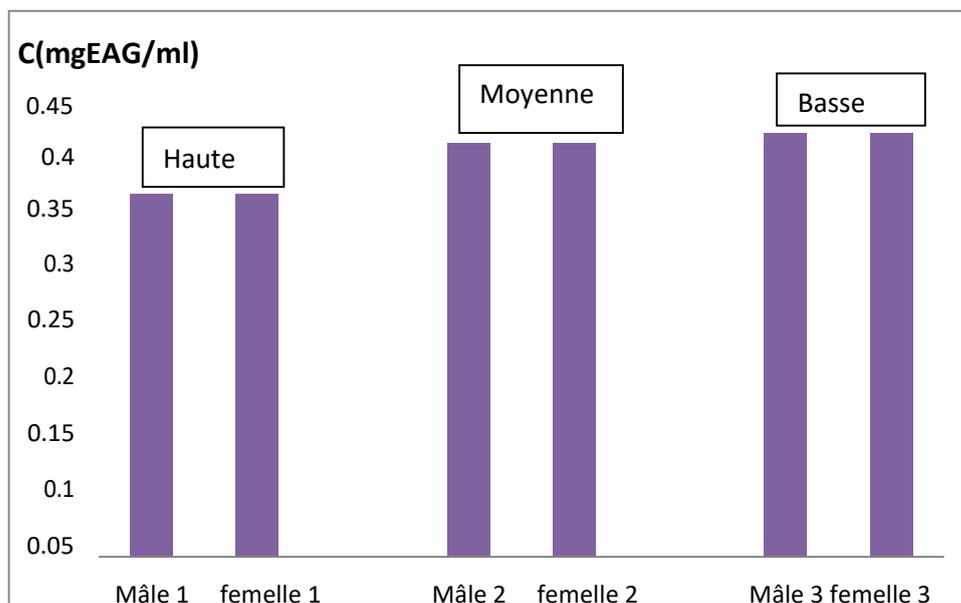
## Résultats et Discussions

Chaher (2006) a prouvé que les extraits des phases aqueuses de *Pistacia lentiscus* présentent un taux élevé en composés phénolique par rapport aux extraits des phases organiques correspondantes.

Iratni (2016) ayant étudié la teneur en PPT de *P.lentiscus* par extraction aqueuse, a obtenu une moyenne de  $119,77 \pm 3,2$  mg EAG/g, Omani (2016) ayant étudié la teneur en PPT par extraction éthanologique a obtenu une moyenne de 115,59 mg EAG/g MS.

Par ailleurs, Rached (2009) a trouvé que la teneur en PPT de l'extrait aqueux des feuilles de *P. atlantica* et de *P. lentiscus* est respectivement de 391.93 mg EAG /g et 349.84mgEAG /g. Ces résultats sont inférieurs à ceux que nous avons obtenus.

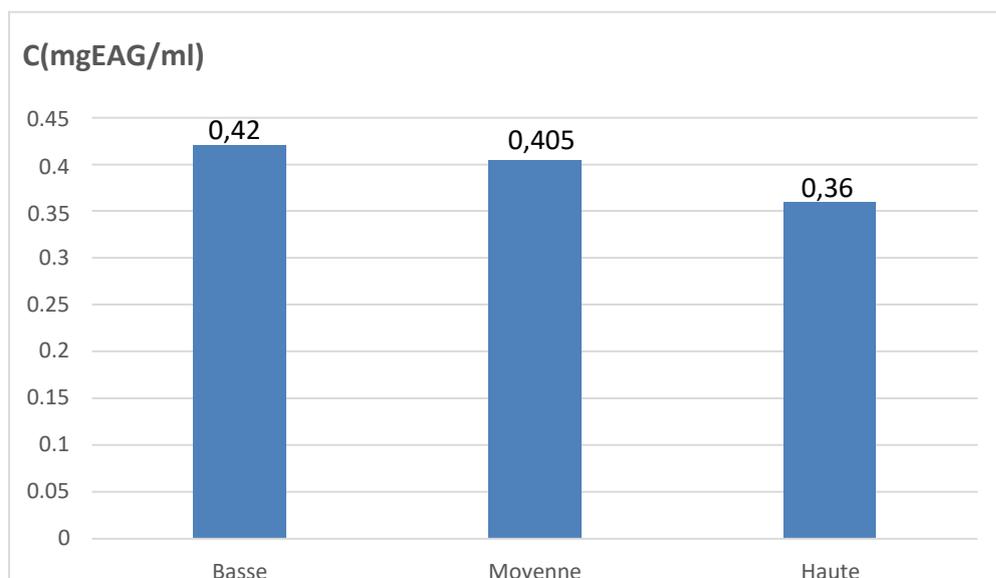
Les résultats de ces études sont difficiles à comparer à cause des différences dans les méthodes d'extraction et de calcul (Modnicki et Balcerek, 2009). En outre, la température et le solvant d'extraction jouent un rôle dans le rendement en polyphénols obtenu (Sousa et al., 2008 ; Conde et al., 2009). Par conséquent, pour obtenir des fractions riches en polyphénols, il est préférable d'employer des mélanges de solvants organiques appropriés avec de l'eau(Mahmoudi.2012)



**Figure 26** : Variation de teneurs en PPT en fonction du genre pour les extraits éthanologiques au sein des 3 altitudes.

D'après les résultats des figures 19 et 26 et le tableau 7 on remarque que les teneurs en PPT oscillent de  $0,36 \pm 0,01$  à  $0,42 \pm 0,004$  pour les femelles et  $0,36 \pm 0,003$  à  $0,42 \pm 0,001$  pour les mâles .les individus mâles et femelles appartenant à une même station présente la même teneur en PPT.

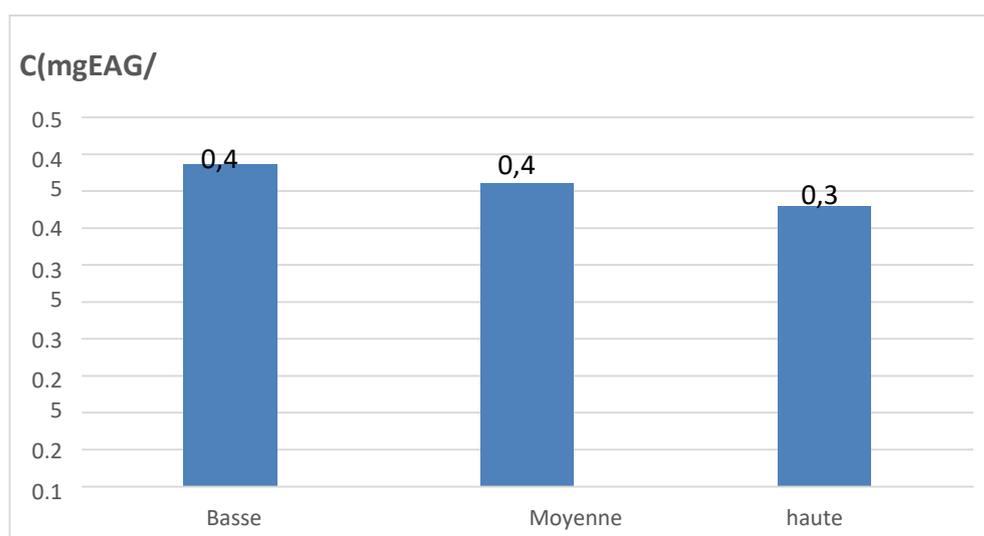
## Résultats et Discussions



**Figure 29** : Variation de teneurs en PPT en fonction de l'altitude pour les extraits éthanoliques.

D'après les figures 19 et 29 et le tableau 7 on constate que les teneurs en PPT sont de 0,36 mg EAG/mg MS. (haute altitude) ;  $0,40 \pm 0,007$  mg EAG/mg MS. (moyenne altitude) 0,42 mg EAG/mg MS. (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en PPT.

Les individus de la basse altitude présente une teneur plus élevée en PPT par rapport à la moyenne et la haute altitude qui sont respectivement de 0,42 ; 0,41 et 0,36 mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.* dans le cas d'extrait éthanolique.

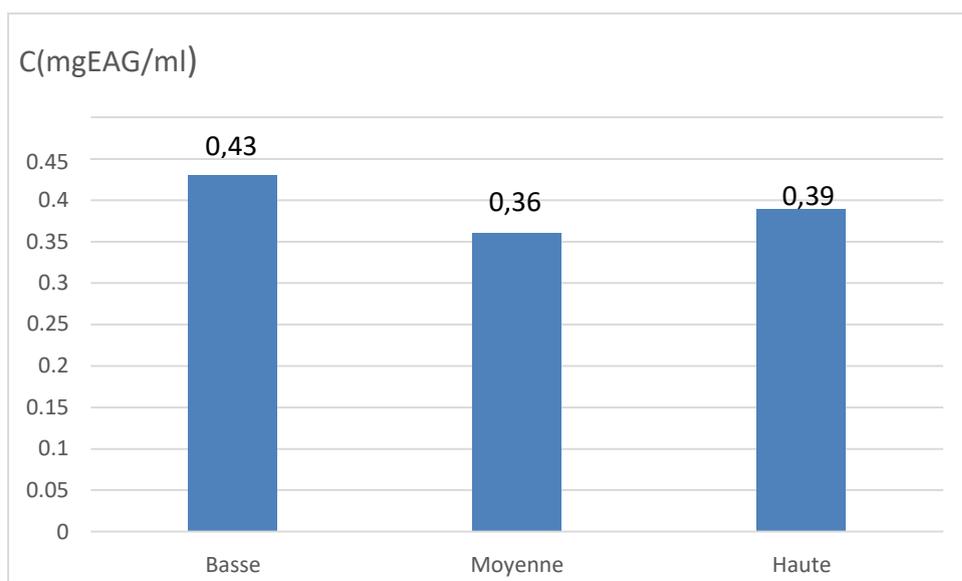


**Figure 30** : Variation de teneurs en PPT en fonction de l'altitude pour les extraits aqueux.

## Résultats et Discussions

D'après les figures 19 et 30 et le tableau 7 on constate que Les teneurs en PPT sont de  $0,38 \pm 0,01$  mg EAG/mg MS. (haute altitude) ;  $0,41$  mg EAG/mg MS. (moyenne altitude)  $0,43 \pm 0,005$  mg EAG/mg MS. (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en PPT.

les espèces de la basse altitude présente la plus grande teneur en PPT qui est de l'ordre de  $0,43$  mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.* tandis que la haute altitude présente la plus faible teneur en PPT qui est de  $0,36$  mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus L.*



**Figure 31 :** Variation de teneurs en PPT en fonction de l'altitude pour les extraits hydroalcooliques

D'après les figures 19 et 31 et le tableau 7 on remarque que les teneurs en PPT sont de  $0,39$  mg EAG/mg MS (haute altitude) ;  $0,36$  mg EAG/mg MS (moyenne altitude)  $0,43$  mg EAG/mg MS (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en PPT. la basse altitude montre la plus grande teneur en PPT qui est de l'ordre de  $0,43$  mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus* tandis que la moyenne altitude montre la plus faible valeurs qui est de  $0,36$  mg Eq AG/mg de feuilles de *Pistacia lentiscus* dans le cas d'extrait 50%ethanol-50%eau distillée.

D'après la figure 19, le tableau 7 et les histogrammes 29, 30 et 31, on constate que la basse altitude est plus riches en PPT.

Thays H.Borges(2017) a réalisé une étude sur le fruit de l'olivier Arbequina montrant que qu'en haute altitude ils contiennent des quantités plus élevées en PPT.

### Rendement en huiles essentielles

Le rendement en huiles essentielles des individus de *Pistacia lentiscus* calculé après pesée sur la balance de précision de 0.0001 g, diffère d'une altitude à une autre.

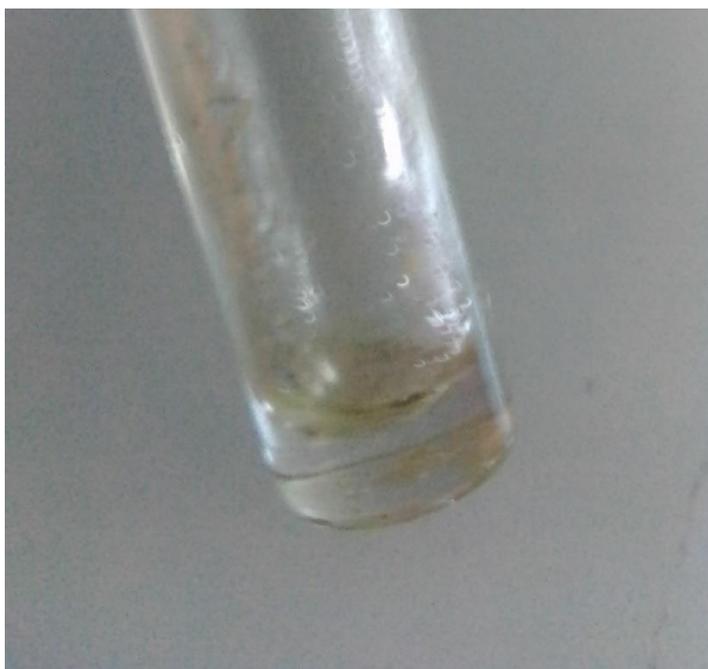


**Figure 32 :** Rendement en huiles essentielles des individus de *P. lentiscus* à la Moyenne altitude



**Figure 33 :** Rendement en huiles essentielles des individus de *P. lentiscus* à la basse altitude

## Résultats et Discussions



**Figure 34** : Rendement en huiles essentielles des individus de *Pistacia lentiscus* à la haute altitude.

**Tableau 08** : Rendement en huiles essentielles en fonction d'altitude des feuilles de *P.lentiscus*.

| Altitude | Rendement en HE (%) |
|----------|---------------------|
| Haute    | 0.1                 |
| Moyenne  | 0.12                |
| Basse    | 0.15                |

D'après le tableau 08, les figures 32 et 33 et 34 on remarque que le rendement en huiles essentielles de la basse altitude est largement plus grand que celui de la moyenne et de la haute altitude avec une valeur de 0.15% pour 100 g MS. on constate aussi que cette même altitude est d'une couleur plus claire que les deux autres altitudes.

D'après Cardenas (2007) Le rendement des huiles essentielles de *P.lentiscus* est très faible avec 100 kg de plante on obtient 15 g d'huile essentielle. Dans son étude 100 grammes de matière végétale a donné 0.015 % d'huile essentielle des feuilles de *Pistacia lentiscus*. Ces résultats sont inférieurs à ceux que nous avons trouvés.

## Conclusion

---

### Conclusion :

L'objectif de notre travail a porté sur des pieds mâles et des pieds femelles de *P.lentiscus L* dans 3 altitudes différentes qui sont respectivement de 450 ,650 et 850m ensuite sur l'extraction et le dosage des polyphénols totaux, par le réactif du Folin-ciocalteu et l'extraction des huiles essentielles à partir des feuilles de cette espèce puis comparaison des teneurs en PPT ainsi que du rendement des HE de chaque échantillon afin de déduire l'effet du solvant, du genre et de l'altitude sur le rendement des PPT et HE.

La méthode de dosage des polyphénols totaux a été effectuée en utilisant le Folin-ciocalteu, ainsi que le carbonate de sodium. Ceci nous a permis de faire une estimation de la teneur en polyphénols contenue dans les feuilles de la plante étudiée. En effet, les teneurs en PPT des feuilles de *Pistacia lentiscus* se situent entre 0,37 et 0,44 mg EAG/ mg MS pour les extraits aqueux, entre  $0,36 \pm 0,01$  et  $0,42 \pm 0,001$  mg EAG/ mg MS pour les extraits éthanoliques et de  $0,36 \pm 0,002$  à  $0,43 \pm 0,002$  mg EAG/ mg MS pour les extraits hydroalcooliques.

On déduit que l'extrait aqueux est l'extrait le plus riche en PPT avec une moyenne de  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/ mg MS.

Les teneurs en PPT en fonction de l'altitude sont de  $0,38 \pm 0,01$  mg EAG/ mg MS (haute altitude) ;  $0,41$  mg EAG/ mg MS (moyenne altitude)  $0,43 \pm 0,005$  mg EAG/ mg MS (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en PPT

Les teneurs en PPT en fonction du genre oscillent de  $0,39 \pm 0,002$  à  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/ mg MS pour les femelles et de  $0,37 \pm 0,01$  à  $0,43 \pm 0,02$  mg EAG/ mg MS pour les mâles .On remarque que les individus femelles sont plus riches en PPT que les individus mâles.

Les rendements en HE en fonction de l'altitude sont de 0.1 % pour 100 g MS (haute altitude) 0.12 % pour 100 g MS (moyenne altitude) 0.15 % pour 100 g MS (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en HE.

Les résultats obtenus dans l'analyse quantitative, nous laissent constater que cette plante est une source prometteuse de polyphénols mais très pauvre en huile essentielle.

La variation de la teneur en polyphénols totaux d'un extrait à un autre, d'un individu à un

## Conclusion

---

autre et d'une altitude à une autre nous laisse déduire que le solvant, le genre et l'altitude influence le rendement en PPT.

La variation du rendement des HE entre les individus des 3 altitudes nous mène à déduire que l'altitude influence aussi sur le rendement des HE.

En perspective il est nécessaire de refaire l'expérience en :

Utilisant d'autres procédés d'extractions Utilisant des doses variées et d'autres solvants.

Faisant une étude comparative des teneurs en PPT des huiles essentielles et teneurs en PPT de matière sèche des feuilles des genres de *Pistacia lentiscus* dans différentes altitudes.

Etudiant l'activité antioxydante des feuilles de *Pistacia lentiscus*.

Utilisant d'autres parties de *Pistacia lentiscus*.

Faisant une étude sur d'autres métabolites secondaires.

Identifiants les composés chimiques des huiles et des PPT des feuilles de *P.lentiscus*.

Faisant une étude sur les huiles végétales.

### Références Bibliographiques :

**Achat, S., 2013** .Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Thèse de Doctorat. Université de Bejaïa, Université d'Avignon et des pays Vaucluse.

**Aidoud, A. 2000**. "Fonctionnement Des Ecosystèmes Méditerranéens."

**Ait Saïd,S.,2011**.Strategies Adaptatives de deux espèces du genre Pistacia(P.Lentiscus et P.Atlantica Desf ) aux conditions d'altitude,de salinité et d'aridité ;Approche Morpho-Anatomiques Phytochimiques et Ecophysiologiques.thèse de doctorat en sciences biologiques.

**Al-Nacer,O.,2018**.Effet des conditions environnementales sur les caractéristiques morpho-physiologiques et la teneur en métabolites secondaires chez Inula montana : une plante de la médecine traditionnelle Provençale.

**Altiok E., Deniz B., Oguz B. et Semra U. (2008)**. Isolation of polyphenols from the extracts of olive leaves (*Olea europaea*. L) by adsorption on silk fibroin. Separation and Purification Technology., 2 (62): 342-348

**Annegowda HV, Bhat R, Tze LM, Karim AA, Mansor SM (2011)** The free radical scavenging and antioxidant activities of pod and seed extract of *Clitoria fairchildiana* (Howard) - an underutilized legume. J Food Sci Technol 50: 535-41

**Anton R. and Lobstein A., 2005**. Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec. & Doc., Paris, 522p.

**Aprotosoiaie A.C., Spac A.D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu V.F., Dorneanu V. et Stanescu U., 2010**.The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). FARMACIA, Vol. 58 (1) ; pp. 46-54.

**Bagnouls, F., and H. Gaussen. 1957**. "Les Climats Biologiques et Leur Classification." *Annales de Géographie* 66 (355): 193–220. <https://doi.org/10.3406/geo.1957.18273>.

**Bampouli, A., Kyriakopoulou, K., Papaefstathiou, G., Louli, V., Aligiannis, N., Magoulas, K., Magdalini, K. (2015)**. Evaluation of total antioxidant potential of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves extracts using UHPLC–HRMS. J of Food Engineering.

**Barry N., 2001**. Art d'extraire les huiles essentielles. De parfum à faire soi-même, pp. 125128.

## Références Bibliographiques

---

- Belyagoubi-Benhammou N. (2011).** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat en biologie, Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie.
- Ben Douissa,F.,Hayder,N.,Chekir-Ghedira.L.,Hammami,M.,Gherdira,K.,Mariotte,A.M.,et al.(2005).**new study of the essential oil from leaves of Pistacia Lentiscus L(Anacardiaceae ) from Tunisia . Flavour and Frangrance Journal, 20, 410-414
- Benini C., 2007.** Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'ingénieur. Université Gembloux, 109p.
- Boizot, N., & Charpentier, J. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'INRA , pp. 79-82.
- S. Bourgou,R. Seraiari Bedji,, F. Medini , R. Ksouri,2016** Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'Euphorbia helioscopia.
- Bousquet-Mélou ,A.,Louis,S.,Robles,C.,Greff,S.,Dupouyet,S.,Fernandez,C.2005.**Allelopathic potential of Medicago arborea,a Mediterranean invasive shrub.Chemoecology 15 :193-198.
- M.Bozorgi, Z.Memariani, M.Mobli, M.H.S.Surmaghi, M.R.Shams-Ardekani, R.Rahimi,**Five Pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, andP. lentiscus): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology,2013
- Bruneton J.,1993.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier ed.,Paris : Tec et Doc. 915.
- Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales. Tec. et Doc. Lavoisier. 3ème édition, Paris.
- Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4ème éd., revue et augmentée, Tec et Doc. éditions médicales internationales, Paris : 1288.
- Callaway RM.** Positive Interactions and Interdependence in Plant Communities. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2007.
- Castaldi S, Carfora A, Fiorentino A, Natale A, Messere A, Miglietta F, et al.** Inhibition of net nitrification activity in a Mediterranean woodland: possible role of chemicals produced by Arbutus unedo. Plant Soil. 2009; 315: 273–283. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9750-x>.
- Cipollini, D.,Rigsby,C.M.,A and Barto,E.K.2012.**Microbes as targets and mediators of allelopathy in plants .J.Chems.Ecol.38 :714-727.

## Références Bibliographiques

---

- Çirak,C.,Radusienne,J.,Camas,N.,2008.**pseudohyperisin and hyperforin in two turkish hypericum species ;variation among plant parts and phenological stages.Biochemical systemactic and Ecology36,377-382.
- Chaher. N, (2006).** Activités antioxydant et anti-radicalaire des extraits de deux plantes médicinales « Pistacia lentiscus et Fraxinus angustifolia ». Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister En Biochimie et Biophysique moléculaire: Techniques d'Investigations Biophysiques, Université A.MIRA de Bejaia
- Chatzissavvidis, C., Veneti, G.,Papadakis,I.and Therios,L.,2008.**Effect of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on the antioxydant mechanism of leaves and stems of the rootstock CAB-CP(*Prunus Cerasus L.*) under in vitro conditions.Plant Cell Tiss.Organ Cult.95,37-45.
- Chomel M, Guittonny-Larchevêque M, Fernandez C, Gallet C, DesRochers A, Pare ´ D, et al.** Plant secondary metabolites: a key driver of litter decomposition and soil nutrient cycling. Aerts R, editor. J Ecol. 2016; 104: 1527–1541. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12644>.
- Chou,C.H.1999.**Roles of Allelopathy in Plant Biodiversity and sustainable Agriculture.Plant Sci.18 :609-636.
- Chowdhury J.U., Mobarok H. Bhuiyan N.I. and Nandi N.C., 2009.** Constituents of essential oils from leaves and seeds of *Foeniculum vulgare* Mill. Cultivated in bangladesh. Bangladesh J. Bot. 38(2): pp.181-183
- Couceiro,M.A.,Afreen,F.,Zoubayed,S.M.A.,kozai,T.,2006.**Variation in concentrations of major bioactive compound of ST.John's wor :Effects of investigating time temperature and germplasm.Plant Science 170,128-134
- Couic-Marinier F., Lobstein A. (2013)** Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine.Actualités pharmaceutiques; 52 (525) : 18-21.
- Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H., 2006.** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- Daget, Philippe. 1977.** “Le Bioclimat Méditerranéen : Caractères Généraux, Modes de Caractérisation.” *Végétation* 34 (1) : 1–20
- Dalmes .G-H, 2011.**Structure et application d'élaboration des résines époxy. Thèse de Doctorat .Université de Toulouse.

## Références Bibliographiques

---

- Dayan,F.E,Romagni,J.C.,Duke,S.O,2000.**Investigating the mode of action of natural phytotoxines.Journal of Chemical Ecology 26,2079-2094.
- Diaz-Barradas,M.C.,and Correia,O.,1999.**Sexual dimorphism, sex ratio and spatial distribution of male and female shrubs in the dioecious species *Pistacia lentiscus* L.
- Dogan,Y.,Baslar ,S.,Aydin,H.,and Mert,H.H.,2003.**A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey
- DUFOUR C. et DANGLES O. (2005).** Flavonoid-serum albumin complexation: determination of binding constants and binding sites by fluorescence spectroscopy. *Biochimica Et Biophysica Acta, General Subjects.*, 1-3 (1721) : 164-173.
- Duke,S.O.,Dayan,F.E.,Romagni,J.G.,Rimando,A.M,2000.**Natural products as source of herbicides :current status and future trends.weed research 10,99-111.
- Festy, D., 2007.** Ma bible des huiles essentielles
- Franchomme, P., Jollois, R., Péroël, D. and Mars, J. (1990)** L'aromathérapie exactement: Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois Editeur, 44-47.
- Fujii,Y.,Parvez,S.S.,M.M.,Ohmae ,Y.,Iida,O.,2003.**Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using sandwich method.Weed Biology and Management.
- C. Gardeli, P. Vassiliki, M. Athanasios, T. Kibouris, and M. Komaitis,** "Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts," *Food Chemistry*, vol. 107, no. 3, pp. 1120– 1130,2008.
- Garnéro J., 1991.** Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. Encyclopédie des médecines naturelles, Paris, France, pp. 2-20.
- Garnero J.,1996.**Huiles essentielles. Techniques de l'ingénieur K345 pp 1-45.
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., Amiot, J.M. (2005).** Rapid determination of polyphénols and vitamin C in plant-derived products. *J of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 1370-1373.
- Gershenzon,J.,McConkey,M.E.,and Croteau,R.B.,2000.**Regulation of monoterpene accumulation in leaves of peppermint.*Plant.Physiol.*122,205-213.

## Références Bibliographiques

---

- Ghedira, K.** Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapy* **3**, 162–169 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0096-8>
- Gniazdowska A, Bogatek R.** Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. *Acta physiol plant.* 2005 ;27 :395\_407. <http://doi.org/10.1007/s11738-005-0017-3>.
- Hamsi, N., 2013.** Contribution à l'étude de l'optimisation de l'extraction solide-liquide des lipides par Soxhlet du caroubier (*Ceratonia siliqua*) de la région de Tlemcen. Thèse de Doctorat. Université Abou Bakkr Belkaid de Tlemcen
- Harrar, A-EN ,2012.** Activités antioxydant et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Mémoire de magister. Université de Ferhat Abbas de Sétif.
- Hayder, N., Ammar ,R.B., Abdelwahed, A., et al .,** Antibacterial and antimutagenic activity of extracts and essential oil from (Tunisian) *Pistacia lentiscus*, *Toxicological & Environmental Chemistry*, vol. 87, no. 4, pp. 567–573, 2005.
- Hopkins W.G., 2003.** *Physiologie végétale*. Paris : 532p.
- Houala, R, Khanfir., Tarchoune, A., Hawala, S, Beji, M., 2008.** Allelopathic potential of *Trigonella foenum-graecum*, *Allelopathic Journal* 21(2), 307-316.
- Iauk, L., Ragusa, S., Rapisarda, A., Franco, S., et Nicolosi, V. (1996).** In vitro antimicrobial activity of *Pistacia Lentiscus* L. extracts : preliminary report. *Journal of Chemotherapy*, 8, 207-209.
- Inderjit ,2005,** Soil microorganisms : an important determination of allelopathic activity. *Plant Soil* 274 :227-236.
- Iratni G., 2016.** Activités biologiques d'intérêt médical, d'extraits de feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*organum majorana*. Thèse de doctorat Université mouloud mammeri Tizi ouzou.
- Johnson, C.B., Kirby., Naxakis, G., and Pearson, S., 1999.** Substantial UV-B- mediated induction of essential oil in sweet basil (*Ocimum Basilicum* L.). *Phytochemistry* 51, 507-510.
- Kähköen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T. S. and Heinonen, M. (1999).** Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J of Agricultural Food Chemistry*, 47: 3954-3962
- Kaloustian J. et Hadji-Minalou F., 2013.** La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie. Paris , 226p.

## Références Bibliographiques

---

- Kebbab, R., 2014.** Etudes du pouvoir antioxydant des polyphénols issus des margines d'olives de la variété Chamlà: Evaluation de l'activité avant et après déglycosylation. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi -Ouzou
- Khan, A.L., Hamayun, M., Javaid, H., Hamayun, K., Gilani, S.A., Kikuchi, A., Watanabe, K.L., Jung, E.H., In-Jung, L., 2009.** Assessment of allelopathic potential of selected medicinal plants of Pakistan. *African Journal of biotechnology* 8, 1024-1029.
- Khireddine .H, 2014.** Comprimés des poudres de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie .Mémoire de magister. Université M'hamed Bougera de Boumerdes
- Kole, C.** *Wild Crop Relatives : Genomic and Breeding Resources Legume Crops and Forages*, Springer, Heidelberg, Germany, 2011.
- Lamendin H.** Huiles essentielles en diffusion atmosphérique. *Chir. Dent. Fr* 2004; 1185 : 78-80.
- Lederrer M. et Leipzig-Pagani E. (1996).** A simple alternative determination of the formation constant for the inclusion complex between rutin and  $\beta$ -cyclodextrin. *Analytica Chimica Acta.*, 329: 311-314.
- Leinmuler E., Steingass H. et Menke K.H. (1991).** Tannins in feeds for ruminants. II Effects on rumen metabolism in vitro. *Übersichten zur Tierernährung.*, 19 : 45–70.
- Lev, E., Amar, Z., (2000).** Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold at the end of the 20th century. *Journal of Ethnopharmacology* 72, 191- 205.
- Litvak, M.E., and Monson, R.K., 1998.** Patterns of induced and constitutive monoterpene production in conifer needles in relation to insect herbivory. *Oecologia*, 114, 531-540.
- Liu JB, Chen F, Chen J, Xu Q, Xia D, Wang Z, and Li Y (2013)** Magnetic signature of environmental change reflected by lacustrine sediments from the Ningwu Go
- Longo, L., Scardino, A., Vasapollo, G., 2007.** Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia Lentiscus L.*, *Phillyria Latifolia L* and *Rubia Pergrina*. universita del Salento, via per Arnesano Km 1, 73100, lecce, Italy.
- Lucchesi, M.-E., (2005)** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion

## Références Bibliographiques

---

- Maamri, S. (2008).** Etude de Pistacia atlantica de deux régions de sud algérien : Dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens. Mémoire en vue de l'obtention de diplôme de Magister en biochimie et microbiologie appliqués, p 26.
- Macek P, Prieto I, Mackova J, Pistoń N, Pugnaire FI.** Functional Plant Types Drive Plant Interactions in a Mediterranean Mountain Range. *Front Plant Sci.* 2016; 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00662> PMID: 27242863.
- Macheix, J.J (1996).** Les composés phénoliques des végétaux : quelles perspectives à la fin du XXème siècle?, *Acta Botanica Gallica*, 143:6, 473-479, DOI: 10.1080/12538078.1996.10515344. <https://doi.org/10.1080/12538078.1996.10515344>.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., 2005.** les composés phénoliques des végétaux : un exemple de composé phénolique d'importance économique. PPUR presses polytechniques
- Madi .A, 2010.** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine.
- Maffei & Sacco, 1987.** Perfumer and flavorist. Vol. 13, N° 5, 61p. In Besombes C., 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, 289p
- Mahmoud N.N., Carothers A.M., Grunburger D., Bilinski R.T., Churchill M.R., Martucci C., Newmark H.L. et Bertagnoli M.M. (2000).** Plant phenolics decrease intestinal tumors in an animal model of familial adenomatous polyposis. *Carcinogenesis.*, 21: 921-927.
- Margaris, N.S.** Adaptive strategies in plants dominating mediterranean-type ecosystems, in : R. di Castri, D.W. Goodall, R.I. Specht (Eds.), *Ecosystems of the world, Mediterranean-type shrublands*, Elsevier Science, New York, 1981, pp.309-315.
- Medrano H., Escalona J.M., Bota J., Gulías J., Flexas J., 2002.** Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought : the interest of stomatal conductance as a reference parameter. *Ann Bot (Lond)* 89:895–905.
- Messai .L, 2011.** Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (ARTEMISIA HERBA ALBA). Thèse de Doctorat. Université Mentouri de Constantine

## Références Bibliographiques

---

- Mohammad S, Abu-Darwish and Abu-Dieyeh Z.H.M.,** 2009. Essential oil content and heavy metals composition of *Thymus vulgaris* cultivated in various climatic regions of Jordan. *Int. J. Agric. Biol.*, Vol. 11, N° 1, pp.59-63.
- Mokhtari, N, R Mrabet, P Lebailly, and L Bock.** 2013. "Spatialisation Des Bioclimats, de L' Aridité et Des Étages de Végétation Du Maroc," 50–66.
- Mozaffarian,V.** *Trees and Shrubs of Iran*, Farhang Moaser, Tehran, Iran, 1st edition, 2005.
- Narwal,S.S,1999.** Allelopathy in weed management in : Narwal,S.S(Ed.).*Allelopathy update.Basic and applied aspects* Enfield.Science publisher incs.,New Hampshire,pp.203-253.
- Olle M. et Bender I.,** 2010. The content of oils in Umbelliferous crops and its formation. *AgronomyResearch* 8 (3), pp.687-696.
- Omezzinea,F.,Houala,R.,2013.** Effects of *Trigonella foenum-graecum* L.development stages on some phytochemicals content and allelopathic potential.*Scientia Horticulturae* 160,335-344.
- Piochon M.,** 2008. Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Mémoire de maîtrise : Ressources renouvelables. Canada : université de Québec
- Quézel P. & Médail F.,** 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris, 592 p.
- Rameau, J-C, D Mansion, G Dumé, and C Gauberville.** 2008. "Flore Forestière Française, Région Méditerranéenne." Institut Pour Le Développement Forestier ; Ministère de L'agriculture et de La Pêche.  
[https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=P282nNjQq50C&oi=fnd&pg=PA7&dq=classification+des+bioclimats+mediterranéens&ots=T1yUtouU3u&sig=-d1eoaygYmk0aDIFEZQFB1yR-w#v=onepage&q=classification des bioclimats méditerranéens&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=P282nNjQq50C&oi=fnd&pg=PA7&dq=classification+des+bioclimats+mediterranéens&ots=T1yUtouU3u&sig=-d1eoaygYmk0aDIFEZQFB1yR-w#v=onepage&q=classification+des+bioclimats+méditerranéens&f=false)
- Rice,E.L. ,1984.** Allelopathy. 2<sup>nd</sup> Ed GB-London :Academic press.
- Sahraoui, W.,** 2001. pharmacognosie, composés phénoliques.
- Sanz, Terencio, Paya, 1998, M.J. Terencio, M.C., et Paya, M. (1998).** In vivo hypotensive activity of *Pistacia Lentiscus* L.. *Phytotherapy Research*, 2, 201-202.
- Schmidt, S.K.,1990.** Ecological implication of destruction of juglone 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone ) by soil bacteria. *J.Chems.Ecol.* 16 :3547-3549.

## Références Bibliographiques

---

- Scho ¨b C, Armas C, Pugnaire FI.** Direct and indirect interactions co-determine species composition in nurse plant systems. *Oikos*. 2013; 122: 1371–1379. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00390.x>.
- Sens-Olive,G.,1979.**Les huiles essentielles - généralités et définitions », dans *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, éd. Maloine..
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., RiznerHras, A., Simonic, M. and Knez, Z. (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89: 191-198
- Smail-Saadoun N., 2002.** Types stomatiques du genre *Pistacia*: *Pistacia atlantica* Desf.ssp. *Atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. p369.
- Somot, Samuel. 2005.** “Modélisation Climatique Du Bassin Méditerranéen: Variabilité et Scénarios de Changement Climatique,” 347.
- Stefanini M.B., Ming L.C., Marques M.O.M., Meireles M.A.A., Moura L.S. and Marchese, J. A., 2006.a** Seed productivity, yield and composition of the essential oil of fennel *Foeniculum vulgare* var. *dulcis* in the season of the year. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, Vol.8, pp.86-90.
- Stoutah,F.,2016. Etude de la variabilité morpho-anatomique et des teneurs en pigments photosynthétiques de quelques populations de *Pistacia lentiscus* L. en Algérie.
- Tatsis,E.C.,Boeren,S.,Exarchou,V.,Trojanis,A.N.,Vervoort,J.,Gerothanassis,I.,2007.**Identification of the major constituents of *hypericum perforatum* by LC/SPE/NMR and/or LC/MS.*Phytochemistry* 68,383-393
- Thays H.Borges, L.C.Lopez,J.A.Pereira,C.cabreira-Vique,I.Seiquer.,2017**Comparative analysis of minor bioactive constituents (CoQ<sub>10</sub>, tocopherols and phenolic compounds) in Arbequina extra virgin olive oils from Brazil and Spain
- Tilman D.** *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press; 1988.

## Références Bibliographiques

---

**Tippmann, H.F., Schlüter, U., Collinge, D.B., 2006.** Common themes in biotic and abiotic stress signalling in plants, in: Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology. Global Science Books.

**Vernenghi, A., Einhorn, J., Kunesch, G., Malosse, C., Ramian-Drasoa, F., and**

**Ravise, A. 1986.** Phytoalexines and defense reactions of tomatoes to phytophthora parasitica and Verticillium albo atrum infections. Can. J. Bot. 64 :973-982.

**Wendehenne, D., 2005.** Le monoxyde d'azote, un acteur de la résistance de plante aux microorganismes pathogènes. Compte rendu de l'academie des sciences. Serie III-science de la vie-life science. 91,17\_26.

**Xuan, T.D., Tawata, S., Khanh, T.D., Chung, I.M., 2005.** Biological control of weeds and plants pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy : an overview. Crop protection 24,197-206.

**Yadav, S.K., 2010.** Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. Agron. Sustain. Dev. 30, 515–527.

**Yao L. H., Jiang Y.M., SHI J., Tomas-Bardera F.A., Datta N., Singanusong R.**

**et Chen S.S. (2004).** Flavonoids in food and their health benefits. Plant Foods for Human Nutrition., 59: 113-122.

**ZEGHAD. N ,2009.** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine

**Zhi-lin, Y., Chuan-chao, D., Lian-qing, C., 2007.** Regulation and accumulation of secondary metabolites in plant-fungus symbiotic system. Afr. J. Biotechnol. 6.

**Zohary M., 1952.** A monographical study of the genus Pistacia, Palest, J. Bot 4 187-228.

# Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence du solvant, du genre et de l'altitude sur le rendement en polyphénols totaux et en huiles essentielles des feuilles de *P.lentiscus*.

L'échantillonnage a été réalisé en automne, le 23 septembre 2020 dans 3 stations dans la forêt d'Azzouza située dans la région de Zekri au Nord-est de la wilaya de Tizi Ouzou, Six (6) arbres ont été retenus pour chaque station, les feuilles récoltées ont été séchées puis réduites en poudre, qui ensuite a été utilisée pour extraction des huiles essentielles par hydrodistillation et extraction de polyphénols totaux par macération.

Ensuite un dosage de polyphénols par la méthode de folin-ciocalteu a été réalisé pour faire une estimation de leurs teneurs en PPT et une pesée au moyen d'une balance de précision pour déduire les rendements en HE.

Les résultats obtenus montrent la richesse de *P. lentiscus*, en polyphénols.l'extrait aqueux est l'extrait le plus riche en PPT avec une moyenne de  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/mg MS

Les teneurs en PPT en fonction de l'altitude sont de  $0,38 \pm 0,01$  mg EAG/mg MS (haute altitude) ;  $0,41$  mg EAG/mg MS (moyenne altitude)  $0,43 \pm 0,005$  mg EAG/mg MS (basse altitude).

Les teneurs en PPT en fonction du genre oscillent de  $0,39 \pm 0,002$  à  $0,44 \pm 0,003$  mg EAG/mg MS pour les femelles et de  $0,37 \pm 0,01$  à  $0,43 \pm 0,02$  mg EAG/mg MS pour les mâles.

Les rendements en HE en fonction de l'altitude sont de 0.1 % pour 100 g MS (haute altitude) 0.12 % pour 100 g MS (moyenne altitude) 0.15 % pour 100 g MS (basse altitude).on remarque que la basse altitude est plus riche en HE.

Le solvant, le genre ainsi que l'altitude ont influencé le rendement des polyphénols totaux.

L'altitude a influencé le rendement des huiles essentielles.

**Mots clés :** Pistacia lentiscus L,polyphénols,huiles essentielles,Genre,Altitude,Zekri

# Abstract

The objective of this study is to assess the influence of solvent, gender and altitude on the yield of total polyphenols and essential oils of the leaves of *P.lentiscus*.

Sampling was carried out in the fall, September 23, 2020 in 3 stations in the forest of Azzouza located in the region of Zekri in the northeast of the wilaya of Tizi Ouzou, Six (6) trees were selected for each station. , the harvested leaves were dried and then reduced to powder, which was then used for extraction of essential oils by hydrodistillation and extraction of total polyphenols by maceration.

Then an assay of polyphenols by the folin-ciocalteu method was carried out to estimate their PPT contents and weighing using a precision balance to deduce the HE yields.

The results obtained show the richness of *P. lentiscus* in polyphenols . the aqueous extract is the extract richest in PPT with an average of  $0.44 \pm 0.003$  mg EAG / mg DM

The PPT contents as a function of altitude are  $0.38 \pm 0.01$  mg EAG / mg DM (high altitude);  $0.41$  mg EAG / mg MS (medium altitude)  $0.43 \pm 0.005$  mg EAG / mg MS (low altitude).

The PPT contents depending on the gender vary from  $0.39 \pm 0.002$  to  $0.44 \pm 0.003$  mg EAG / mg DM for females and from  $0.37 \pm 0.01$  to  $0.43 \pm 0.02$  mg EAG / mg MS for males.

The HE yields as a function of altitude are 0.1% for 100 g DS (high altitude) 0.12% for 100 g DS (medium altitude) 0.15% for 100 g DS (low altitude). Note that low altitude is richer in HE.

Solvent, gender and altitude influenced the yield of total polyphenols.

The altitude influenced the performance of essential oils.

Key words : *Pistacia lentiscus* L, polyphenols, essential oils, gender, altitude, Zekri