



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira-Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique

Réf :

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme

Master

Option : Biochimie appliquée

Thème

**Dosage et étude des paramètres physico-chimiques des extraits
de fruit de *Pistacia lentiscus***

Présenté par :

Mlle BOUDRAA Wissam

Mlle MECHMACHE Dyhia

Soutenu le : 15 septembre 2022

Devant le jury composé de :

Mme Bazizi-Chaher N

M.C.A

Promotrice

Mme Kasmi S

M.A.A

Présidente

Mme Aoudia-Haddad H

M.C.B

Examinatrice

Année Universitaire :

2021/2022

Remerciements

Avant tout nous remercions dieu le tout puissant qui nous a procuré de la volonté, de la santé et du courage pour mener à terme ce modeste travail.

*Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement notre promotrice **Mme Bazizi-Chaher N**, pour avoir dirigé ce travail et accepté de nous encadrer, pour ses conseils et ses orientations.*

*Nous tenons à remercier très chaleureusement **Mr Amer OTMANI**, Pour sa disponibilité, ces conseils, ces aides, et surtout, sa patience tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à remercier également **Mr Aïssat A**, pour l'aide qu'il nous a apporté, pour son soutien.*

Nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude aux membres de jury :

***Mm Aoudia-Haddad H** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

***Mme Kasmí S** qui nous a faits l'honneur de présider ce jury.*

Notre gratitude s'adresse aussi à tout le personnel du laboratoire génétique :

***Mm Atmani D, Naïma et Radia**, d'avoir été à notre écoute et avoir mis à notre disposition le matériel et les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.*

Nous témoignons enfin notre reconnaissance à tous ceux et celles ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



-Wissam & Dyhia -

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie
ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude,
pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et
sécurité.*

*A mon très cher papa, en signe d'amour, de reconnaissance et de
gratitude pour tous les soutiens, les sacrifices, la tendresse
et les prières tout au long de mes études,*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect
que j'ai toujours eu pour toi.*

*A mes très chers frères et leurs femmes : Fateh, Farid & Baya,
Boualem & Lilya.*

A ma chère sœur : Sarah

A ma chère nièce et mon cher neveu : Lyria-manel et Aymen

A ma chère grand-mère

A ma grande famille, chacun avec son nom.

A mes chères amies : Kenza, Katia, Dyhia

*A ma chère collègue et copine Dyhia qui m'a accompagnée durant ce
travail et partagé avec elle des bons moments.*

*A mes amis (es) de la promotion du **Master 2 Biochimie appliquée***

2021-2022.

*En fin à toute personne qui m'est chère au cœur et qui m'a aidé de près
ou de loin.*



- Wissam-

Dédicace

*A la mémoire de ceux et celles qui n'ont pas pu partager avec moi
cet instant de joie*

Je dédie ce modeste travail

A mes parents,

*La source de tendresse, leurs soutiens permanents et l'exemple
du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de
prier pour moi.*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce
que vous méritez pour les sacrifices que vous n'avez cessés
de me donner pendant mes années d'études.*

Que dieu vous protège et vous garde pour moi.

*A mes très chers frères : **Rahim** et **Yahia***

*A mon adorable sœur **Sérine**.*

Je vous souhaite un avenir plein de joie, bonheur et de réussite.

Je dédie ce travail aussi,

A mes tantes et oncles,

A mes cousines et cousins,

*A mes fidèles amies spécialement **Wissam**, **Kenza** et **Katia**.*

*En témoignage de l'amitié sincère qui nous unit et des souvenirs de
tous les moments que nous avons passés ensemble.*

A mes collègues de promotion master biochimie appliquée.

*Enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce
projet soit possible je vous dis merci !*



-Dyhia-

Sommaire

Sommaire

Liste d'abréviation	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

I.1. <i>Pistacia lentiscus</i>	4
I.1.1. Description botanique	4
I.1.2. Taxonomie et classification	5
I.1.3. Localisation géographique	6
I.1.4. Utilisation thérapeutique traditionnelle	6
I.1.5. Etude phytochimique de <i>Pistacia lentiscus</i>	7
I.1.6. Activités biologiques de <i>Pistacia lentiscus</i>	9
I.2. Les composés phénoliques de <i>pistacia lentiscus</i>	9
I.2.1. Généralité.....	9
I.2.2. Répartition et localisation des composés phénoliques dans la plante	10
I.2.3. Biosynthèse	10
I.2.4. Classification des polyphénols	11
I.2.5. Propriétés et caractéristiques des composés phénoliques.....	14
I.2.5.1. Propriétés physicochimiques	14
I.2.5.2. Activités biologiques des polyphénols.....	15

Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1. Matériel.....	18
II.1.1. Appareillages et réactifs utilisés.....	18
II.1.2. Matériel biologique.....	18
II.2. Méthodes.....	18

Sommaire

II.2.1. Préparation des extraits de fruits de <i>P. lentiscus</i>	18
II.2.2. Extraction.....	18
➤ Extraction des lipides de <i>P. lentiscus</i> par Soxhlet.....	19
➤ Extraction des composés phénoliques de <i>pistacia lentiscus</i> par Ultrason.....	19
II.2.3. Analyse physico-chimique des extrais de <i>pistacia lentiscus</i>	20
II.2.3.1. Les paramètres physico-chimiques de l'huile végétale de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i>	20
II.2.3.2. Les paramètres physico-chimiques de l'extrait méthanolique de fruits de <i>Pistacia lentiscus</i>	23
II.2.4. Dosage des composés phénoliques.....	24
II.2.4.1. Dosage des phénols totaux.....	25
II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes	25
II.2.4.3. Dosage des anthocyanes	26
II.5. Analyse statistiques	28

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Extraction.....	30
III.2. Caractéristiques physicochimiques de l'huile végétale de <i>pistacia lentiscus</i>	30
III.3. Caractéristiques physicochimiques de l'extrait phénolique de <i>pistacia lentiscus</i>	32
III.4. Dosage des composés phénoliques.....	34
III.4.1. Dosage des polyphénols totaux.....	34
III.4.2. Dosage des Flavonoïdes.....	35
III.4.3. Dosages des anthocyanes.....	35
Conclusion et perspectives	38

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

OMS	Organisation mondiale de la santé
AG	Acide gras
AGMI	Acide gras monoinsaturé
AGS	Acide gras saturé
AGPI	Acide gras polyinsaturé
SOL	Stéaryle-olé yllinoléylglycérol
ERO	Espèces réactives de l'oxygène
pH	Potentiel d'hydrogène
PM	Poids moléculaire
EAG	Equivalent Acide Gallique
EQ	Equivalent Quercitine

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Tableau I	Taxonomie de <i>Pistacia lentiscus</i> .	5
Tableau II	Principales utilisations thérapeutiques traditionnelles de <i>Pistacia lentiscus</i> .	6
Tableau III	Activités biologiques de <i>Pistacia lentiscus</i> .	9
Tableau IV	Certaines propriétés physicochimiques des composés phénoliques.	15
Tableau V	Différentes activités biologiques des polyphénols	16
Tableau VI	Récapitulatif des conditions de récolte.	18
Tableau VII	Les paramètres physico-chimiques d'huile végétale du fruit de <i>pistacia lentiscus</i> .	30
Tableau VIII	Les paramètres physico-chimiques d'extrait méthanolique de fruit de <i>pistacia lentiscus</i> .	33
Tableau IX	Résultats du dosage des anthocyanes.	36

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Arbuste de <i>Pistacia lentiscus</i> : a. Fruits, b. Fleurs, c. Feuilles, d. Mastic.	5
2	Aire de répartition du genre <i>Pistacia</i> .	6
3	Les voies de biosynthèses des polyphénols.	11
4	Structures chimiques des acides hydroxycinamiques.	12
5	Structures chimiques des acides hydroxybenzoïques.	12
6	Structure de base des flavonoïdes.	13
7	Structure de base des tanins hydrosables.	13
8	Structure des tanins condensés.	14
9	Structure générale des anthocyanes.	14
10	Fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> séchés et leurs poudres après broyage.	18
11	Extraction l'huile de <i>Pistacia lentiscus</i> par soxhlet.	19
12	Cinq cycles d'ultrason.	19
13	Extrait méthanolique de <i>pistacia lentiscus</i> obtenu par l'ultrason.	20
14	Protocole de dosage des phénols totaux	25
15	Protocole de dosage des flavonoïdes	26
16	Protocole de dosage des anthocyanes	27
17	Teneur en phénols totaux de l'extrait de fruits de <i>Pistacia lentiscus</i>	34
18	Teneur de flavonoïdes de l'extrait du fruit de <i>Pistacia lentiscus</i>	35

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et soigner toutes sortes de pathologies (Lee, 2004).

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent. Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (Hadjadj, *et al.*, 2019).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plante en tant que soins de santé primaire (Bérubé, 2006).

A l'inventaire de ces plantes, nous nous sommes intéressés à l'étude d'une plante médicinale qu'on trouve au sein de la riche flore en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, qui fait partie des plantes médicinales, qui sont en usage depuis l'Antiquité et qui au travers des siècles a pu garder une place dans l'inventaire des remèdes des Tradipraticiens de tout le bassin méditerranéen (Ljubuncic, 2005).

Pistacia lentiscus est un arbrisseau appartenant à la famille des Anacardiaceae, connu en Algérie sous le nom de Darou ou Amadagh, dont l'extrait de ses fruits est transformé sous forme d'huile qui est utilisé pour des fins thérapeutiques, culinaires, ainsi que d'autres utilisations, représentant une grande efficacité sur la santé humaine (Bensalem, 2015). Sa vaste utilisation en pharmacopée arabe et européenne depuis les anciens temps (soigner quelques irritations de la peau, la chute de cheveux et certains malaises gastriques) est justifiée par sa richesse en composants chimiques (Hamlat et Hassani, 2008).

Parmi ces composés on retrouve les polyphénols qui font partie de la famille des molécules organiques anti oxydantes, tout comme les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes. Ils sont dotés de multiples vertus thérapeutiques et jouent un rôle très important, principalement, dans la lutte contre les cancers, les maladies cardiovasculaires. Ils interviennent aussi dans la protection des plantes contre les différentes attaques microbiennes risquant de causer la perte d'une grande quantité de végétation (Bruneton, 1999).

Le but de ce travail est l'extraction des composés phénoliques et l'huile végétale de fruits du *pistacia lentiscus* par deux méthodes différentes avec évaluation de quelques paramètres physico-chimiques et évaluation de la teneur en polyphénols.

Ce présent travail est réparti en trois parties :

- La première partie relative à l'étude bibliographique résumant les généralités sur la plante et les composés phénoliques.
- La deuxième abordant l'étude expérimentale avec la description du matériel végétale et des méthodes utilisées.
- La troisième et dernière partie qui présente les résultats obtenus et leur discussion.

Des références bibliographiques et des annexes viennent compléter le texte élaboré en mémoire inauguré par une introduction générale et clôturé par une conclusion.

Chapitre I
Synthèse Bibliographique

I.1. *Pistacia lentiscus*

I.1.1. Description botanique

Pistacia, issu du grec *pistakê*, est un arbre à résine dont la graine est comestible et *lentiscus* vient du latin *lentus*, qui signifie visqueux (Botineau, 2015). *Pistacia lentiscus*, est un arbrisseau pouvant atteindre trois mètres, c'est parfois aussi un arbuste ne dépassant pas six mètres, à odeur résineuse forte de la famille des Anacardiacees (Coste, 1937). En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, des zones subhumides et semi-arides, plus précisément dans le bassin de la Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège. L'arbuste est nommé localement dans les régions kabyles « Amadagh », alors que les graines sont communément appelées « Tidekth ».

Selon More et White (2005) *Pistacia lentiscus* est caractérisée par :

- **Les fruits** : est une baie globuleuse de 2 à 3 mm, monosperme, remplie par nucléole de la même forme, d'abord rouge, il devient noirâtre à sa maturité en automne.
- **Les feuilles** : sont persistantes, obtuses, composées à nombre pair de folioles coriaces étroites et pointues de couleur vert foncé.
- **Les fleurs** : sont aromatiques, unisexuées d'environ trois mm de large. Les fleurs mâles sont caractérisées par une couleur rouge foncé tandis que les fleurs femelles sont de couleur vert jaunâtre. La floraison s'étend du mois du mars à mai.
- **Le mastic** : c'est le produit le plus connu de cette plante.

L'incision du tronc de cet arbuste fait écouler un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie.

Les différentes parties de *Pistacia lentiscus* sont présentées dans la figure 1.



a. Fruits



c. Feuilles



Arbuste de *Pistacia Lentiscus*



b. Fleurs



d. Masti

Figure 1 : Arbuste de *Pistacia lentiscus* : a. Fruits, b. Fleurs, c. Feuilles, d. Mastic (photographie).

I.1.2. Taxonomie et classification

Pistacia lentiscus est un arbuste très commun en Algérie (Baudière *et al.*, 2002).

La taxonomie rapportée dans le tableau ci-dessous (tableau I) a été décrite par (Quezel *et Santa*, 1963).

Tableau I : Taxonomie de *Pistacia lentiscus* (Quezel *et Santa*, 1963).

Règne	Plantae
Embranchement	<i>Spermaphyte</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédone</i>
Sous classe	<i>Dialypétales</i>
Série	<i>Diacifores</i>
Ordre	<i>Sapindale</i>
Famille	<i>Anacardiacées</i>
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Lentiscus</i>

I.1.3. Localisation géographique

Pistacia lentiscus est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides d'Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique jusqu'aux Canaries (Bellakhdar, 2003). *Pistacia lentiscus* pousse à l'état sauvage dans la garrigue et sur les sols en friche. On le retrouve sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride plus précisément dans le bassin du Soummam, le versant Nord du Djurdjura et dans le bassin d'El Kseur, en association avec le pin d'Alep et le chêne vert sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée (figure 2) (Belhadj, 2000).

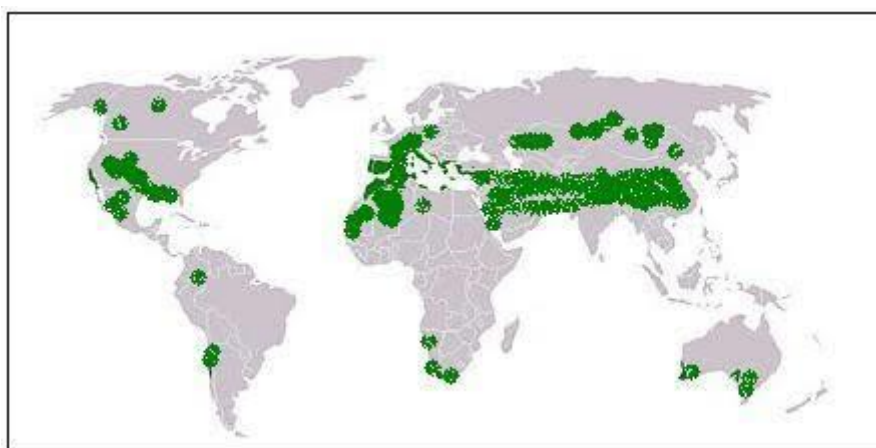


Figure 2 : Aire de répartition du genre *Pistacia* (Belfadel,2009)

I.1.4. Utilisation thérapeutique traditionnelle

P. lentiscus est une plante très connue pour ses vertus médicinales (Khiari, M.b et al., 2018). Plusieurs utilisations thérapeutiques ont été rapportées sur cette espèce, (tableau II).

Tableau II : Principales utilisations thérapeutiques traditionnelles de *Pistacia lentiscus*.

Partie de la plante utilisée	Utilisation thérapeutique traditionnelle	Reference
Feuilles	Elles sont largement utilisées pour le traitement de l'eczéma, la diarrhée, et elle est un puissant agent antiulcéreux.	(Khiari, et al., 2018).
Fruits	L'huile grasse extraite des fruits de <i>P. lentiscus</i> est utilisée pour soigner les maladies respiratoires, la diarrhée et la pharyngite.	(Boukeloua, et al., 2016).
Ecorce	Douleur intestinale, diabète et diarrhée.	Lahsissene et al., 2009.
Mastic	Il Est très efficace dans le traitement des ulcères gastriques bénins et des ulcères gastroduodéal.	(Yunus, et al., 2003).

I.1.5. Etude phytochimique de *Pistacia lentiscus*

En raison de sa large utilisation en médecine traditionnelle, les différentes parties de *Pistacia lentiscus* en fait l'objet de plusieurs études phytochimiques à fin d'identifier leurs principes actifs.

I.1.5.1. Les feuilles : Des études précédentes ont montré que les feuilles de *Pistacia lentiscus* est composé de trois grandes classes de métabolites secondaires :

- Acide gallique (103) et dérivés galloyls
- Anthocyanes, à savoir delphinidine 3-O-glucoside (101) et cyanidin 3-O-glucoside (102).
- Glycosides de flavonol comme les glucosides de quercetine et de myricetin (**Romani et coll, 2002**).

I.1.5.2. Les fruits : Une étude phytochimique réalisée sur les baies de *Pistacia lentiscus* montré que les principaux composants des extraits de fruits de *P. lentiscus* étaient les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes et triterpène (**Belhachata et al., 2017**), une autre étude phytochimique réalisée sur la fraction d'acétate d'éthyle (EtOAc) de fruits de *Pistacia lentiscus* a permis d'isoler deux polyphénols qui sont l'acide gallique et le 1,2,3,4,6 – pentagalloylglucose (**Abdelwahed et al., 2007**).

I.1.5.3. Le mastic : Des études photochimiques réalisées sur la gomme de mastic de *P. Lentiscus* ont montrés la présence de cinq constituants majeurs solubles dans l'éthanol : α - pinène (40%), β pinène (1,5%), β -myrcène (9%), le limonène (1,0%), et β -caryophyllène (5%) (**Koutsoudaki et al., 2005**).

I.1.5.4. Huile végétale

L'huile de lentisque de couleur vert foncé ; elle n'est entièrement liquide qu'à la température de 32 et 34 C° ; au-dessous elle laisse déposer une matière blanche, susceptible de cristallisation, qui bientôt envahit la totalité de l'huile et la solidifie complètement (**Leprieur, 1860**). Le rendement en huile varie de 11,95% (fruits non mûres) à 45,97% (fruits trop mûrs) ; une différence liée à une augmentation progressive de la teneur en huile des fruits de *Pistacia lentiscus* au cours du processus de maturation du fruit.

I.1.5.4.1. Composition biochimique d'huile végétale de *pistacia lentiscus*

L'huile de lentisque est constituée majoritairement par des acides gras insaturés (mono et polyinsaturés) et acides gras saturés, accompagnés de substances lipidiques auxiliaires dites

constituants mineurs, tels que les tocophérols, les phytostérols et des composés phénolique (Dhifi *et al.*,2013).

A. Acide gras

La classe dominante des acides gras dans l'huile de *Pistacia lentiscus* est représentée par les acides gras monoinsaturés (AGMI) représentant 52.4% , ensuite les acides gras saturée (AGS) et polyinsaturés (AGPI) représentant respectivement 26.42% et 11%. Le principal acide gras est l'acide oléique (50 -72%), suivi de l'acide palmitique (23,2%) et l'acide linoléique (21,7%), les autres acides gras sont retrouvés en faible quantités acide palmitoléique (1.3%), stéarique (1.1%), linoléique (0.8%), gadoléique (0.2%) et arachidique (Trabelsi *et al.*, 2011).

B. Triglycérides

La composition en TAG de l'huile de Lentisque a montré que la majorité des triglycérides de cette huile sont sous formes mono et poly-insaturées. Vu la composition en acides gras, les principaux constituants sont le stéaryle-olé yllinoléylglycérol + palmitoyl-dioléylglycérol (SOL+POO) (Dhifi *et al.*,2013).

C. Composition en insaponifiables de l'huile de *Pistacia lentiscus*

La fraction insaponifiable de cette huile contient des tocophérols, des stérols et des composés phénoliques.

➤ Tocophérols

Les tocophérols sont des antioxydants naturels, existe sous quatre formes isomères α , β , γ et δ .

Le principal tocophérol de l'huile de *Pistacia lentiscus* est α -tocophérols, qui a la plus forte activité antioxydante représentaient 93,62% de tocophérols entiers de l'huile Lentisque, cette richesse en α -tocophérol protège l'huile de lentisque contre l'oxydation lors de sa conservatio (Dhifi *et al.*,2013).

Les isomères β et γ ont été détectés avec respectif des quantités de 5,79 et 0,59%, alors que le δ -tocophérol n'a pas été détecté.

➤ Phytostérols

L'huile végétale de *P. lentiscus* est caractérisé par la présence de 2 phytostérols qui sont le β -sitostérol comme le phytostérol majeur, suivi du cholestérol représentent respectivement 55.55% et 44.45% (Dhifi *et al.*,2013). Cependant, le stigmastérol et d'autres stérols n'ont pas été détectés. Ils peuvent disparaître pendant la maturation.

➤ Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des végétaux présentent d'un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (Urquiaga & Leighton, 2000).

D. Minéraux :

L'huile de lentisque est riche en éléments minéraux le plus abondant est Na de 25.36 mg/100g de l'huile, suivi de K, Ca, Mg, Fe et Cu (Dhifi *et al.*, 2013).

Ces minéraux sont essentiels et indispensables pour le corps humain, pour leur valeur nutritionnelle.

I.1.6. Activités biologiques de *Pistacia lentiscus*

Plusieurs études expérimentales ont été apportées sur les propriétés biologiques de *Pistacia lentiscus*, ces activités sont répertoriées dans le tableau III :

Tableau III : Activités biologiques de *Pistacia lentiscus*

Partie utilisée de la plante	Activités Biologiques	Références
Feuilles	-Anti-oxydantes, antiinflammatoires et anticancéreuses. -Anti-microbien, antifongique, hepatoprotecteur et anti- diabétique.	-Atmani <i>et al.</i> ,2009) et Remila <i>et al.</i> .(2015). -Kordali <i>et al.</i> , 2003; Mehenni <i>et al.</i> , 2016.
Fruits	-Anti-oxydantes, antiinflammatoires et anticancéreuses. - Anti-microbien, antivirale, hepatoprotecteur et anti- diabétique.	-Atmani <i>et al.</i> .(2009) et Remila <i>et al.</i> ,(2015). -Kordali <i>et al.</i> , 2003; Mehenni <i>et al.</i> , 2016.
Mastic	-Anti-oxydantes. - Antimicrobienne et antivirale (mastic liquide).	Sakagami <i>et al.</i> , 2009.
Huile essentielle (des parties aériennes)	-antioxydant, anti-inflammatoire, Antimicrobien, antifongique et antiathérogénique.	Khiari, <i>et al.</i> , 2018

I .2. Les composés phénoliques

I.2.1. Généralité

D'après Scalbert et Williamson(2000) ,le terme composé phénoliques regroupe un vaste ensemble de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ce sont notamment des pigments, des arômes, des tanins astringents, voire des composés sans

couleur, sans odeur et sans saveur. On les trouve dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines, bois).

Selon leurs caractéristiques structurales, les polyphénols constituent une très grande famille difficile à définir qui présente tous un point commun : la présence d'au moins un noyau benzénique lié directement par un groupe hydroxyle libre ou engagé dans une fonction : éther, ester, hétéroside. Ils peuvent se combiner avec des protéines en formant des complexes (**Harborne, 1988**).

Ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Ils jouent aussi un rôle essentiel dans la détermination des caractéristiques organoleptiques de la plante et présentent beaucoup d'effets bénéfiques pour la santé principalement dûs à leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anticancéreuses (**Touafek, 2010 ; Kanoun, 2011**).

I.2.2. Répartition et localisation des composés phénoliques dans la plante

D'après **Antonio, et al.(2017)**, sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et les parois cellulaires.

Dans les vacuoles cellulaires, les composés phénoliques sont conjugués, avec des sucres ou des acides organiques, ce qui permet d'augmenter leur solubilité tandis que les composés phénoliques insolubles sont situés dans les parois cellulaires (**Husain, et al., 2015**).

I .2.3. Biosynthèse

La plupart des composés phénoliques sont formés à partir des de deux acides aminés aromatiques, tyrosine et phénylalanine et. Ces acides aminés sont formés à partir de la voie de l'acide shikimique (**Macheix et al., 2005**).

La biosynthèse des polyphénols se fait selon deux voies principales :

I.2.3.1. Voie de l'acide shikimique:

Dans cette voie, l'érythrose 4-phosphate et le phosphoénol pyruvate sont les produits de la voie des pentoses phosphate et de la glycolyse respectivement. La condensation de ces derniers conduise à la formation de l'acide shikimique qui donne la naissance de deux acides aminés aromatique (tyrosine et phénylalanine), puis par leurs désaminations aux acides cinnamiques et à leurs très nombreux dérivés : acide benzoïques, acétophénones, lignanes et lignines, coumarines (**Bruneton, 1999**).

I.2.3.2. Voie de l'acétate

La glycolyse et la β -oxydation aboutissent à la formation de l'acétyl-CoA donnant le malonate. C'est à travers cette voie que s'effectue la cyclisation des chaînes poly-cétoniques, obtenues par condensation répétée d'unités « Acétate » qui se fait par carboxylation de l'acétyl-CoA. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase (Akroum,2010).

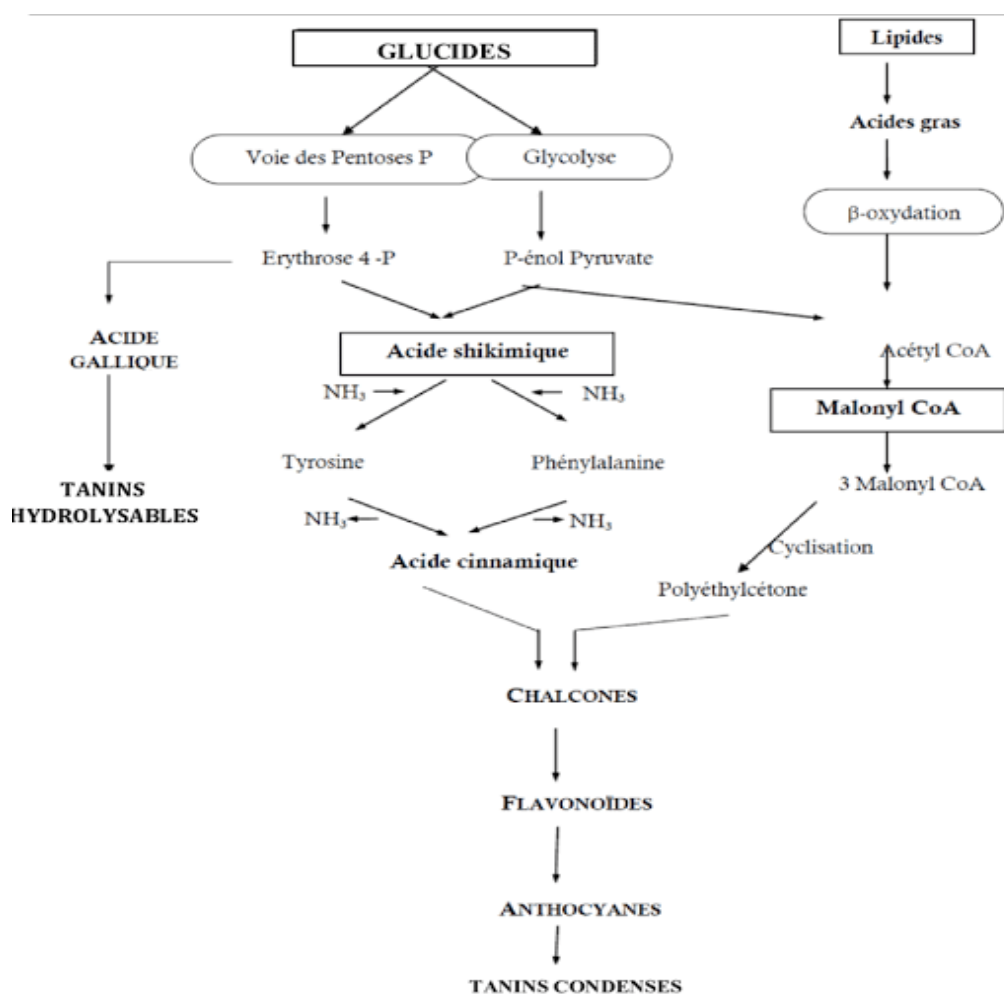


Figure 3 : les voies de biosynthèse des polyphénols (Macheix *et al.*, 2006).

I.2.4. Classification des polyphénols

A. Acides phénoliques simples

D'après Bruneton, 1999, le terme d'acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique.

A.1. Acides hydroxycinnamiques

Ils ont une structure générale de base de type (C6-C3) et sont des dérivés de l'acide cinnamique, existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Les degrés d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique, conduisent une réactivité chimique importante de ces molécules (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

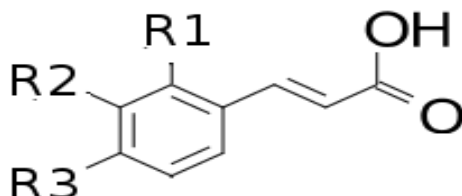


Figure 4 : Structure chimique d'acide hydroxycinnamique (Jakobek *et al.*, 2007).

A.2. Acides hydroxybenzoïques

Ils possèdent une structure générale de base de type (C6- C1) et dérivent de l'acide benzoïque. Ces molécules existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides. Les acides hydroxy benzoïques les plus abondants sont répertoriés (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

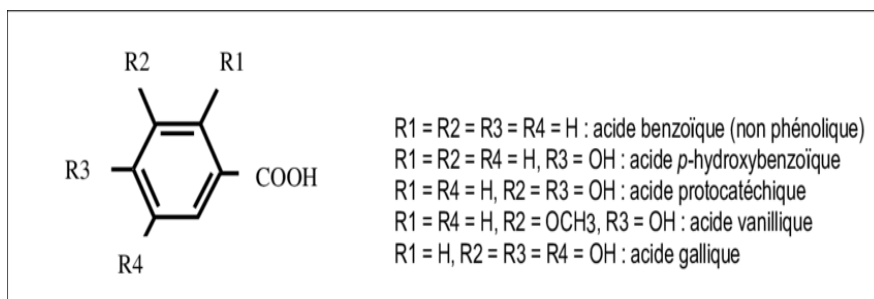


Figure 5 : Structure chimique d'acide hydroxybenzoïque (Jakobek *et al.*, 2007).

B. Les flavonoïdes

Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui jouent un rôle très important dans la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles, ils constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels (Ghedira, 2005), ce sont des polyphénols caractérisés par la présence d'une structure phénolique dans leur molécule, et même d'une structure flavone ce qui les distingue des autres polyphénols. (Beecher, 2003 ; Williams et Grayer, 2004 ; Kueny-Stotz, 2008).

Il existe six classes des flavonoïdes, qui diffèrent par leurs structures chimiques : Flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (**Mohemmedi, 2006**).

La structure de base des flavonoïdes est représentée par la figure 6. Elle renferme deux noyaux et un cycle hétérogène portant d 'oxygène (**Djedaia, 2017**).

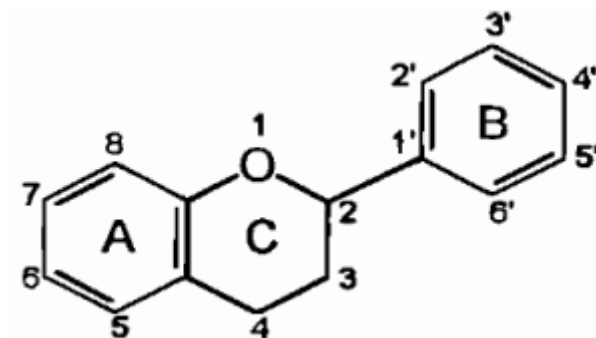


Figure 6 : Structure de base des flavonoïdes (**Pietta, 2000**).

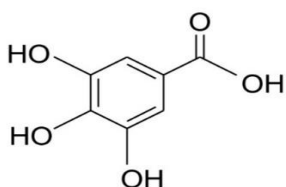
C. Les tannins

Ils sont d'origine végétale et non azotée qu'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbres, les fruits (raisin, datte, café, cacao...) et les feuilles de thé. Ce sont des composés poly phénoliques, solubles dans l'eau de masse molaire entre 500-2000D, de structures variées ayant en commun la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les protéines (**Vermeris et al., 2006**).

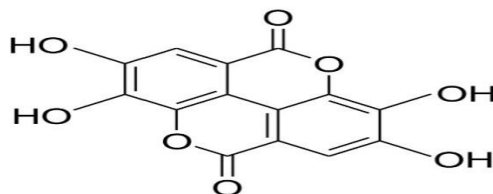
Les tanins sont classés en deux groupes selon leurs structures chimiques :

C.1. Les tannins hydrolysables

Sont des Ogllo ou des polyesters d'acide gallique qui se lient aux molécules de glucose, un glucose se lie à plusieurs molécules d'acide gallique (**vercauterer, 2011 ; Alais et al., 2008**).



Tanins galliques



Tanins ellagiques

Figure 7 : Structure de base des tanins hydrosables

C.2. Les tannins condensés (pro-anthocyanidines)

Ils résultent de la condensation d'oligomères ou de polymères de flavan -3-ols dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères. Ils sont résistants à l'hydrolyse ; seules les attaques chimiques fortes sont capables de les dégrader (Chanforan, 2010 ; Alais *et al.*, 2008).

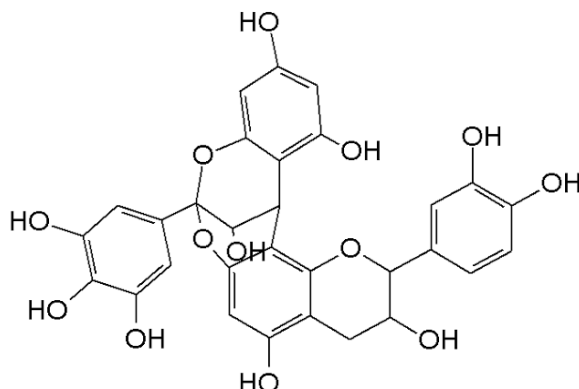


Figure 8 : Structure des tanins condensés (Macheix *et al.*, 2005).

D. Les anthocyanes

Le terme anthocyanes est dérivé (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés. Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, ce sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange. On les retrouve également dans les racines, tiges, feuilles et graines (Bessas *et al.*, 2008).

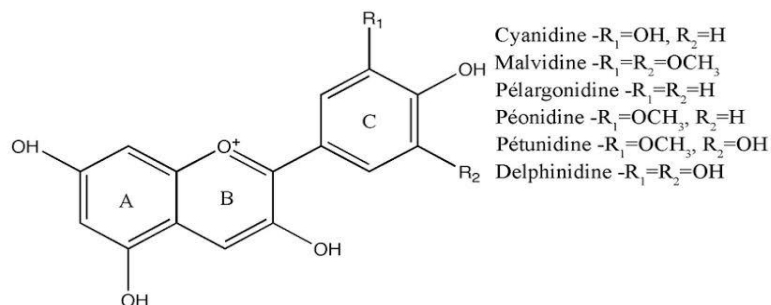


Figure 9 : Structure générale des anthocyanes (Castañeda-Ovando *et al.*, 2009).

I.2.5. Propriétés et caractéristiques des composés phénoliques :

I.2.5.1. Propriétés physicochimiques :

De nombreuses propriétés physicochimiques intéressantes ont été trouvées des composés phénoliques sont présentées dans le (tableau IV) :

Tableau IV : Certaines propriétés physicochimiques des composés phénoliques

Propriétés	Exemple	Références
Responsables la couleur, En présence d'acétaldéhyde, la condensation entre les anthocynes, déjà colorée à la base, et les flavonols génèrent des adduits liés par leur position 6 ou 8, par l'intermédiaire d'un pont méthylméthine. Les pigments formés présentent des notes violettes ou bleutées. Ils sont beaucoup plus résistants à l'hydratation ou à la décoloration.	Les pigments jaunes, orange, rouges et bleus.	(Collin et crouzet, 2011).
Le goût et la saveur des aliments	La vanilline et l'eugénol	Ozcan, <i>et al.</i> , 2014
La capacité de l'absorption de la lumière	Formation des complexes avec de nombreux constituants cellulaires.	Fleuriet, <i>et al.</i> , 1996

I.2.5.2. Activités biologiques des polyphénols :

D'après Nakayama, 1994 ; Cos *et al.*, 1998, les polyphénols et les huiles (végétale, essentielle) possèdent de remarquables activités biologiques et pharmacologiques dues essentiellement à leur pouvoir antioxydant et à l'inhibition de certaines enzymes productrices de radicaux libres :

Tableau V : Différentes activités biologiques des polyphénols

Activités biologiques	Commentaires	Références
Antioxydante	-Inhibition des espèces réactives de l'oxygène (E.R.O) ; -Piégeage des radicaux libres ; -Chélation des ions métalliques responsables de la production des E.R.O ; - Inhibition de l'activité d'un réseau d'enzymes produisant des E.R.O, y compris la xanthine oxydase ;	(Ghedira, 2005)
Anti-inflammatoire	Leurs capacités d'inhiber des enzymes impliquées dans les processus inflammatoires	(Skerget et al., 2005) .
Activité anti-microbienne, anti-fongique et antivirale :	Protection des plantes contre les invasions microbiennes, les champignons, et les virus.	(Xia et al., 2011)
Anti-allergique	La quercétine exerce un puissant effet inhibiteur de la libération d'histamine à partir des astrocytes	(Ghedira, 2005)
Anti-enzymatique	Les flavonoïdes sont des inhibiteurs enzymatiques in vitro. Ils agissent par la formation des liaisons covalentes et non covalentes (inhibition compétitive, non compétitive, mixte)	(Chaher, 2006).

Chapitre II
Matériels et méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Appareillages et réactifs utilisés

L'ensemble de matériels, solvants, réactifs chimiques est cité dans l'annexe 1.

II.1.2. Matériel biologique

Notre étude a été réalisée sur les extraits du fruit de *P. lentiscus*, une plante médicinale locale largement utilisée dans la médecine traditionnelle.

II.2. Méthodes

II.2.1. Préparation des extraits de fruits de *P. lentiscus*

➤ Récolte

Les fruits de *P. lentiscus* ont été récoltés à maturité en Janvier 2018 dans la forêt de la province du village de Tizi Neftah, commune d'Amizour située à l'est de Bejaia, Algérie.

Les conditions de récolte des fruits du *Pistacia lentiscus* sont réunies dans le tableau VI.

Tableau VI : Récapitulatif des conditions de récolte

Nom botanique	Date de récolte	Lieu	Organes	Stade de maturation	Saison	Milieu végétatif
<i>Pistacia Lentiscus</i>	Janvier 2018	Tizi Neftah	Fruits	Fruits murs	Hiver (saison des pluies)	Forêt

➤ Séchage et broyage

Les fruits de *Pistacia lentiscus* ont été séchés à température 30°C dans l'obscurité dans un endroit aéré à l'abri de la lumière, puis broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine (figure 10).



Figure10 : Fruits de *Pistacia lentiscus* séchés et leurs poudres après broyage (Photographie)

II.2.2. Extraction

➤ **Extraction des lipides de *P. lentiscus* par Soxhlet**

L'huile végétale des fruits de *Pistacia lentiscus* a été obtenue à l'aide d'un extracteur Soxhlet. L'hexane, conventionnellement utilisé, est pris comme référence. Le broyat obtenu (figure10) a été introduit dans une cartouche cellulose placée à l'intérieur de la chambre d'extraction d'un extracteur Soxhlet de 125 ml et positionnée sur un ballon de 500 ml contenant 300 ml de solvant. Après 8h d'extraction, l'extrait obtenu a été évaporé sous pression réduite, en utilisant un évaporateur rotatif à 45°C (figure 11).



Figure 11 : Extraction l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* par soxhlet (Photographie).

➤ **Extraction des composés phénoliques de *Pistacia lentiscus* par Ultrason**

L'extraction par ultrasons a été réaliser selon la méthode développée par **Aissat et al.,(2022)**. Dans le ballon, 10mg de la poudre dégraissée est mélangée avec du méthanol à 80 % (80ml méthanol/20ml l'eau distillée) ont été exposés à une émulsion ultrasonique pendant 15min. le mélange a été séparé par filtration sous vide pour éliminer les particules résiduelles et récupérer l'extrait riche en métabolites secondaires. Une fois la filtration terminée, l'extrait a été centrifugé pendant 10 à 15 min à 1413g. l'extrait hydro-méthanolique a été récupéré après cinq cycles d'extraction (figure 12).



Figure 12 : cinq cycles d'ultrason (photographie).

Le méthanol a été éliminé du filtrat par évaporation sous pression réduite dans un rotavapeur à une température de 50°C.

Après l'évaporation, l'extrait a été introduit dans une étuve à 37°C jusqu'à la stabilisation de son poids pour obtenir le poids de l'extrait brut, puis il a été stocké à -20°C jusqu'à l'analyse.



Figure 13 : Extrait méthanolique de *pistacia lentiscus* obtenu par l'ultrason.

Le taux d'extraction est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'extraction (\%)} = [(P_1) - (P_0) / E] * 100$$

P₁ : poids d'extraits après évaporation (g)

P₀ : poids vide du cristalliseur ou boîte pétri(g)

E : poids de la poudre ou de l'extrait sec de la phase précédente(g)

II.2.3. Analyse physico-chimique des extraits de *Pistacia lentiscus*

II.2.3.1. Les paramètres physico-chimiques de l'huile végétale de fruit de *Pistacia lentiscus*

1. Potentiel d'hydrogène (pH)

❖ Définition

Le pH est une grandeur sans unité, un indice qui permet de mesurer l'activité de l'ion hydrogène dans une solution.

❖ Principe

La mesure a été réalisée en trempant une bandelette de papier pH dans l'huile.

❖ Mode opératoire

- Mettre 2 ml d'huile dans un bécher en verre.
- Tremper la bandelette de papier pH dans l'échantillon pendant quelques secondes.

- Celui-ci prend alors une couleur particulière que l'on compare avec les couleurs témoins du boîtier qui contenait le papier pH.

2. Brix et l'indice de réfraction

❖ Définition

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux d'une longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'extrait maintenue à une température constante (AFNOR,2000).

❖ Principe

La détermination de l'indice de réfraction des extraits du lentisque est déterminé sur un réfractomètre. C'est une méthode rapide et simple pour suivre les opérations d'hydrogénation ou de fractionnement (AFNOR, 1984 ; IUPAC, 1987).

❖ Mode opératoire

- Déposer une goutte l'huile végétale de fruits de *Pistacia lentiscus* sur la surface du prisme de réfractomètre puis baisser le 2^{ème} prisme sur le 1^{er}.
- Ensuite, le réfractomètre sera réglé jusqu'à l'obtention d'une zone claire
- La fine de séparation entre deux zones correspond à l'indice de réfraction.
 - ✓ Ce test a été effectué en triplicata.

3. Indice d'acide (IA)

❖ Définition

L'indice d'acide est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaires pour la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme de corps gras (Lion, 1955).

❖ Principe :

Il s'agit de réaliser un titrage de l'échantillon solubiliser dans un mélange éther éthylique/ l'éthanol par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium en présence de phénolphtaléine comme indicateur (ISO 660).

❖ Mode opératoire :

Selon la méthode décrite dans la réglementation CEE/2568/91.

- Dissoudre 1g d'huile végétale dans 5ml d'un mélange d'éthanol.
- Titrer le mélange à l'aide d'une solution KOH éthylique (0,1 N) en présence de phénolphtaléine à 2% jusqu'à la disparition de la couleur rose vers l'incolore après une dizaine de secondes.
- Réaliser un témoin dans les mêmes conditions.

- L'acidité est exprimée en pourcentage (%) d'acide oléique qui se détermine ainsi

$$\text{Acidité (AC)\% (d'acide oléique)} = (V-V_0) * (N*M/10*m)$$

- **V** : volume en millilitre de KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon ;
 - **V₀** : volume en millilitre de KOH nécessaire pour neutraliser le blanc ;
 - **N** : normalité de l'hydroxyde de potassium ;
 - **M** : masse molaire (g/ml) d'acide oléique qui est égale à 282g/ml ;
 - **m** : masse en gramme de la prise d'essai ;
- Chaque essai est répété 03 fois.

4. Indice de saponification (IS)

❖ Définition

L'indice de saponification d'une substance est le nombre de milligrammes de KOH nécessaire pour saponifier un gramme de cette substance (**IUPAC, 1987**).

❖ Principe

L'échantillon est soumis à l'ébullition sous réfrigérant à reflux avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. L'excès d'hydroxyde de potassium est titré avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (**ISO 3657 : 1977**).

❖ Mode opératoire

- Mettre dans un ballon 2g d'huile de Lentisque avec 25ml de KOH éthylique (0,5 mol/l).
- Porter le mélange à l'ébullition à reflux pendant 30min.
- Laisser refroidir et ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 2%.
- Titrer par l'acide chlorhydrique de 0,5 mol/l, agiter jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine.
- Déterminer le volume V₁ de la neutralisation de l'échantillon.
- Réaliser un témoin (1ml d'eau distillée + 25 ml de KOH éthylique), dans les mêmes conditions de l'échantillon, pour déterminer le volume V₀ du titrage (**ISO 3657 : 1977**).

L'indice de saponification est exprimé par la relation suivante :

$$\text{IS} = (M(\text{KOH}) \times (V_0 - V_1) \times C(\text{HCL})) / m$$

Calcul de l'indice de saponification IS (mg de KOH/g huile).

- **V1** : volume de neutralisation de l'échantillon en ml.
- **V0** : volume de neutralisation de témoin en ml.
- **C (HCL)** : concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l (0,5mol/l).
- **M (KOH)** : masse molaire du KOH en g/mol (56,1g/mol).
- **m** : masse en gramme d'huile (2g).
 - Le teste est effectué en tripliqua.

5. Indice d'ester (IE)

L'indice d'ester d'une substance est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour saponifier l'ester contenu dans un gramme de cette substance (AFNOR. NF T 75 104, 1999). L'indice d'ester est la différence entre l'indice de saponification et l'indice d'acide.

$$IE = IS - IA$$

II.2.3.2. Les paramètres physico-chimiques de l'extrait méthanolique de fruits de *Pistacia lentiscus*

1. Potentiel d'hydrogène

❖ Définition

Le pH est une grandeur sans unité, un indice qui permet de mesurer l'activité de l'ion hydrogène dans une solution.

❖ Principe

La mesure a été réalisée en plongeant l'électrode du pH mètre dans l'extrait méthanolique.

❖ Mode opératoire

- Peser 100mg de poudre de *Pistacia lentiscus*. Ajouter 1ml d'eau distillée puis agiter pendant 5 minutes jusqu'à l'obtention d'un mélange.
- Régler la température de pH mètre à celle du milieu ambiant.
- Rincer la sonde du pH mètre à l'eau distillée.
- La mesure a été réaliser en plongeant la sonde du pH mètre dans la solution jusqu'au la stabilisation de l'afficheur. Lecture de la valeur de pH.
- La mesure est réalisée en triplicata.

2. Brix et l'indice de réfraction

❖ Définition

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux d'une longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'extrait maintenue à une température constante (AFNOR,2000).

❖ Principe

La détermination de l'indice de réfraction des extraits du lentisque est déterminé sur un réfractomètre. C'est une méthode rapide et simple pour suivre les opérations d'hydrogénation ou de fractionnement (AFNOR, 1984 ; IUPAC, 1987).

❖ Mode opératoire

- Déposer une goutte l'extrait méthanolique de fruits de *Pistacia lentiscus* sur la surface du prisme de réfractomètre puis baisser le 2^{ème} prisme sur le 1^{er}. Ensuite, le réfractomètre sera réglé jusqu'à l'obtention d'une zone claire
- La fine de séparation entre deux zones correspond à l'indice de réfraction.
 - ✓ Ce test a été effectué en triplicata.

3. Acidité libre

❖ Définition

Acidité libre est la quantité d'acide titrable par une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au point équivalent.

❖ Principe

La valeur de l'acidité libre est obtenue en traçant la courbe de neutralisation d'extrait méthanolique par solution d'hydroxyde de sodium et en déterminant le point équivalent.

La méthode utilisée pour déterminer l'acidité est celle décrite dans la norme de l'association Française de Normalisation EN 12147 : 1997.

❖ Mode opératoire

- Verser dans un bicher 20ml d'extrait méthanolique de *Pistacia lentiscus*.
- Utiliser un pH mètre pour noter le pH. Agiter modérément le liquide avec un agitateur magnétique et effectuer un dosage rapide avec hydroxyde de sodium, le titrage est suivi par pH-métrie. Continuer le dosage de l'acidité libre jusqu'à atteindre un pH=12.
- Ajouter successivement 0,5 ml de solution d'hydroxyde de sodium au cours de titrage. Déterminer le volume total en ml de NaOH qu'il a fallu pour atteindre le point de pH=12.
- Tracer la courbe de neutralisation de la solution méthanolique $pH=f(V_{NaOH})$.

II.2.4. Dosage des composés phénoliques

II.2.4.1. Dosages des phénols totaux

Le dosage des phénols totaux dans l'extrait de fruits de *Pistacia lentiscus* a été effectué suivant le procédé de **Djeridane *et al.*, (2006)**.

➤ Principe

Cette méthode de quantification, exploite la propriété du réactif de Folin-Ciocalteu constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀) de couleur jaune, qui est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃). Cette coloration bleue, dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm.

➤ Mode opératoire

Le protocole suivi est résumé dans la figure suivante :

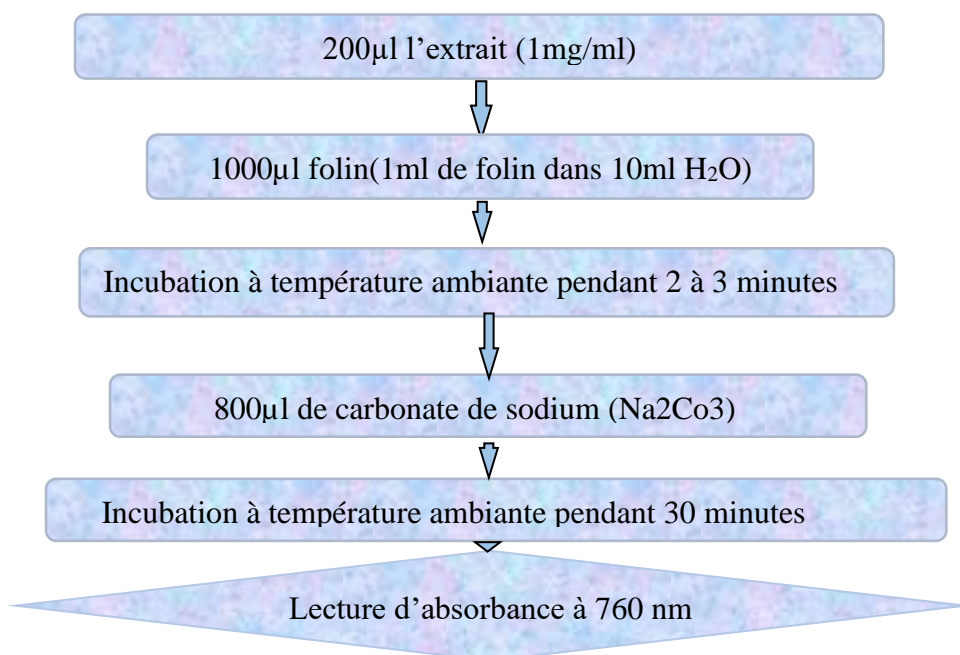


Figure 14 : Protocole de dosage des phénols totaux **Djeridane *et al.*, (2006)**.

➤ Expression des résultats

L'absorbance, par référence à une gamme étalon obtenue avec l'acide gallique permet de déterminer la quantité de phénols totaux présents dans les extraits (Annexe 2), elle est exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/ g d'extrait).

II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes

L'estimation de la teneur en flavonoïdes contenus dans les extraits des fruits de *Pistacia lentiscus* a été effectuée par la méthode développée par **Maksimovič *et al.*, (2005)**.

➤ Principe

Son principe repose sur la capacité des flavonoïdes à former des complexes chromogènes avec le chlorure d'aluminium (AlCl_3) qui donne à la solution une coloration jaunâtre qui absorbe à 430 nm.

➤ **Mode opératoire**

Le protocole suivi est résumé dans la figure suivante :

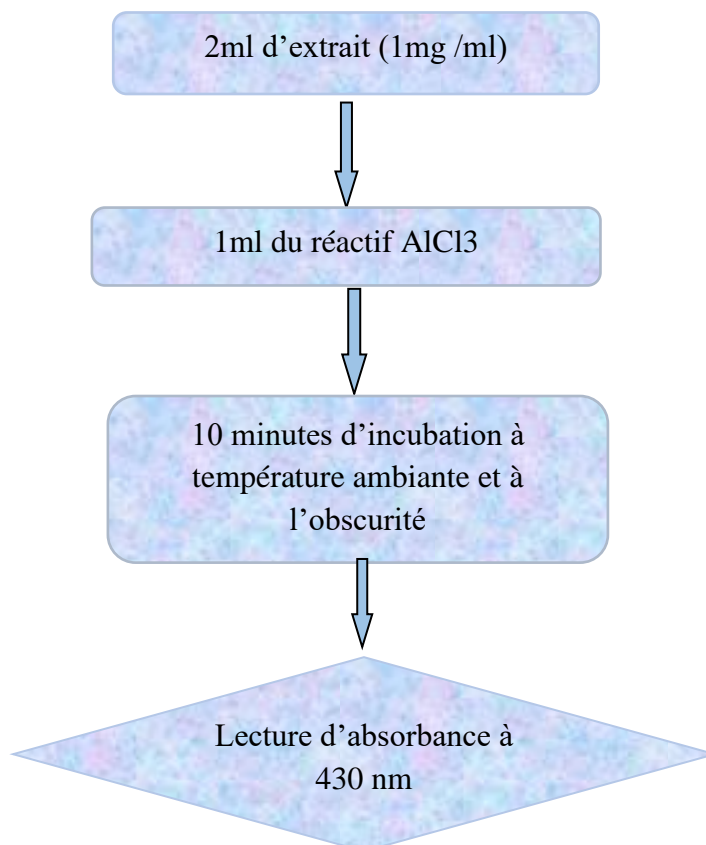


Figure 15 : Protocole de dosage des flavonoïdes (Maksimovič *et al.*, 2005).

➤ **Expression des résultats**

La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire (Annexe 3) réalisée par la quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les extraits. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de la quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait).

II.2.4.3. Dosage des anthocyanes

La teneur en anthocyanes a été mesurée par la méthode du pH différentiel rapportée par Lee *et al.*, (2005) et Jakobek *et al.*, (2007), avec quelques modifications.

➤ **Principe**

La méthode est basée sur le fait que les anthocyanes monomériques changent réversiblement de couleur avec la variation du pH. En effet, on passe de la forme flavylium

colorée (rouge) à pH= 1,0 à la forme hémiacétal incolore à pH =4,5. La différence entre l'absorbance des pigments anthocyanes à 510 nm est proportionnelle à la concentration en pigments présents dans les extraits.

➤ **Mode opératoire**

Le protocole suivi est résumé dans la figure suivante :

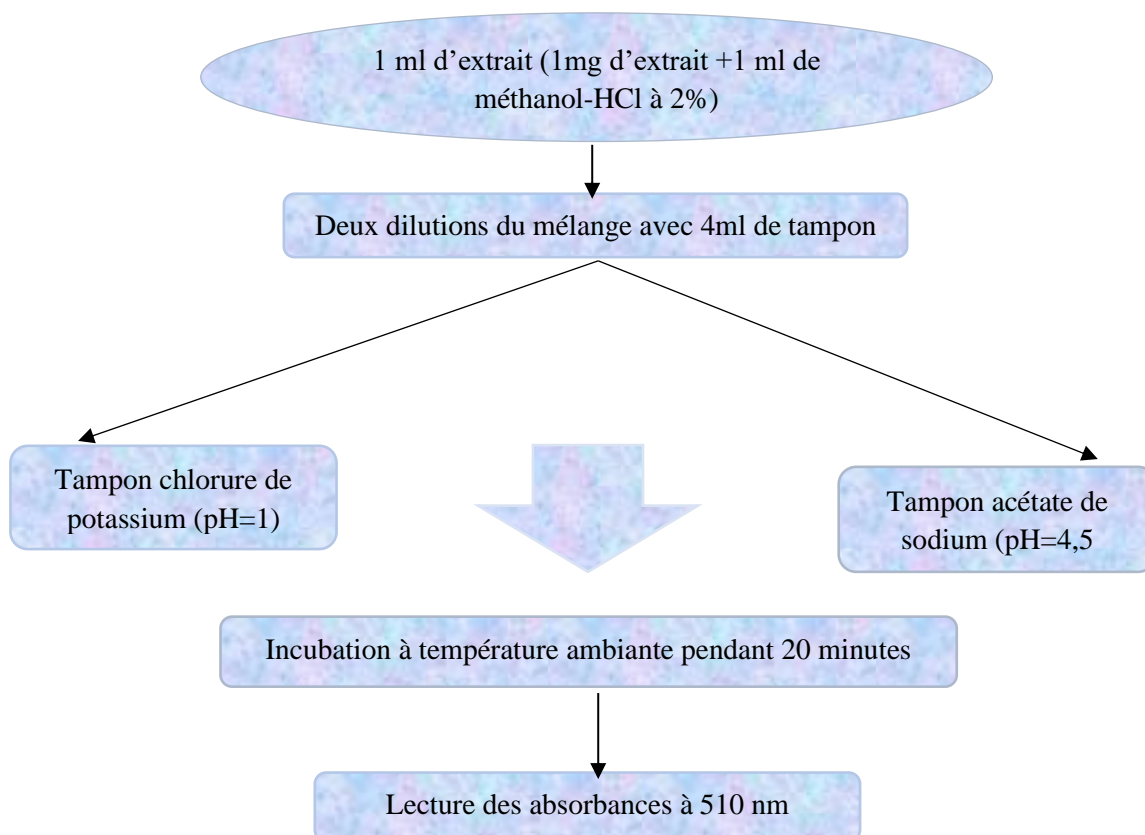


Figure 16 : Protocole de dosage des anthocyanes (Lee *et al.*, 2005; Jakobek *et al.*, 2007).

➤ **Expression des résultats**

La teneur en anthocyanines monomériques est exprimée en mg équivalent de cyanidine 3-glucoside par 100g d'extraits en utilisant le coefficient d'extinction molaire(ϵ) de cyanidine3-glucoside (Jakobek *et al.*, 2007), selon la formule suivante :

$$[\text{Anthocyanes monomériques}] \text{ (mg/L)} = (A * MM * DF * 10^3) / \epsilon * L$$

Où :

$A = (A_{510\text{nm}}) \text{ pH } 1,0 - (A_{510\text{nm}}) \text{ pH } 4,5 ;$

MM (masse molaire) = 449,2 g/mole de cyanidine-3-glucoside ;

DF : facteur de dilution=1 ;

ϵ (coefficient d'extinction molaire) = 26900 L mole⁻¹cm⁻¹ ;

L (longueur de la cuve) = 1 cm.

III.2.5 Analyse statistique

Les résultats des différents tests réalisés sont présentés en moyenne \pm écart type. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du test t de Student à l'aide du logiciel GraphPad Prism 8.02. La valeur obtenue en calculant t confirme que la population est différente, soit sont peu significatives à *P<0,05, significatives à **P<0,01, hautement significatives à ***p<0,001 et très hautement significatives à ****p<0,0001 et (n=3).

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Extraction

III.1.1. Taux d'extraction

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous constatons que l'extrait méthanolique du fruit de *Pistacia lentiscus* enregistre un rendement de 25,39%(25,39 g d'extrait sec pour 100g de matière végétale sèche) qui est supérieur au rendement obtenu par l'extrait éthanolique des fruits de *Pistacia lentiscus* récoltés dans la région d'Amizour, Béjaïa rapporté par **Remila et al., (2015)** qui est de l'ordre de 3,07%.

Les différences observées entre les taux d'extraction sont dues probablement à différents facteurs notamment les méthodes d'extraction utilisées, la nature chimique des composés (solubilité dans les solvants), la granulométrie, le temps d'extraction, les conditions de stockage, les différentes parties du végétal utilisé (feuille et fruit) et la présence de substances interférents (**Cowan, 1999 ; Levizou et al., 2004**).

D'après ces résultats, on peut déduire que l'extraction par le méthanol a donné le rendement le plus élevé. Ces mélanges sont le plus couramment utilisés pour extraire les composés phénoliques des végétaux car leurs polarités correspondent à la polarité des composés extraits. Dans ce cas, le solvant le plus polaire était plus efficace pour extraire les composés phénoliques de toutes les parties de la plante que le solvant le moins polaire.

III.2. Caractéristiques physicochimiques de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus*

Les résultats des analyses physicochimiques de l'huile végétale de fruits du *Pistacia lentiscus* sont réunies dans le tableau VII

Tableau VII : Les paramètres physico-chimiques d'huile végétale du fruit de *Pistacia lentiscus*

Indices physico-chimiques	Moyennes \pm Ecart-type	Normes CO2011	Normes CEE2005	Codex, FAQ 2001	AFNOR (2000)
pH	5 \pm 0,015	/			3.9-5.2
Indice de réfraction	1.467 \pm 0.02	1.467-1.4705	/	/	/
Indice d'acide %	27.89 \pm 0.03	0.8-3.3	0.8-2.0	/	<10
Indice de saponification (mg de KOH/g d'huile)	84.15 \pm 0.05	184-196	184-196	/	170-210
Indice d'Ester	56.26 \pm 0.025	Non indiqué			

- **Le potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH est utilisé dans de nombreux domaines comme variable opératoire, caractérisant du produit fini ou encore à des fins de contrôles de qualité. De nombreuses études se sont attachées à corréliser sa valeur à des lois cinétiques de réactions, des qualités organoleptiques de produits ou encore des activités enzymatiques (**Boukhiar, 2009**), le pH des extraits est mesuré pour permettre l'interprétation de certains résultats d'activité biologique (**Amiour, 2009**).

Les résultats obtenus montrent que la valeur du pH de l'huile végétale de *pistacia lentiscus* est $5 \pm 0,015$, se situe dans les normes d'AFNOR (3,9 - 5,2), Plus le pH est élevé plus le taux d'acidité est faible.

- **L'indice de réfraction :**

L'indice de réfraction dépend de la densité, de la composition chimique de l'huile et de la température (**Boukeloua et coll, 2012**).

Ce paramètre est également un critère important de pureté de l'huile. Il est proportionnel au poids moléculaire des acides gras de l'huile. Il varie de façon intéressante selon le degré d'insaturation des lipides et peut nous donner une idée sur la prédominance d'un acide gras insaturé sur un autre dans l'huile (**Ollé M., 2002**).

L'indice de réfraction déterminé à la température 20 °C est de $1,467 \pm 0,02$. Cette valeur est la même que celle rapportée par (**Merzougi, 2015**).

- **L'indice d'acide :**

Le corps gras est un des composés le plus altérable, la présence d'eau ou d'air peut entraîner respectivement des phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation (**Ollé M., 2002**).

La connaissance d'indice d'acide d'une huile est considérée comme un bon moyen pour savoir son degré d'altération. Il s'agit d'un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile (**belarbi F., 2010**). L'indice d'acide est un paramètre de qualité, une acidité libre très élevée rend l'huile brute très fragile à l'oxydation

L'huile végétale de *Pistacia lentiscus* a un indice de 27.89 ± 0.03 %, comparant avec d'autres travaux cette valeur reste supérieure à la limite établie par le **Conseil Oléicole International 2011** (0,8-3,3), ainsi que la norme donnée par le certificat d'économie d'énergie (**CEE, 2005**) qui se situe entre (0,8-2,0), et d'AFNOR <1 .

Cette différence du taux d'acidité est due probablement aux différents modes d'extractions (**Bensalem, 2015**) et (**Merzougui, 2015**).

De plus, Le type de sols à une influence sur l'augmentation ou la diminution de l'indice d'acide, les sols légers et sablonneux-limoneux ayant des pH légèrement acides (5,1 – 6,7) affectent l'indice d'acide des huiles des végétaux poussant sur ces sols (Nerd A., 1991).

- **L'indice de saponification :**

L'indice de saponification permet de classer les huiles par rapport à la longueur des chaînes d'acides gras. Alors que plus l'indice est élevé plus les huiles contiennent des acides gras à courtes chaînes (Bentekaya et Hassouna, 2007).

La détermination de l'indice de saponification de l'huile extraite des fruits de *Pistacia lentiscus* a donné une valeur égale à 84.15 ± 0.05 mg de (KOH /g d'huile), cette valeur semble relativement inférieure de celles obtenues par CO2011, CEE2005 qui notent une valeur de l'ordre de (184-196) et celle d'AFNOR (170-210). Cette variation de l'indice de saponification peut être due aux facteurs pédoclimatiques et le stade de maturité des fruits des plantes (Djedaia, 2017).

Ceci montre que notre huile extraite de la zone d'Amizour (Béjaia) est riche en acide gras à longue chaîne. Selon Ghada (2005), plus le poids moléculaire (PM) de la longueur moyenne d'acide gras est élevé, plus l'indice de saponification est faible.

- **L'indice d'ester :**

L'indice d'ester est la quantité en milligrammes de KOH nécessaire à la saponification des glycérides présents dans 1g de matière grasse.

Le résultat l'indice d'ester (IE) a été obtenu par la différence entre indice de saponification et (IS) et l'indice d'acidité (IA) ($IE = IS - IA$).

La valeur de l'indice de saponification est relativement très basse par rapport à celles des autres échantillons, alors que la valeur d'acidité et désormais parmi les plus élevées, donc on peut déduire que celui d'ester est important.

Les indices d'Ester sont des indices qui nous donnent une idée sur la structure de l'huile et ne sont ni influencés par le facteur région, ni par les méthodes d'extractions.

III.3. Caractéristiques physicochimiques de l'extrait méthanolique de fruits *pistacia lentiscus*

Les résultats des analyses physicochimiques de l'extrait méthanolique de fruits du *Pistacia lentiscus* sont réunies dans le tableau VIII

Tableau VIII : Les paramètres physico-chimiques d'extrait méthanolique du fruit de *Pistacia lentiscus*

Caractéristiques physico-chimiques	Moyennes \pm Ecart-type
pH	5.6 \pm 0.018
Degré de Brix %	0.27 \pm 0.005
Acidité meq de NaOH /100g	0.88 \pm 0.007

- **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Les résultats de pH d'extrait méthanolique montrent que cet extrait est acide avec une valeur de l'ordre de 5,6 \pm 0.018.

Par manque de données portant sur pH d'extrait méthanolique de fruit de *Pistacia lentiscus*, nous n'avons pas pu comparer ce résultat avec d'autres travaux de la même plante. Par contre, on peut le comparer avec d'autres travaux réalisés sur l'extrait méthanolique d'une plante de la même famille (La mangue).

En effet, la valeur de pH de notre extrait est légèrement supérieure à celle trouvée chez la mangue qui est de l'ordre 4.28, cette valeur peut varier en fonction des changements climatiques qui influencent considérablement sur les propriétés physico-chimiques des fruits. (Millogo ;2012).

- **Degré de Brix**

Les résultats du degré de Brix d'extrait méthanolique de fruit de *pistacia lentiscus* est de l'ordre de 0.27 \pm 0.005 %.

Au vue de l'absence des résultats des études réalisés déjà sur notre extrait, notre valeur est largement inférieure à celle donnée par Sawadogo –Lingani (1993) effectuée sur l'extrait méthanolique de la mangue qui est de l'ordre de 9,26% et qui montre la richesse de ce fruit en sucres contrairement à notre extrait qui présente des proportions faibles en sucres.

- **Acidité libre**

Lors de l'étude de la courbe de neutralisation de notre extrait méthanolique, les variations de la valeur de pH de la solution en fonction de la quantité du titrant Na OH. Le point équivalent de la neutralisation d'un acide fort par une base forte correspond à une valeur et V (Na OH) eq=0,88 et PH eq= 8 ,64 (annexe 2).

L'acidité de l'extrait méthanolique analysé est égale à 0.88 ± 0.007 meq de NaOH /g de l'extrait.

III.3. Dosage des composés phénoliques

III.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des phénols totaux dans l'extrait de fruits de *Pistacia lentiscus* a été réalisé selon le procédé de **Djeridane et al., (2006)**.

Les résultats des dosages des polyphénols totaux dans les extraits méthanoliques des fruits de *Pistacia lentiscus* ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Annexe 3).

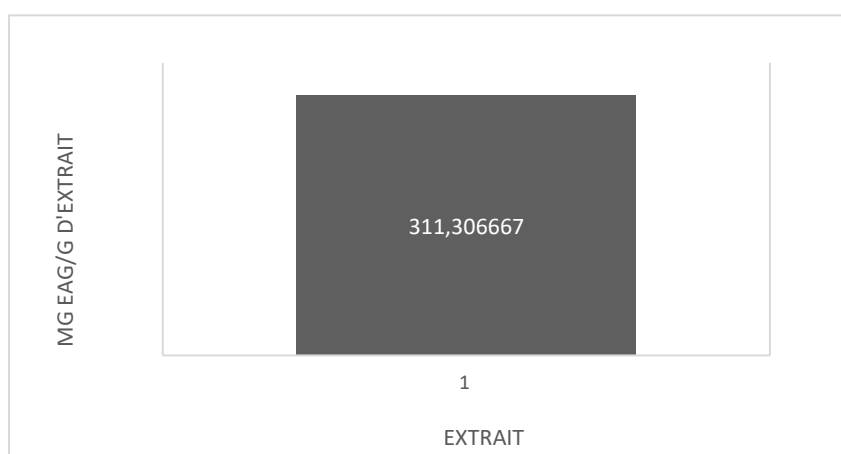


Figure 17 : Teneur en phénols totaux de l'extrait de fruits de *Pistacia lentiscus*

Selon la figure 17, les résultats montrent que la teneur des polyphénols totaux dans l'extrait de fruits de *Pistacia lentiscus* est de $311,30 \pm 29,89$ mg EAG / g, est largement supérieure à celles obtenues par **(Djedaia, 2017)** soit de $154,3466 \pm 2,5$ mg EAG/g de la matière sèche. D'autre part, le résultat obtenu de l'étude réalisée par **Mehenni et al., (2016)**, sur les feuilles de la même plante, a montré une très grande teneur en phénols totaux estimée à $517,51 \pm 5,53$ mg EAG/ g d'extrait, largement supérieur à ceux obtenus dans cette présente étude.

Ces variations des teneurs en composés phénoliques sont probablement expliquées par les facteurs suivants : la partie de la plante (feuille et fruit) utilisée, la période de récolte et les facteurs climatiques, ainsi que les méthodes d'extraction (solvant utilisé, température et temps d'extraction) et de quantification (**Lee et al., 2005**).

III.3.2. Dosage des Flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes des extraits du fruit a été démontrée à l'aide de la courbe d'étalonnage de la quercétine prise comme flavonoïdes de référence. La quantité en flavonoïdes est exprimée en mg EQ/g d'extrait (Figure 17).

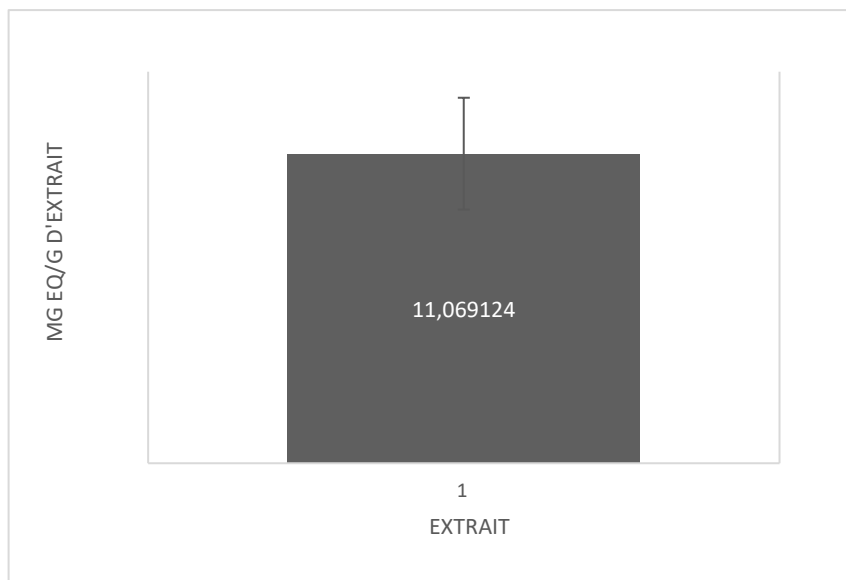


Figure 17 : Teneur de flavonoïdes de l'extrait du fruit de *Pistacia lentiscus*

Les résultats révèlent que la teneur en flavonoïdes dans l'extrait méthanolique fruits de *Pistacia lentiscus* est de $11,06 \pm 0,42$ (mg EQ/ g d'extrait) supérieur à celui obtenu par **Remila et al., (2015)**. Cette différence trouve son explication dans l'origine géographique de la plante, la technique d'extraction, et probablement dans la différence en standard utilisé pour le dosage des flavonoïdes. La méthode de conservation des plantes et d'exposition à la lumière peuvent aussi affecter la teneur en flavonoïdes car ils sont sensibles à l'oxydation ; en effet, ils ont tendance à former des polymères donnant ainsi des tannins condensés (**Manach et al., 2004**).

On attribue aux flavonoïdes des propriétés d'augmentation de la résistance capillaire et de diminution de la perméabilité membranaire, ainsi que des activités antivirales, antispasmodiques, antitumorales, antiallergiques, hypocholestérolémiantes, antiinflammatoires, antimicrobiennes et Hepatoprotective (**Iserin,2001 ; Andersen et Markham,2010**).

III.3.3. Dosages des anthocyanes :

La teneur en anthocyanines monomériques est exprimée en mg équivalent de cyanidine 3-glucoside par 100g d'extraits (tableau XI).

Tableau XI : Résultats du dosage des anthocyanes.

	Moyenne± écart-type
Concentration des anthocyanes mgEC-3-G/100 g d'extrait	1.2357175± 0.024

D'après les résultats obtenus du dosage des anthocyanes (Tableau VII), une teneur faible des anthocyanes est révélée dans l'extrait méthanolique du fruit de *pistacia lentiscus* avec la valeur 1.236 ± 0.024 (mg EC-3-G/100 g d'extrait).

La faible teneur en anthocyanes monomériques dans notre extrait est due probablement à la sensibilité de la méthode d'analyse utilisée, à l'instar des résultats de **Ballisteri et al., (2009)**, ($15,1 \pm 1,2$ mg EC-3-G/100 g d'extrait), supérieurs à nos résultats.

Selon plusieurs études, la variation dans les taux d'anthocyanes dépend des facteurs génétiques et physiologiques tels que le génotype et les degrés de maturation. L'accumulation des anthocyanes est influencée par les facteurs environnementaux notamment la lumière, la température, la nutrition de la plante et les attaques pathogènes. En effet, la lumière exerce deux effets opposés sur les anthocyanes : in vivo au sein de la plante elle favorise leur biosynthèse, alors que, in vitro dans les extraits ou les produits elle accélère leur dégradation (**Malien-Aubert et Amiot-Carlin, 2006**).

*Conclusion et
perspectives*

Les plantes médicinales restent une source fiable de molécules bioactives ayant montré leurs efficacités dans le traitement de diverses pathologies et prédominante de médicaments pour la majorité de la population mondiale, en particulier dans les pays en voie de développement.

Pistacia lentiscus est une plante connue pour ses activités phyto-thérapeutiques intéressantes et par sa richesse en métabolites secondaires, elle a été choisie en fonction de la facilité de sa récolte et du succès dont elle jouisse dans la thérapeutique traditionnelle.

L'objectif de notre travail portant sur deux axes dont le premier concerne les paramètres physico-chimiques des deux extraits de fruits de *pistacia lentiscus* (extrait méthanolique, huile végétale) suivi par une analyse qualitative des principaux composants présents dans les fruits de cette plante (phénols totaux, flavonoïdes et les anthocyanes).

Notre étude a montré que l'extraction dans la partie fruit de *pistacia lentiscus* L en utilisant le méthanol comme solvant a permis d'obtenir un bon rendement de 25,4 % qui reste supérieur aux résultats déjà obtenus sur les Fruits de la même plante.

Après avoir extrait l'huile végétale par une méthode d'extraction solide-liquide « soxhlet, et par la suite, et les composés phénoliques par ultrason, plusieurs indices chimiques et physiques ont été déterminés à savoir :

Le pH, l'indice de réfraction et l'indice d'ester de l'huile végétale présentent des résultats conformes aux normes exigées, l'analyse de l'indice d'acide reste supérieure aux valeurs établies par d'autres références due probablement aux différentes méthodes d'extraction, tandis que l'indice de saponification présente une valeur inférieure de celles obtenues déjà, ce qui montre que notre huile est riche en acides gras à longue chaînes, ce qui permet de le considérer comme une source nutritionnelle très importante.

D'autre part, l'extrait méthanolique présente des valeurs acceptables pour le pH, degré de Brix et l'acidité libre, respectivement.

L'analyse photochimique de fruit étudié a montré la présence d'une multitude de métabolites secondaires citant ; les flavonoïdes, les polyphénols et les anthocyanes, dont le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par le réactif de Folin-Ciocalteu, la quantification des flavonoïdes par le procédé au trichlorure d'aluminium et hydroxyde de sodium, et celle des anthocyanes par la méthode du pH différentiel.

Les résultats d'analyse quantitative ont enregistré un taux moyen de $11,06 \pm 0,42$ (mg Q/ g d'extrait) pour les flavonoïdes, suivi de celui des polyphénols totaux qui est de $311,06 \pm 29,89$ (mg EAG/ g d'extrait), et de l'ordre $1,236 \pm 0,024$ (mgEC-3-G/100 g d'extrait) pour les anthocyanes.

Finally, in view of the promising results obtained, the fruit of *Pistacia lentiscus* has proved its richness in phenolic compounds which are now beneficial for human health.

In perspectives we will consider the following studies :

- Realize in-depth research with the aim of the use of this oil in daily nutrition and agro-food technology and include it in the world of functional foods and in pharmaceuticals.
- Test biological activities of this oil such as antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial.
- Realize other physico-chemical analyses of parameters not performed.
- Improve the extraction method by using other solvents in order to obtain a very good yield of extracts for their use in medicinal, pharmaceutical and cosmetic fields.

*Références
bibliographiques*

A

Abdelwahab, A ;Bouhleb, I ; Skandrani, I ; Valenti, K ; Kadri, M ;Guiraud, P ; Steiman, R ; Mariotte, AM ; Ghedira, K ; Laporte, F ; Dijoux-Franca, M-G ;Chekir-Ghedira, L.(2007).Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1, 2, 3, 4, 6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*. Confirmation by microarray expression profiling, *Chemico-Biological Interactions* ,165 :1-13.

AFNOR. (1999). Huiles essentielles - détermination de l'indice d'ester NFT 75 104.

AFNOR. (1984). Détermination de l'indice de réfraction NFT 60 212.

Aissat,A K ; Chaher-Bazizi, N ; Richard, T ; Kilani-Atmani, D ; Pedrot, E ; Renouf, E. ; Atmani, D and VallsFounayet, J. (2022). Analysis of individual anthocyanins, flavanols, flavonols and other polyphenols in *Pistacia lentiscus L.* fruits during ripening. *Journal of Food Composition and Analysis*,106 :104-286.

Akroum,S .(2010) .Etude analytique et biologique des flavonoïdes naturels .Thèse de doctorat en sciences .Université Mentouri de Constantine .Algérie :113.

Alberti, A ; Zielinski, A. A. F ; Couto, M ;Judacewski, P ; Mafra, L. I ; & Nogueira, A. (2017). Distribution of phenolic compounds and antioxidant capacity in apples tissues during ripening. *Journal of food science and technology*, 54(6) :1511-1518.

Amiour S. (2009). Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de grenade et évaluation in vitro de leur activité biologique, mémoire de magister en biologie, centre universitaire de batna :76-77.

Anderson, OM ;Markham, K. R.(2010). Flavanonoids : Chemistry, Biochemistry and Application, CRC Press : 472-551.

Atmani, D ; Chaher, N ; Berboucha, M ; Ayouni, k ; Loumis, H ; Boudaoud, H .(2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*,112(2) : 303-309.

B

Ballistreri ,G ;Arena ,E and Fallico, B. (2009). Influence of Ripeness and Drying Process on the Polyphenols and Tocopherols of *Pistacia vera L.* *Molecules*, 14: 4358-4369.

Beecher, G. (2003). Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. *The Journal of nutrition*, 133(10) : 3248S-3254S.

Belarbi, F .Contribution a l'étude phytochimique et l'évaluation du pouvoir antioxydant des grains du figuier de barbarie (*Opuntiaflcus-indka*) de la région de Tlemcen , mémoire de master en biologie ,université Abou bekr Belkaid –Tlemcen .(2010).

- Belfadel ,F . (2009).**Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*-Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques. Mémoire présentée pour obtenir le diplôme de Magistère en chimie organique, Université Constantine 1, 2009 :139.
- Belhachata, D ; Aidb, F ; Mekimene, L ; Belhachat , M. (2017).**Phytochemical screening and in vitro antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* berries ethanolic extract growing in Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* ,10 : 273–285 .
- Belhadj ,S.(2000)** .Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation, Centre Universitaire de Djelfa, Algérie :108.
- Bellakhdar , J .(2003) .** Le Maghreb à travers ses plantes: plantes, productions végétales et traditions au Maghreb. Eds. Le fenec .
- Bensalem ,G.(2015)** .L’huile de Lentisque dans l’Est Algérien ; caractéristiques physicochimiques et composition en acides gras. Mémoire magister en sciences alimentaires, option : technologies alimentaires. Département de technologies alimentaires. Université Constantine 1 : 2-73-76-78-82.
- BEN TEKAYA , I ; HASSOUNA,M. (2005).** Etude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge.
- Bérubé-Gagnon, J. (2006).** Isolation et identification de composés antibiotiques des écorces de *Picea mariana*. Université du Québec à Chicoutimi.
- Bessas, A ; Benmoussa, L ; Kerarma, M. (2008).** Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. *Diplôme d’Ingénieur d’Etat en biologie, faculté des sciences, Université Djillah Liabes, Sidi Bel Abbes, Algérie : 81.*
- Botineau , M. (2015).** *Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques.* Paris: Lavoisier : 174 .
- Bouilla, F ; Mayen ,M ;Merida, J ; Medina, M. (1999).** *Food chemistry* :66 -99.
- Boukelouaa, A ; Belkhirib ,A ; Djerroua ,Z ; Bahric ,L ; Boulebdad, N ; Hamdi ,Y .** Acute Toxicity of *Opuntia Ficus Indica* and *Pistacia Lentiscus* Seed Oils in Mice., *Afr Journal Tradit Complement Altern Med* .(2012), 9(4): 607–611.
- Boukeloua, A ; Belkhiri, A ; Yilmaz, M ; Temel, H. (2016).** Chemical profiling and total thickness excised wound-healing activity of *Pistacia lentiscus* L. fruits growing in Algeria. *Cogent Biology* , 2 :15 .

Boukhiar ,A. (2009). Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud Algérie : essai d'optimisation. Mémoire de magistère, centre universitaire de Boumerdes : 45-52.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 3 ème édition, Techniques & Documentation, Paris.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. *Lavoisier, Paris : 1120.*

C

Castañeda-Ovando ,A ; Pacheco-Herndàez ,M ; Pàez-Herndàez, M ; Rodrigues ,J and Gàlàn-Vidal ,C. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113 : 859-871.

Chaher, N. (2006). *Activités antioxydant et anti-radicalaire des extraits de deux plantes médicinales Pistacia lentiscus et fraxinus angustifolia* (Doctoral dissertation, Béjaïa, Université Abderahmane Mira. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).

Chanforan, C. (2010). Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Avignon.

Collin, S., Crouzet, J. (2011). Polyphénols et procédés. Edition Lavoisier TEC & DOC : 5 , 13 , 16 , 235.

Coste, H. (1937). Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Second Tirage, Paris - Librairie des Sciences et des Arts.

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agent. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 (4) :565,568-571.

D

Dhifi, W ; Jelali, N ; Chaabani, E ; Beji, M ; Fatnassi, S ; Omri, S ; Mnif, W.(2013). Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *African Journal of Agricultural Research* , 8(16): 1395-1400.

Djedaia, S .(2017). -Etude Physico-chimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (*Pistacia Lentiscus*), Université Badji-Mokhtar Annaba, Thèse : 66-76-105-114-117.

Djeridane ,A ; Yousfi, M ; Nadjemi, B ;Boutassouna, D ; Stocker, P ; Vidal, N. (2006). Antioxydant activity of some Algerian medicinal plant extract containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97 : 654-660.

F

Fleuriet, A ; Uhel, C ; Dédaldéchamp, F. (1996). Les composés phénoliques et la qualité des produits d'origine végétale consommés par l'homme. *Acta botanica gallica*, 143(6) : 493-500.

G

Ghada, B.(2005). L'huile de lentisque (*pistacia lentiscus* L .) dans l'est algérien : Caractérisation physico-chimique et composition en acides gras magister en science alimentaire . Canstantine :139 .

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4) : 162-169.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4) :162-169.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4) : 162-169.

H

Hamlat, N ; Hassani, A.(2008). Analyse des flavonoïdes présents dans les feuilles du lentisque par les méthodes chromatographiques.Biotech 2008, XIes Journées Scientifiques du réseau «Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire» de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes, France :46

Harborne, J. (2013). The flavonoids: advances in research since ,1980.

Hellal, Z. (2011).Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Applications sur la sardine (*Sardina pilchardus*), Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri deTizi-Ouzou.

Husain, N ; Gupta, S. (2015). A critical study on chemistry and distribution of phenolic compounds in plants, and their role in human health. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol*, 1 : 57-60.

I

Iserin, P. (2001). Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identification, Préparation, Soin. 2^{ème} édition ED Larousse/VUEF :13-16-250- 291-296.

ISO 3657 .(1977). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de saponification.

ISO 660. (1999). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.

IUPAC. (1987). Determination of refractive index. German Institute for Standardization e.v., Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2 : 102.

J

Jackobek, L ; Šeruga, M ; Novak ,I ; Medvidovic-Kosanovic, M. (2007). Flavonols, Phenolic acids and Antioxidant Activity Of Some Red Fruits. *Deutsche LebensmittelRundschau*, 103: 369-378.

Jackobek L., Šeruga M., Novak I. and Medvidovic-Kosanovic M. (2007). Flavonols, Phenolic acids and Antioxidant Activity Of Some Red Fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 103: 369-378.

Jwan, O ; Ong ondo, CO .(2011). *Quantitative research: An introduction to principles*.

Khiari, M.b., Kechrid, Z., Klibet, F., Elfeki, A. , Shaarani, M.d.S., Krishnaiah, D. (2018) . Preventive effect of *Pistacia lentiscus* essential oil. *Toxicology reports* ,549 :1-29.

K

Khiari, M ; Kechrid, Z ; Klibet, F ; Elfeki, A ; Shaarani, M.d.S ; Krishnaiah, D. (2018) . Preventive effect of *Pistacia lentiscus* essential oil. *Toxicology reports* , 549 :1-29.

Kordali ,S ; Cakir ,A ; Zengin, H ;Duru ,M.E. (2003). Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, 74 :164-167.

Koutsoudaki, C ; Krsek, M ; Rodger, A.(2005) Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. Chia. *J Agric Food Chem.*,53,(20) :7681-7685.,

L

Lahsissene, H ; Kahouadji, A ; Hseini, S.(2009) . Catalogue des plantes medicinales utilises dans la region de Zaér (Maroc Occidental).*Lejeunia*, Revue de Botanique.

Lalaoui, K ; Akroum, S. (2011). Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels.

Lee, J ; Barnes, K ; Eisele, T ;Giusti, M ; Haché ,J ; Hofsommer ,H ;Koswig ,S ; Krueger ,D ; Kupina, S ;Martin, S ; Martinsen B ; Miller, T ;Paquette, F ; Ryabkova ,A ; Skrede ,G ; Trenn, U ; Wightman, J. (2005). Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method : Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 88 :1269-1277.

Lee, K. (2004). Current developments in the discovery and design of new drug candidates from plant natural product leads. *Journal of Natural products*, 67(2) :273-283.

Leprieur, M. (1860). *Journal de médecine, chirurgie et de pharmacie*, 3^{ème} volume, Publié par la société de science médicale et naturelle de bruscelles : 614-615.

Lion, P.H. (1955). -Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris.

Ljubuncic, P ; Song, H ;Cogan, U ; Azaizeh, H ; Bomzon, A. (2005). The effects of aqueous extracts prepared from the leaves of Pistacia lentiscus in experimental liver disease. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1-2) : 198-204.

M

Macheix ,J ; Fleuriet, A ; Jay- Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes :192 .

Machiex ,J ; Fleuriet ,A ; Sarni-Manchado, P. (2006). Composés phénolique dans la plante - Structure, biosynthèse, répartition et rôles. In: Sarni-Manchado, P. and Cheynier, V. *Les polyphénols en Agroalimentaire*. Paris : Technique et Documentation- lavoisier :1-26.

Maksimović, Z ; Malenčić, Đ ; Kovačević, N. (2005). Polyphenol contents and antioxidant activityof Maydis stigma extracts. *Bioresource technology*, 96(8) : 873-877.

Malien-Aubert ,C ; Amiot-Carlin, M. (2006). Pigments phénoliques- structures, stabilité, marché des colorants naturels et effets sur la santé. In: Sarni-Manchado, P. and Cheynier, V. *Les polyphénols en Agroalimentaire*. Paris : Technique et Documentation-lavoisier : 296-333.

Manach ,C ; Scalbert, A ;Morand ,C ;Remesy ,C ;Jimenez ,L. (2004). "Polyphenols: Food sources and bioavailability." *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5) : 727-747.

Mehenni ,C ; Atmani-Kilani ,D ;Dumarcay ,S ; Perrin, D ; Gérardin, P ; Atmani, D. (2016). Hepatoprotective and antidiabetic effects of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit extracts. *Journal of food and drug analysis*, 24: 653- 669.

Mehenni, C ;Atmani-Kilani, D ;Dumarcay ,S ; Perrin, D ; Gérardin ,P ; Atmani D. (2016). Hepatoprotective and antidiabetic effects of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit extracts. *Journal of food and drug analysis*, 24: 653- 669.

Merzougui, I. (2015). -Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *Pistacia Lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques, Université Badji-Mokhtar Annaba, Thèse : 28-67-68-69.

Millogo,D .(2012).Caractérisation physico-chimique de la mangue séchée biologique(variété Amélie) ,1,7 :32 .

Mitchh ,A ;1986 .-Tous les Arbres de nos Forêts, édition Bordas :319.

Mohammedi, Z. (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Mémoire de Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen : 105.*

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

N

Nerd ,A ; Karadi, A ; Mazhari ,Y. (1991).Plants sou,137(2) : 201-207.

Nicholson, R ; Vermerris, W. (2006). *Phenolic compound biochemistry.*

O

Ollé, M .(2002). Direction de la concurrence, de la consommation et de répression des fautes interregional de Montpellier, Dossier P3325, Technique d'analyse Vol papier n° :TA4.

Ozcan, T ; Akpinar-Bayizit, A ; Yilmaz-Ersan, L ; Delikanli, B. (2014). Phenolics in human health. *International Journal of chemical engineering and applications*, 5(5), 393.

Pietta P.G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Production*, 63: 1035-1042.

Q

Quezel ,P ; Santa, S .(1962-1993). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S., 2 volumes : 1170.

R

Remila ,S ; Atmani-Kilani, D. ;Delemasure ,S ; Connat ,J ; Azib ,L ; Richard ,T. Atmani D. (2015). Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of Pistacialentiscus (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3) : 274-286.

Romani, A ; Pinelli ,P; Galardi, C; Mulinacci ,N.(2002). Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia lentiscus* L. *Phytochemical Analysis* ,13 : 79-86.

S

Sakagami, H ; Kishino, K ; Kobayashi, M ; Hashimoto, K ; Iida, S ; Shimetani, A ; Nakamura, Y ; Takahashi, K ; Ikarashi, T ; Fukamachi, H ; Satoh, K ; Nakashima, H ; Shimizu, T ; Takeda, K ; Watanabe, S ; Nakamura, W. (2009). *Selective antibacterial and apoptosis-modulating activities of mastic*. In Vivo, 23: 215-224.

Sawadogo ,L.(1993) .valorisation technologique de la variété Amélie de la mangue du Burkina Faso : maitrise des paramètres physico-chimiques pour une meilleure stabilisation des produits transformés . Thèse de Doctorat Université de Ouagadougou :286 .

Scalbert, A ; Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of nutrition*, 130(8) : 2073-2085.

Škerget, M ; Kotnik, P ; Hadolin, M ; Hraš, A ; Simonič, M ; Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2) : 191-198.

T

Tabuti, J ; Lye, K ; Dhillon, S. (2003). Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda : plants, use and administration. *Journal of ethnopharmacology*, 88(1) :19-44.

Touafek, Ouassila.(2010).Etude photochimique de plantes médicinales du Nord et du Sud algériens .

Trabelsi, H ;Olf, A ; Cherif, F ;Sakouhi, P ; Justin, R ; Nathalie, B ; Paul, M. (2011). Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*. Epub.

U

Urquiaga ,I ; Leighton ,F .(2000). Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biology Research* ,33: 55-64.

V

Vercauteren ,J .(2011).plan formules et illustrations du cours de pharmacognosie. Université Montpellier 1 : 121.

X

Xia, L. C., Steel, J. A., Cram, J. A., Cardon, Z. G., Simmons, S. L., Vallino, J. J., et al. (2011). Extended Local Similarity Analysis (eLSA) of Microbial Community and Other Time Series Data With Replicates. *BMC Syst. Biol.* 5 (Suppl.2) : S15. doi :10.1186/1752-0509-5-S2-S15.

Xie, L ; Yang, Z ;Wen, J ; Li, D ; Yi, S. (2014). Biogeographic history of *Pistacia* (Anacardiaceae), emphasizing the evolution of the Madrean-Tethyan and the eastern Asian-Tethyan disjunctions. *Molecular phylogenetics and evolution*, 77 :136-146.

Y

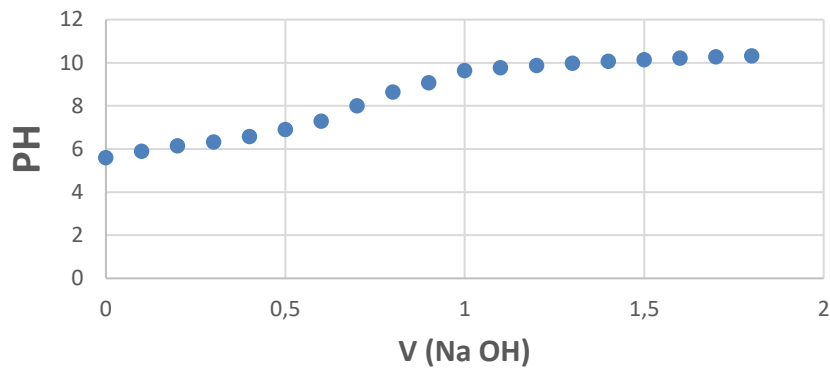
YUNUS, D ; SULEYMAN, B ; HALIL, A ; HASAN, H.(2003). A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* distributed in the western Anatolian part of Turkey *Acta Bot. Croat.* , 62 : 73-88.

Annexes

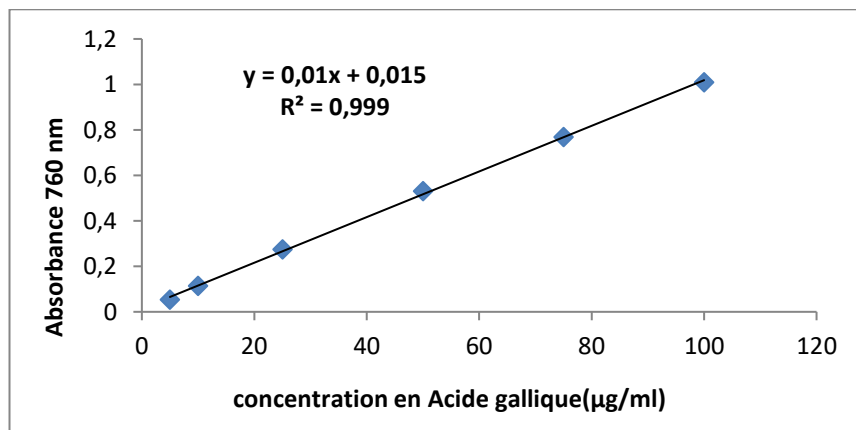
Annexe N°1: matériels, solvants et réactifs chimiques e utilisée

Matériels utilisée	Solvant et réactifs chimiques utilisée
Spectrophotomètre UV-Visible (SHIMADZU) ; Réfractomètre ; Balance électrique (RADWAY) ; Centrifugeuse (Sigma) ; Agitateur ; électromagnétique (VELP); PH mètre (HANNA) ; Homogénéisateur (Heidolph) ; Vortex (VELP) ; Sonicateur ; Etuve ; Bain marie ; Béchers ; Tubes à essais et leurs portoirs ; Micropipettes ; Eprouvettes ; Erlenmeyers ; Spatules ; Pipettes pasteur ; Paires ; Eppendorf ...	Hydroxyde de Sodium (Na OH) ; Hydroxyde de potassium (KOH) ; Ethanol ; Ether éthylique ; Phénolphtaléine ; Acide Chlorhydrique (Hcl) ; tampon KCL ; Tampon C ₂ H ₃ NaO ₂ ; Réactif du folin-ciocalteu Quercetine L'eau javel L'eau distillée

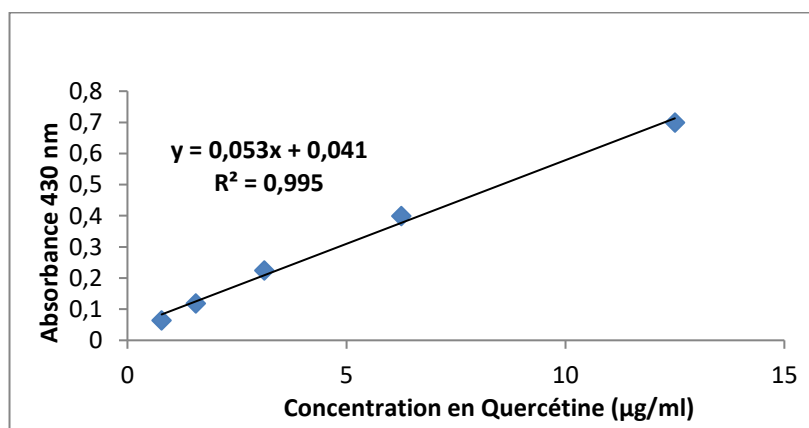
Annexe N° 2: courbe de neutralisation de PH de la solution en fonction de la quantité du titrant Na OH :



Annexe N°3: Courbe d'étalonnage avec l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux



Annexe N°4: Courbe d'étalonnage avec la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.



Résumé

Pistacia lentiscus. L (Anacardiaceae) est une espèce végétale abondante dans toute la région méditerranéenne, elle est utilisée essentiellement comme produit thérapeutique pour traiter différentes pathologies depuis l'antiquité, ses propriétés biologiques sont dues à sa richesse en substances bioactives.

Lors de cette présente étude, notre intérêt s'est porté en premier lieu sur une étude comparative en termes de propriétés physico-chimiques des deux extraits de fruits de *pistacia lentiscus* et en second lieu sur les dosages des composés phénoliques des extraits méthanolique de ces fruits par des méthodes colorimétriques appropriées. L'étude des caractéristiques physico-chimiques des deux échantillons a été réalisé par la mesure de ph, degré de brix, acidité libre, indice de saponification, d'acide et d'ester.

Par ailleurs, les résultats obtenus de l'étude phytochimique indiquent la richesse des fruits de *Pistacia lentiscus* en composés phénoliques. La teneur en phénols totaux par la méthode de folin-ciocalteu varie de $311,06 \pm 29,89$ mg EAG/ g d'extrait. Les flavonoïdes en utilisant la méthode d'AlCl₃ enregistrent une variation de $11,06 \pm 42$ mg EQ/ g d'extrait et les anthocyanes à leurs tours par la méthode de ph différentiel varient de mg EC3-G/ 100 g d'extrait, confirmant l'utilisation de cette plante en médecine traditionnelle.

Mots Clés :

Pistacia lentiscus, polyphénols, phénols totaux, flavonoïdes, anthocyanes, huile végétale, extrait méthanolique.

Abstract

Pistacia lentiscus. L (Anacardiaceae) is an abundant plant species throughout the Mediterranean region, it is used mainly as a medicinal and therapeutic product to treat different pathologies since ancient times, its biological properties are due to its richness in bioactive substances.

During this present study, our interest focused first on a comparative study in terms of the physico-chemical properties of the two fruit extracts of *pistacia lentiscus* and secondly on the determinations of phenolic compounds of methanolic extracts of these fruits by appropriate colorimetric methods.

The study of the physico-chemical characteristics of the two samples was carried out by measuring ph, degree of brix, free acidity, saponification index, acid index.

In addition, the results obtained from the phytochemical study indicate the richness of the fruits of *Pistacia lentiscus* in phenolic compounds. The total phenol content by the folin-ciocalteu method varies from 311.06 ± 29.89 mg EAG/g extract. Flavonoids using the AlCl₃ method record a variation of 11.06 ± 42 mg EQ/g extract and anthocyanins in turn by the differential ph method vary from mg EC3-G/100 g extract, confirming the use of this plant in traditional medicine.

Keywords :

Pistacia lentiscus, polyphenols, total phenols, flavonoids, anthocyanins, vegetable oil, methanolic extract.