REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Chimie

Spécialité : Chimie pharmaceutique

Présenté par :

M^lle MIR Racha

M^lle LARBAGUI Sabrina

Thème

"Etude phythochimique et activité biologique de deux espèces de genre Pistacia sp en vue de leur application dans le domaine phytopharmaceutique"

Membres de jury :

Mme ARBIA W.	**Grade : M.C.B**	**Etablissement U.Médéa**	**Examinatrice**
Mme BOUZIDI A.	**Grade : M.A.B**	**Etablissement U.Médéa**	**Examinatrice**
Mme CHAOUATI K.	**Grade : MAA**	**Etablissement U.Médéa**	**Encadreur**
Mme BOUAZA f.	**Grade : MAA**	**Etablissement U.Médéa**	**Co-Encadreur**

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu « ALLAH » le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.

Nous remercions :

Notre promotrice Mme CHAOUATI.K et notre Co-promotrice Mme BOUAZA.F Pour nous faire confiance, leurs remarques, leur orientation vers le succès avec leurs connaissances et leurs idées et aussi l'encouragement tout on long de notre travail.

Nous remercions les membres de jury, Mme ARBIA.W et Mme BOUZIDI.A d'avoir accepté de juger notre travail.

Nous remercions également : Mr le Directeur de l'Institut Agricole de Ksar el Boukhari.

Mr. MEZIANE Yacine professeur de Contrôle Qualité à l'Institut Agricole de Ksar el Boukhari.

Mr CHIHANI Ali l'Ingénieur de laboratoire de Contrôle Qualité à l'Institut Agricole à Ksar el Boukhari.

Nous remercions tous les membres de l'équipe du laboratoire de l'Institut Agricole de Ksar el Boukhari pour leur accueil, leur sympathie ainsi que leurs idées constructives.

En fin, tous ceux qui ont pratiqué de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à Mes très chers parents Mr Mohamed & madame Fatiha Vous m'avez donné le jour et vous m'avez accompagné au long du chemin.

Aujourd'hui, je suis le fruit de vos efforts et de toute votre attention. Soyez infiniment remerciés. Sachez que je vous aime profondément et que je vous suis reconnaissante. Que le Dieu vous protège.

Mes sœur IMANE, HOUDA et mon frère ISLAM vous êtes l'une de mes principales raisons de vivre

Mes loulous : ANAS WASSIM et MERIEM NADA A toute la famille : TRIK& MIR

Mes chères amies SIHAM, Khaoula, Sara, Amina, Yasmine

Je tiens à remercier aussi aux toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce modeste travail



Racha

Dédicaces

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie:

À mes très chers parents, ma famille, ainsi qu'à Toutes mes amies



Sabrina

ملخص

بهدف القيام بدراسة مصغرة حول نباتين من جنس الفستق الحلبي `` lentisque et atlantica " وتركيبتها الكيميائية بالإضافة إلى نشاطه البيولوجي ، أطلقنا بحثًا عمليًا ل نتائج مستويات المركبات الفينولية ، تسمحت لنا هذه الدراسة باستنتاج أن المحاليل الميثانول هي الأكثر ملائمة لاستخراج المركبات الفينولية مقارنة بالمحاليل المائية ، بالإضافة إلى أن النسبة المئوية للنشاط المضاد للجذور الحرة للأجزاء المختلفة من النباتات تتراوح بين [76.97-82.97]٪ ومحتوى البوليفينول تتراوح المجاميع بين [164.97-384.07] مجم / جم ويختلف محتوى الفلافونويد بين [35.26-107.04] مجم / جم.

النباتات التي استندت إليها الدراسة غنية جدًا بالبولي فينول ، ومع ذلك فهي تمتلك نشاطًا عاليًا مضادًا للجذور الحرة..

الكلمات المفتاحية

.دراسة،النبات،مكوناتكميابية،النشاطالبيولوجي،محاليل،استخلاص،مركبات،البوليفينول،الفلافونويد،الجذورالحرة

Résumé

Dans le cadre de faire une petite recherche sur deux plantes de genre pistachier "lentisque et l'atlantica" et ses composants chimique ainsi que son activité biologique on a lancer une recherche pratique qui nous a donné les résultats des teneurs en composés phénoliques , cette étude nous permettra de déduire que les solutions méthanoïques sont les plus favorables pour une extraction des composés phénolique , en addition que le pourcentage de l'activité antiradicalaire des différentes partie des plante se varie entre [76.97-82.97]% et le teneur en polyphénols totaux varie entre [384.07-164.97]mg/g et le teneur en flavonoïde varie entre [35.26-107.04]mg/g .

Les plantes dont l'étude se base sont très riche en polyphénols en revanche elles ont une activité antiradicalaire élevée.

Mots clés : plante, composant chimique, pistachier, activité biologique, lentisque, atlantica, phénol, flavonoïdes, activité antiradicalaire, teneur, solution.

Abstract

In order to make a little research on two plants gendre of the pistacia `` lentisk and atlantica " and its chemical components as well as its biological activity, we launched a practical research which gave us the results of the levels of phenolic compounds .this study allowed us to deduce that the methanoic solutions are the most favorable for an extraction of the phenolic compounds, in addition that the percentage of the anti-free radical activity of the different plants parts varies between [76.97-82.97]% and the content of polyphenols totals

varies between [384.07-164.97] mg / g in the end the flavonoid content varies between [35.26-107.04] mg / g.

The plants on which the study is based are very rich in polyphenols, however they have a high anti-free radical activity.

Key words : plant, chemical components, Pistacia, biological activity, lentisk, atlantica, polyphenol, flavonoid, solution, content.

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations et nomenclatures I

Liste des figures II

Liste des tableaux IV

INTRODUCTION GÉNÉRALE 1

CHAPITRE I : Présentation des plantes étudiées 3

I.1. Généralité sur le genre de Pistacia sp 4

I.2. Origine et aire répartition géographique 4

I.3. Taxonomie du genre *Pistacia* 5

I.4. Descriptions des plantes étudiées 6

I.4.1. Pistacia lentiscus 6

I.4.1.1. Caractères botaniques de Pistacia lentiscus 6

I.4.1.2. Etude chimique de l'espèce Pistacia lentiscus 8

I.4.1.3. Propriétés et utilisation de Pistacia lentiscus 10

I.4.2. Pistacia atlantica Desf 10

I.4.2.1. Caractères botaniques de pistachier d'atlas 11

I.4.2.2. Etude chimique de l'espèce Pistacia atlantica 12

I.4.2.3. Propriété et usages de Pistacia atlantica 13

CHAPITRE II : Les polyphénols 15

II.1. Généralité 16

II.2. Classification des polyphénols 17

II.2.1. Les flavonoïdes 18

II.2.2. Flavonols 18

II.2.3. Les anthocyanes 19

II.2.4. Polyphénols complexes (tanins) 20

II.3. Voies de biosynthèse des polyphénols 21

II.5. Propriétés biologiques 23

II.5.1. Propriétés antioxydante 24
II.5.2. Propriétés antifongiques 24
II.5.3. Propriétés antibactériennes 25
II.5.4. Propriétés insecticide 25
II.5.5. Propriétés allélopathique 26
CHAPITRE III : Matériel & Méthodes 27
Lieu d'étude 28
III.1. Matériels 28
III.1.1. Matériel végétale et la région de la récolte 28
III.1.2. Préparation de matériel végétale 28
III.2.1. Préparation des extraits 30
III.2.1.1. Extraction par méthanol 30
III.2.1.2. Extraction par l'eau distillée 31
III.2.3. Analyse phytochimique 32
III.2.3.1. Dosages des polyphénols totaux 32
III.2.3.2. Dosage des flavonoïdes 35
III.2.3.3. Dosage des flavanoles 38
III.2.3.4. Les Anthocyanines 38
III.2.3.5. Dosage des Tanins totaux : Indice HCl (IFV, 2009) 40
III.2.3.6. Tanins condensés 41
III.2.4. Etude du pouvoir antioxydant des extraitsm2thanolique et aqueux 42
III.2.4.1. Neutralisation du radical DPPH* 42
III.2.4.2. Pouvoir réducteur 43
CHAPITRE IV : Résultats et discussion 44
IV.1. Etude phytochimique des extraits des deux plantes 45
IV.1.1. Etude phytochimique des extraits Pistacia lentiscus 45
IV.1.1.1. Teneur en poly phénols totaux 45

IV.1.1.2. Teneur en Flavonoïdes totaux, Teneur en Flavonols totaux et Teneur en anthocyanines totaux 46
IV.1.1.3. Teneur en Tanins totaux et en Tanins condensés 48
IV.1.2. Etude phytochimique des extraits *Pistacia atlantica* 50
IV.1.2.1. Teneur en polyphénols totaux 50
IV.1.2.2. Teneur en Flavonoïdes totaux, Teneur en Flavonols totaux et Teneur en Anthocyanines totaux 51
IV.1.2.3. Teneur en Tanins totaux et en Tanins condensés 54
IV.2. Activité antioxydante des extraits 58
IV.2.1. Activité antiradicalaire de *Pistacia lentiscus* 58
IV.2.2. Activité antiradicalaire de *Pistacia atlantica* 59
Conclusion et perspective 62
Références bibliographiques 64
Annexes 77
Annexe n°01 78
Annexe n°02 80
Annexe n°03 80

Liste des abréviations et nomenclatures

Abréviation	**Signification**
CAD	Détecteur D'Aérosols
CoA	Coenzyme A
ERO	Espaces Réactives Oxygénés
G	Gramme
H	Hydrogène
m	Mètre
MEXCANA HBK	Holotype Pistacia Mexicana Kunth
N	Normalité
PA	Pistacia Atlas
PAL	Phosphatases Alcalines
PL	Pistacia Lentiscus
UV	Ultra –Violet

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1. Aire de répartition du genre Pistacia dans le monde 4
Figure I.2. Pistacia lentiscus (Anacardiacée) 6
Figure I.3. Fleurs de lentisque 7
Figure I.4. Feuilles de lentisque 7
Figure I.6. Fruits rouges PL 8
Figure I.5. Fruits noirs PL 8
Figure I.7. Le Bétoum ou pistachier de l'Atlas 11
Figure I.8. Feuilles composées du pistachier de l'Atlas 11
Figure I.9. Fruit de Pistacia atlantica 12

Chapitre II

Figure II.1. Structure chimique de polyphénol 17
Figure II.2. Classification des polyphénols 17
Figure II.3. Squelette de base des flavonoïdes 18
Figure II.4. Structures chimiques de flavonols 19
Figure II.5. Structure chimique de quelques anthocyanidines courantes 20
Figure II.6. Structure chimique 21
Figure II.7. Biosynthèse des composés phénoliques 22

Chapitre III

Figure III.1. Carte géographique de la région de Berrouaghia (www.earth.google.com) 28
Figure III.2. Séchage (Originale, 2020) 29
Figure III.3. (A) séchage(B) broyage/tamisage(C) conservation de la plante étudie (original 2020) 29
Figure III.4. Préparation des extrait méthanolique 30
Figure III.5. (E)Filtrage (F)Centrifugation (G)Extraits obtenus(Originale, 2020) 31
Figure III.6. (H)Séchage des extraits (I)Récupération des extraits(Originale, 2020). 31
Figure III.7. (01)Pesé (02)Préparation des solutions (03)Agitation (04)Filtrage (05)Centrifugation (06)Séchages des extraits(Originale, 2020) 32
Figure III.8. Changement de couleur lors de la réaction d'oxydation (Originale, 2020) 33
Figure III.9. Détection des phénols (Originale, 2020) 34
Figure III.10. Protocole de dosage des polyphénols totaux (Originale, 2020) 35
Figure III.11. Détection des flavonoïdes (Originale, 2020) 36
Figure III.12. Protocole de dosage des flavonoïdes (Originale, 2020) 37

Figure III.13. Apparition de la réaction des flavonols(Originale, 2020) 38
Figure III.14. Détection anthocyanes (Originale, 2020) 40
Figure III.15. Détection des Tanins totaux (Originale, 2020) 41
Figure III.16. Détection tannins condensés (Originale, 2020) 42
Figure III.17. Apparition l'activité anti-radicalaire (Originale, 2020) 43

Chapitre IV

Figure IV.1. Concentration des polyphénols dans extraits des différentes partie du Pistacia lentiscus en EqAG/gMS 45
Figure IV.2. Concentration des flavonoïdes dans extraits des différentes partie du Pistacia.lentiscus en EqQ/gMS 46
Figure IV.3. Concentration des flavonols dans extraits des différentes partie du Pistacia.lentiscus en EqAG/Gms 47
Figure IV.4. Concentration des anthocynes dans extraits des différentes partie du Pistacia.lentiscus en EC3G/100g MS 48
Figure IV.5. Concentration des tanins totaux dans extraits des différentes partie du Pistacia.lentiscus en EqAG/gMS 49
Figure IV.6. Concentration des tanins condensés dans extraits des différentes partie du Pistacia.lentiscus en EqAG/gMS 50
Figure IV.7. Concentration des polyphénols dans des extraits des différentes partie du Pistacia.atlantica en EqAG/gMS 51
Figure IV.8. Concentration des flavonoïdes dans deux extraits des différentes partie du Pistacia.atlantica en EqQ/gMS 52
Figure IV.9. Concentration des flavonols dans deux extraits des différentes partie du Pistacia atlantica en (mg ER/g MS) 53
Figure IV.10. Concentration des anthocynes dans deux extraits des différentes partie du Pistacia atlantica en EqAG/gMS 54
Figure IV.11. Concentration des tanins totaux dans deux extraits des différentes partie du Pistacia atlantica en EqAG/gMS 55
Figure IV.12. Concentration des tanins condensés dans deux extraits des différentes partie du Pistacia atlantica en EqAG/gMS 56
Figure IV.13. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique 80
Figure IV.14. Courbe d'étalonnage rutine 80

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: Différentes sections de genre Pistacia 5

Tableau I.2: Taxonomie du genre Pistacia.....6

Chapitre II

Tableau II.1: Activités biologiques de quelques composés polyphénoliques 23

Chapitre III

Tableau III.1: Matériel utilisé lors l'expérimentation 78

Tableau III.2 : Appareillage 78

Chapitre IV

Tableau IV.1: Teneur en activité antiradicalaire de différentes parties étudiées de la plante P.lentiscus*.....58

Tableau IV.2: Teneur en activité antiradicalaire de différentes parties étudiées de la plante P.atlantica 59

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Elles possèdent des vertus thérapeutiques ou cosmétiques, car elles contiennent des molécules ou des principes actifs à différentes propriétés biologiques, qui trouvent leur application dans divers domaines (médecine, pharmacie, cosmétologie et agriculture, etc.) **Tchamdja K.M.(1995)**.

Actuellement, la société scientifique, biologiste et chimiste, met en évidence le rôle tragique du processus oxydatif incontrôlable induit par les espèces réactives oxygénées (ERO). Ces oxydants sont à l'origine directe de différents états pathologiques tels que le vieillissement et le cancer et indirecte sur la peroxydation des lipides des denrées alimentaires .(R. Mghezzi Habellah1 et al 2016)

En effet, les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses recherches et une nouvelle haleine vers l'exploitation des métabolites secondaires d'une manière générale et les polyphénols en particulier, tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. (R. Mghezzi Habellah1 et al 2016)

L'Algérie, compte parmi les pays du bassin méditerranéen les plus riches en ressources phylogénétiques à intérêt aromatique et médicinal, vu la diversité de ses étages bioclimatiques. On dénombre à plus de 300 espèces à usage thérapeutique ou aromatique existant parmi les 3150 espèces végétales que compte notre pays. (Mokkadem, A. (1999))

Pistacia lentiscus L et Pistacia atlantica Desf, deux espèces appartiennent à la famille Anacardiacée, très répandus en Algérie. Elles sont très utilisées en médecine traditionnelle, pour ses propriétés thérapeutiques : cicatrisante, anti-inflammatoire, antibactérienne, stimulante et comme remèdes contre les problèmes d'allergie respiratoire pour le P.lentiscus L (KORDALI et al, 2003) et antiseptique, antifongique et dans les maladies abdominales pour P.atlantica (BABA AISSA, 2000)

L'objectif de notre travail vise à montrer la richesse de ces deux plantes de Genre Pistacia en composé phénoliques et à déterminer leur activité biologique Pour ce faire, notre travail est composé de trois chapitres :

• Dans le premier chapitre nous avons commencé par une synthèse bibliographique : des généralités sur les deux plantes « *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica* » d'une part et d'autre part sur les composés phénoliques ;

• Dans le deuxième chapitre nous avons décrit le matériel et les méthodes utilisés afin d'extraire et de doser les composant précédents, à partir des plantes étudies ;

• Dans le troisième chapitre nous avons présentées résultats et discussion.

CHAPITRE I : Présentation des plantes étudiées

I.1. Généralité sur le genre de Pistacia sp

Les pistachiers sont des arbres, rustiques, xérophiles, appartenant à la famille des Anacardiacées ils ne sont pas exigeants du point de vue cultural. Ce sont des espèces dioïques (fleurs mâles et femelles poussant sur des arbustes différents) Les fleurs, plus ou moins marron, sont groupées en racèmes et les fruits sont des drupes. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia)

Les *Pistacia*, regroupent un certain nombre d'espèces d'arbres ou d'arbustes à feuilles composées pennées, persistantes ou caduques et à folioles entières et glabres (QUEZEL, P., & SANTA, S. (1963))

Le genre *Pistacia* présente une répartition discontinue et il compte quatre régions phytogéographiques : irano-touranienne, méditerranéenne, mexicaine et sino-japonaise (Seigue A.,(1985)) En Algérie, le pistachier fruitier a été introduit pour la première fois en 1970 mais il n'a pas eu le développement escompté et ce malgré les efforts faits. Actuellement on le trouve dans les régions de, Saida, Bouira, Tlemcen, Batna, Blida et Mascara (BELHADJ, S., 1999)

I.2. Origine et aire répartition géographique

Le genre *Pistacia* fut décrit par TOURNEFORT et LINNE en 1830. Il est originaire de l'Asie Occidentale et de la petite Asie où il pousse généralement à l'état sauvage dans plusieurs régions chaudes et arides au Liban, Palestine, Syrie, Iran, Iraq, Europe du sud et dans les pays arides de l'Asie et de l'Afrique (Figure I.1) (DEBBACHE M., 1998)

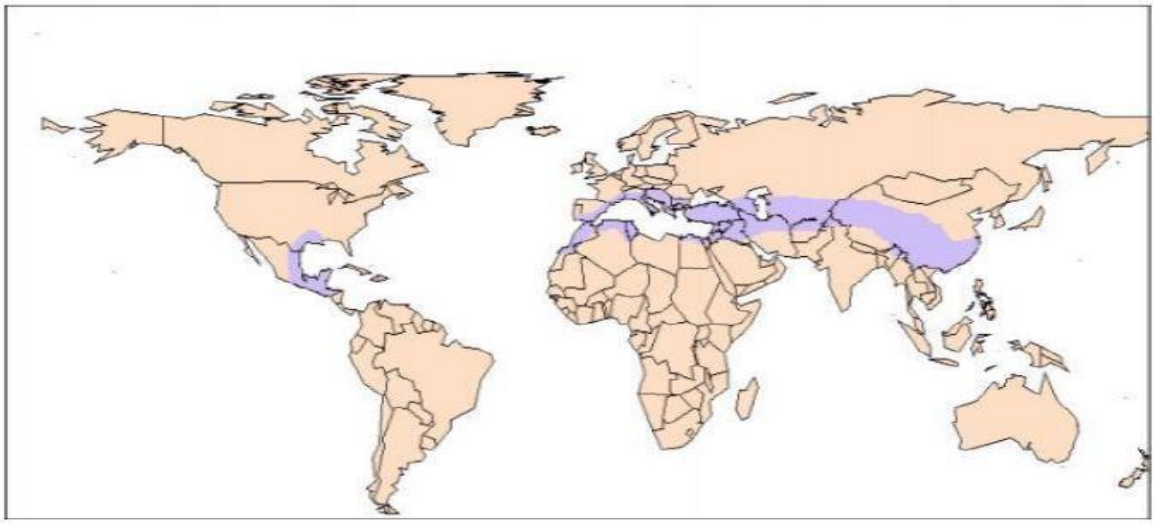


Figure I.1. Aire de répartition du genre Pistacia dans le monde ***Belfadel, F.Z. (2009)***.

I.3. Taxonomie du genre *Pistacia*

La description taxinomique pour le *Pistacia* est réalisée par (Zohary.M 1952) in Mansour(2011) qui a développé la phénologie des genres et la description des espèces. Selon les caractères des feuilles et des fruits, cet auteur a décrit 11 espèces de *Pistacia* divisées en 4 sections (Tableau I.1 et Tableau I.2).

Tableau I.1: Différentes sections de genre *Pistacia* ***ZOHARY M., 1952***

Les sections	Les caractères	Les espèces
LentiscellaZohary	Les feuilles imparipennées, avec les paires nombreuses (6-18)	*-Pistacia mexicana HBK* *-Pistacia texana Swingle*
EulentiscusZohary	Les arbustes sempervirents ou les arbres, avec le rachis de feuille ailée et avec les feuilles persistantes.	*-Pistacia lentiscus L.* *-Pistacia weinmannifolia Poisson* *-Pistacia. SaportaeBurnat*
ButmelaZohary	Les arbres caduques avec les prospectus obtus et le rachis de feuille ailée. Les drupes sont avec des coquilles osseuses (l'endocarpe).	*-Pistacia atlantica* Desf. (incluantP.mutica Fischer & C.a. Meyer).
EuTerebinthusZohary	Les arbres à feuilles caduques, avec le rachis de feuille non ailé et avec les drupes contenant la coquille osseuse.	*- Pistacia terebinthus L.* *- Pistacia palaestina Boiss* *- Pistacia khinjuk Stocks* *- Pistacia vera L* *- Pistacia chinensis Bunge*

Tableau I.2: Taxonomie du genre Pistacia ***Quézel et Santa, 1963***

Taxonomie	Espèce
Règne	Végétale
Sous règne	Tracheobionata - plantes vasculaires
Embranchement	Magnoliophyta ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliosida - Dicotylédones- Dialypétales, Disciflores
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindales (Rutales)
Famille	Anacardiacées – térébinthacées
Genre	Pistacia – pistache

I.4. Descriptions des plantes étudiées

I.4.1. Pistacia lentiscus

I.4.1.1. Caractères botaniques de Pistacia lentiscus

Le *Pistacia lentiscus* est un arbrisseau à odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise qui fait 1 à 3 m de hauteur, sclérophylle, qui se comporte comme une espèce thermophile, se développant dans des secteurs chauds à basses altitudes et dans les abrités et ensoleillées à altitudes moyennes. (Figure I.2) **Menki, N.(2011**).

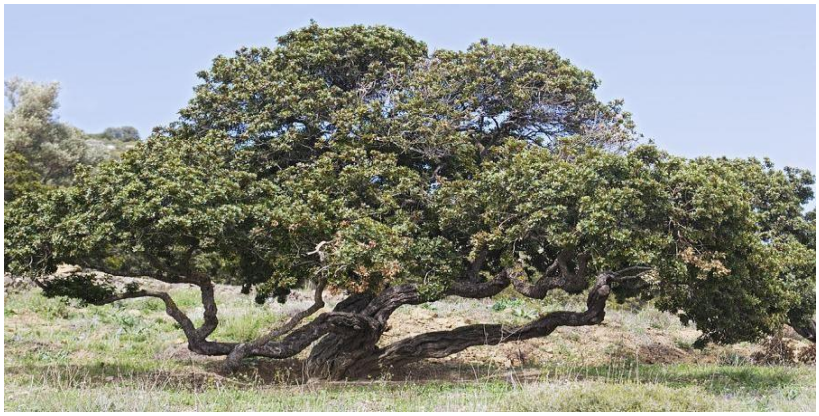


Figure I.2. Pistacia lentiscus (Anacardiacée) d'après ***Bob Gibbons :*** ***https://fineartamerica.com/featured/mastic-tree-pistacia- lentiscus-varchia-bob-gibbons.html***

a) Les fleurs

La fleure est unisexuée et sans pétales, petites, se montrent d'avril à juin et elles sont disposées en épis. Les fleurs mâles et femelles poussent sur des arbustes différents ; Les fleurs femelles sont de couleur vert jaune et les fleurs mâles sont rouge foncé.

D'après Samson (1987), la plante est dioïque :

- **La fleur femelle ♀ :** à un calice comportant 3 ou 4 lobes et un 1 ovaire de 3 carpelles concrescents et 3 stigmates arqués en dehors.
- **La fleur mâle ♂ :** à un calice comportant 5 sépales au fond duquel sont insérées 5 étamines, à filets courts soudés à la base et anthères rouges, tétragones.(G.Bensalem 2015) ,(A.Cherif 2016) (Figure I.3).



Figure I.3. Fleurs de lentisque d'après Bendouissa ***Ben Douissa,2004*** *:* *https://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia_lentiscus*

b) Les feuilles

Elles ont une durée de vie de deux ans à rachis ailé, paripennées, composées de 2-3 paires de folioles coriaces, vert sombre qui sont largement lancéolées, obtuses au sommet, brillantes en dessus et de taille allant de 1.5-3 cm. Ces feuilles persistent pendant l'hiver et qui rougit sous l'effet de la chaleur. **Bensalem (2015) A.Cherif (2016).** (Figure I.4)



Figure I.4. Feuilles de lentisque (**Zonza, Corse, 17/04/2014**) (www.florealpes.com)

c) Le fruit

Drupe globuleuse, apicules, d'abord rouge puis noires à maturité (Brousse, Jacques. 1979). (Figure I.5 et I.6).

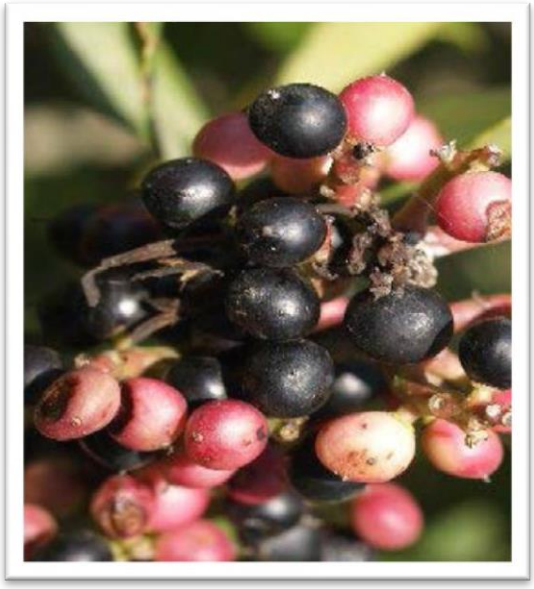


Figure I.6. Fruits noirs PL
(Bendouissa 2004)



Figure I.5. Fruits rouges PL
(bendouissa 2004)

I.4.1.2. Etude chimique de l'espèce 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 **Ansari,S.H et al (2012**).

a) Feuilles

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus* est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercétine, myricetine, luteoline ainsi que l'isoflavone genisteine. Elles contiennent 6 à 7% du gallotannins de faible poids moléculaire, à savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3, 4,5-O-trigalloyl **Romani P ,et al(2002).**

b) Fruits

Selon **Luigia et al (2002),** les fruits de *Pistacia lentiscus* contiennent 5,4 mg/ml d'anthocyanines, essentiellement : cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-Oglucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%). De plus, des polyphénols ; l'acide gallique, le pentagolloylylucose, et l'acide digallique ont été isolés de l'extrait d'acétate d'éthyle des fruits de *Pistacia lentiscus* **Abdelwahed, A.,et al (2007).**

Les travaux réalisés par **Hamad et al (2011)** ont montré aussi que les protéines représentent 5% du poids des fruits de *Pistacia lentiscus*. La composition minérale de ces fruits montre que la teneur en potassium est la plus élevée (2,67%), alors que celles du sodium, calcium et phosphore sont de : 0,46, 0,37 et 0,004 % respectivement.

c) Mastic

Mastic d'odeur forte, en forme jaune qui est obtenue par incision du tronc est formée de 80 à 90% d'acide masticique et de 10 à 20% de masticine **Garnier, G.,et al (1961) Bayer, E.,et al (1987), Castola,V.,et al(2000), Kordali, S.,etal (2003)**. L'huile essentielle de mastic est un liquide incolore, d'odeur balsamique très prononcée, cette essence est formée principalement de α-pinène, β-cymène et triterpènoîdes **Castola,V.,et al (2000) Assimopoulou,an et al (2005).**

d) L'huile essentielle

L'huile essentielle représente 0,14- 0,17% du poids des feuilles de *Pistacia lentiscus*. Les études phytochimiques effectuées sur les huiles essentielles obtenues à partir des feuilles de lentisque des régions d'Alger, de Tizi-Ouzou et d'Oran ont montré la présence de longifolène, α-pinène, β-pinene, γ-cadinene, trans-β-terpinéol, αacomeol, γ-muurolene, Sabinene et terpinén-4-ol **Romani P,et al (2002).**

Il représente 0,2% du poids des fruits, les monoterpènes à savoir, α-pinene, βpinene, β-myrcene, limonène, et α-phellandrène sont les composés caractéristiques de cette huile.

Quelques sesquiterpènes, esters aliphatique, kétones, et des composés phénoliques (thymol et carvacrol ont été aussi identifiés. **Grant, S et al (1990) Congiu, R et al (2002).**

e) L'huile végétale de Pistacia lentiscus

L'huile de lentisque (dont les baies peuvent fournir 38,8 % du poids des fruits, elle contient 53% d'acide gras mono insaturé) est de couleur verte foncée; 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, M. (1860))

Le principal acide gras est l'acide oléique (50 -72%), suivie 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%), linolénique (0.8%), gadoléique (0,2%) et

arachidique (trace)]. Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le βsitostérol (90%), le camestérol, les stérols et le stigmastérol (Trabelsi,H,et al 2011)

I.4.1.3. Propriétés et utilisation de Pistacia lentiscus

Le *Pistacia lentiscus* fait partie de la pharmacopée traditionnelle locale. Son usage dans la médecine populaire est largement justifié par son potentiel antioxydant, antimicrobien et anti-inflammatoire. (Benhammou,N.,2008)

Un grand nombre d'études ethnobotaniques rapportent l'utilisation traditionnelle des feuilles de *P. lentiscus L*. par voie orale sous forme de décoction dans le traitement d'un grand nombre de pathologies telles que les troubles gastro- intestinaux, hépatique et inflammatoires (S Janakat, et al .,2002 , Azazieh H, et al.,2008).

Pistacia lentiscus constitue une source importante de substances actives, en effet, plusieurs parties de cette plante (les fruits, les écorces et les feuilles) sont utilisées en médecine traditionnelle depuis la civilisation grecque Elle est utilisée, soit par voie interne, en transcutanée soit en diffusion. (Dogan,Y.,et al 2003 ; Ljubuncic, P.,et al.,2005 ; Delille, L. (2007))..

Les études expérimentales effectuées sur cette plante ont mis en évidence différentes activités biologiques et pharmacologiques.

Pistacia lentiscus est utilisée sous différentes formes : tisane (60%), Poudre (18%), combinaison de tisane et de poudre (12%), huile essentielle (8%) et autres formes (2%) . Afin d'obtenir des dérivés de la plante étudiée, plusieurs modes de préparations sont employés à savoir la décoction, l'infusion, l'hydrodistillation et la macération. La décoction constitue le mode de préparation le plus fréquent (58%) alors que les autres techniques de préparations (Infusion et décoction, infusion, Hydrodistillation, macération et autres techniques) représentent 42%. (Maha Hafsé.,et al .,2015)

I.4.2. Pistacia atlantica Desf

Le Bétoum ou *Pistachier de l'Atlas* c'est le plus ubiquiste des arbres du nord de l'Afrique et du Proche-Orients il se diffuse au centre des pays méditerranéens à saison sèche et chaude bien marquée (Figure I.7)](MONJAUZE, A., 1968)



Figure I.7. Le Bétoum ou pistachier de l'Atlas ***Cherkaoui***
(www.ecologie.ma)

I.4.2.1. Caractères botaniques de pistachier d'atlas

C'est un arbre puissant pouvant atteindre 20 m de hauteur, à tronc bien individualisé et à feuilles caduques (Benhassani H.,et al .,2004)

a) Feuilles

Les feuilles sont marcescentes, composées, alternées et pennées de folioles impaires au nombre de 3 à 11, lancéolées de 2 à 5 cm de longueur sur 1 cm de largeur à l'âge adulte, de couleur vert pâle (Figure I.8) (Benhassani H.,et al .,2004)



Figure I.8. Feuilles composées du pistachier de l'Atlas D'après **Colsu**
(www.jardin-secrets.com)

b) Fleur

L'espèce Bétoum est dioïque. Les fleurs femelles ont 3 ou 4 sépales et 3 carpelles concrescents, Les fleurs mâles sont disposées en inflorescence terminales (panicule composée de 450 à500 fleurs apétales) Chaque fleures constituer d'un calice de 3 à 5 sépales pubescents et d'un androcée compose de 5à8 étamines opposés à filament très courts **(Pessont et Loveaux, 1984 ; BenhassaniH.,(1998)**

c) Fruit

C'est une drupe ovoïde de 6 à 8 mm de long, d'abord jaune puis bleu foncé à maturité, à un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine (**Somon E., 1987)**., appelée ElKhodiri par les populations locales, appellation dû à la prédominance de la couleur vert foncé à maturité. Ce sont des drupes comestibles de la grosseur d'un pois, légèrement ovales et aplaties, riches en huile dense très énergétique **(Belhadj, S., 1999).,** appelée aussi EL Goddim .La maturité de graine coïncide avec la fin d'été (c'est-à-dire août-septembre) (Figure I.9). **(Khaldi A. & Khouja M.K. 1996)**



Figure I.9. Fruit de Pistacia atlantica ***David hosking*** (www.mindenpictures.com)

I.4.2.2. Etude chimique de l'espèce Pistacia atlantica

L'analyse phytochimique de différentes parties de la plante a été l'objet de quelques études. Les potentiels antioxydants des espèces du *Pistacia* sont dues en particulier à la présence des flavonoïdes et des flavones **Topçu G.,et al*(* 2007).,** des gallotannins **Zhao X.,et al .,(2005)**. et des phénols simples tels que l'acide gallique et l'acide p-coumarique **(Benhammou et al., 2008).**

D'autres groupes chimiques caractérisent l'huile des fruits du *pistachier de l'Atlas* : les triterpénoides, les acides gras insaturés tels les acides oléique (46 %), linoléique (27.5 %),

palmitique (24 %), palmitoléique (1.23–5.73 %), stéarique (1.48–2.61 %), linolénique (0.95-1.5 %), et les stéroïdes et les triglycérides *(* **BENHSSAINI H., BELKHODJA M. 2004**); (**Yousfi M.,et al 2005**).. Cependant, la composition chimique de l'huile essentielle d'oléorésine révèle sa richesse en α-pinène (70 %) et β-pinène (1.94 %) (**Delazar A.,et al .,2004**) ;(**Benhassaini H.et al.,2008)**

Peu de travaux ont été consacrés sur l'étude des teneurs en polyphénols et les propriétés antioxydantes de différentes parties de *Pistacia atlantica* (**Benhammou, N.,et al 2007**) . Les résultats de ces travaux ont montré la richesse de cette plante en composés phénoliques et l'identification d'un nouveau antioxydant le 1 (méthyl 5-(3,4- 25 dihydroxyphényl)-3-hydroxypenta-2,4- dienoate) (**Yousfi M.,et al.,2009**)Une autre étude réalisée par **(Adams M.,et al .,2009)**a mis en évidence une nouvelle substance anti-Plasmodium falciparum, le flavone 3-methoxycarpachromène dans l'extrait d'acétate d'éthyle de *Pistacia atlantica*. Partie bibliographique Chapitre I 9 En outre, une étude plus récente sur les extraits phénoliques de cinq différentes parties de l'arbre de *Pistachier de l'Atlas* à savoirs: les feuilles, les écorces, les gales, les fruits et la parties dégradée de l'arbre (champignon).

Les résultats ont montré que les différents extraits sont riches en composés phénolique à l'exception des extraits des écorces. L'analyse de l'activité antioxydante de ces derniers et l'application des technique spectrale ont permis de mettre en évidence deux produits à structure phénolique responsable de cette activité (**Yousfi M.,et al 2005**).

I.4.2.3. Propriété et usages de Pistacia atlantica

Le pistachier de l'Atlas est l'une des espèces autochtones qui joue un rôle considérable, dans les régions arides et semi-arides. L'ensemble de l'arbre; feuilles, fruits, bois et racines, a des usages multiples, constituants des intérêts socio-économiques et écologiques importants. (**OUKARA Fatma Zohra.,2017)**

Le pistachier de l'Atlas est une essence de reboisement pionnière dans les régions arides et semi-arides. En raison de sa résistance à la sécheresse et de ses faibles exigences pluviométriques, le Bétoum peut être utilisé comme essence de reboisement dans les stations les plus sévères (**Boudy P., 1955)**. *Pistacia atlantica* constitue une source de revenu vital pour les riverains. Riche en matière grasse, ce fruit est utilisé par la population locale en médecine traditionnelle comme anti-diarrhéique. Egalement, il fournit une excellente huile

comestible pour la préparation de cosmétiques adoucissants **(Daneshrad, A., Aynehchi, Y.,1980 ; Chief R., 1982)**.. *Le pistachier de l'Atlas* Algérien contient un taux important (73%) d'acides gras insaturés **(Yousfi M., et al .,2005) .** La résine qui suinte de l'arbre est largement utilisée en industrie agroalimentaire pour préparer les masticatoires et en médecine dentaire **(Chief R., 1982).** En raison de sa résistance à l'aridité et à son système racinaire puissant, de ses faibles exigences climatiques **(Chaba B.,et al.,1991);(Lagha L., 1993)** le pistachier de l'Atlas est connu comme un excellent porte-greffe pour le pistachier cultivé [**(Benmahioul B., 2009).**

Le bois de *Pistacia atlantica* est largement utilisé comme combustible. Il peut également être utilisé en ébénisterie et marqueterie et fournir une source de revenus intéressante aux populations locales (**Ozenda P., 1977)**

Enfin cette essence joue un rôle capital dans la conservation des sols dans les zones semi-arides et arides où l'érosion est importante et ce, grâce à son système racinaire développé **(Larouci A., 1987)**

CHAPITRE II : Les polyphénols

II.1. Généralité

Les polyphénols représentent une famille de molécules organiques qui existent abondement dans le végétal. Ils sont caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes généralement de poids moléculaire élevé, ce sont les produits du métabolisme secondaire des plantes.

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal. Cette appellation générique désigne un vaste ensemble des substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement **Bruneton, J. ;(1993).** Plusieurs classes de phénols ont été classées sur la base de leur squelette:

- C6 (phénol simple, benzoquinones)
- C6-C1 (acide phénolique)
- C6-C2 (acétophénone, phénylasique acide)
- C6-C3 (acides hydroxycinnamiques, coumarines, phénylpropanes, chromones)
- C6-C4 (naphthoquinones)
- C6-C1-C6 (xanthones)
- C6-C2-C6 (échasses, anthraquinones)
- C6-C3-C6 (flavonoïdes, isoflavonoïdes)
- (C6-C3)2 (lignans, neolignans)
- (C6-C3-C6)2(bioflavonoïdes)
- (C6-C3) n (lignines)
- (C6) n (catéchol mélanines)
- (C6-C3-C6) n (tanins condensés)

Les polyphénols prennent une importance croissante, notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé **(Stanley et al., 2003).** En plus de leurs effets thérapeutiques, les polyphénols sont également utilisés comme additifs dans l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (**Orgogozo et al., 1997**)

Tous les végétaux contiennent des composés phénoliques, mais comme c'est le cas pour la plupart des substances naturelles qualifiées de métabolites secondaires, leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, les organes, les tissus et les stades physiologiques. Ils correspondent à une très large gamme de structure chimique et sont un très bon témoin de l'extraordinaire capacité de biosynthèse des plantes, capacité qui permet à

l'homme de les utiliser dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire ou la pharmacologie. (Figure II.1.) **(Bellebcir Leila.,2008)**

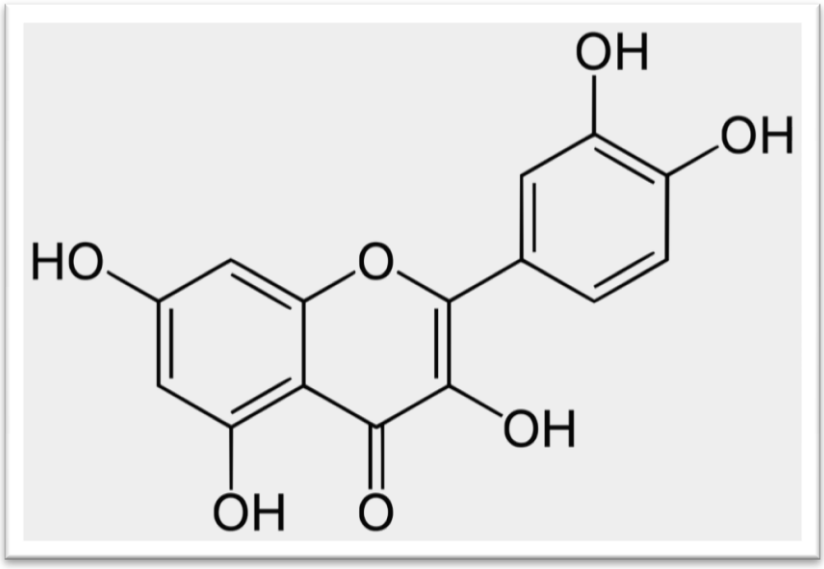


Figure II.1. Structure chimique de polyphénol

II.2. Classification des polyphénols

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes. Les polyphénols peuvent être subdivisés en 4 classes principales, les flavonoïdes, les stilbénoïdes et les acides phénoliques ainsi que les tannins (Figure II.2.). **Clifford M.N. (1999) D'Archivio M.,et al .,(2007) .**

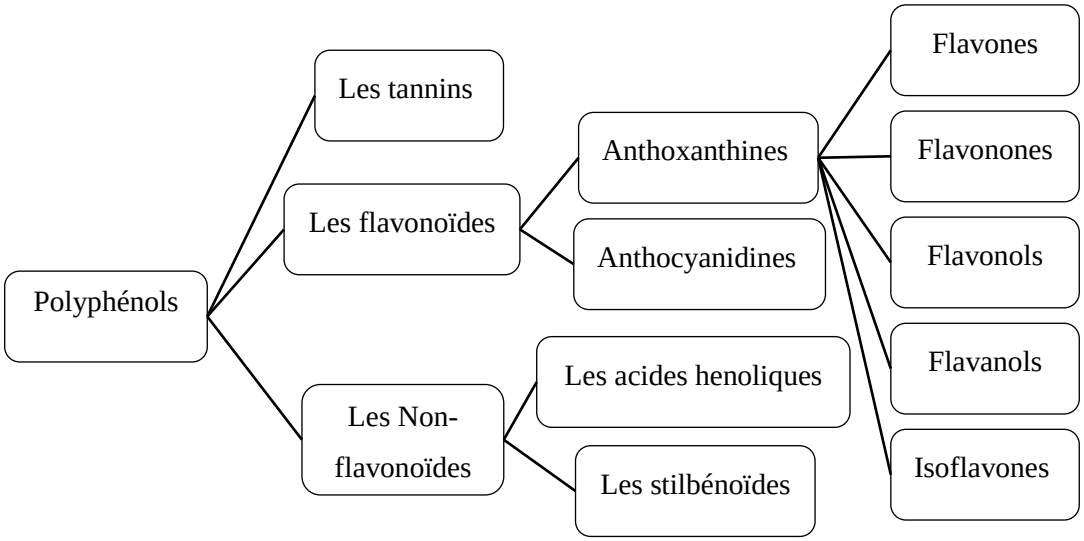


Figure II.2. Classification des polyphénols

II.2.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques comprenant 15 atomes de Farbone formant une structure C6-C3-C6, soit deux noyaux aromatiques C6 (A et B) relient par un pont de 3 carbones. Ce sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ils ont des rôles variés dans les plantes en tant que métabolites secondaires, étant impliqués dans les processus de défense contre les UV, la pigmentation, la stimulation des nodules de fixation de l'azote et la résistance aux maladies (**Chira K.,et al 2008**) (Figure II.3.). (www.wikipedia.com)

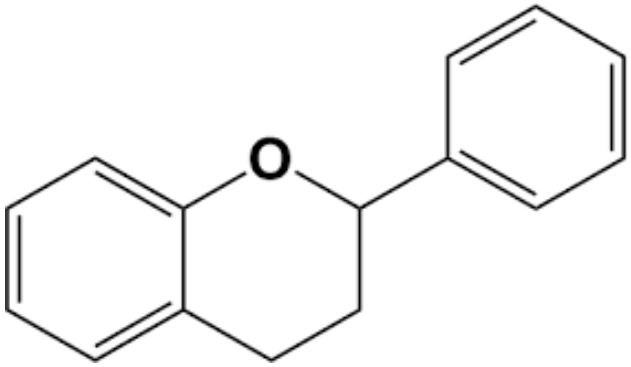


Figure II.3. Squelette de base des flavonoïdes (www.wikipedia.com).

La structure de base de ces différents flavonoïdes peut subir de nombreuses substitutions, les groupements hydroxyles étant généralement en positions 4, 5 et 7. Ces substances existent généralement sous forme de glycosides(**Chira K.,et al 2008**).

II.2.2. Flavonols

Tout d'abord, les flavonols sont un sous-groupe de flavonoïdes ils se distinguent par la présence d'un groupement OH en position C3 (Figure II.4.) et d'une sous forme d'hétérosides. Les sucres les plus souvent impliqués sont des aldoses: D-glucose et Lrhamnose **Brown J.,et al.,(1998)**

Leurs principaux représentants sont la quercétine, le kaempférol et la rutine. Lessources les plus riches sont les oignons (350-1200mg/kg de matière fraich) **Jovanovic S.V.,et al (1998) Paiva.Martins F.,et al.,(2005**) . le poireau, le chou et les baies telles que le cassis (115 m/kg de matière fraiche) **Heim K.E.,et al.,(2002**) et le thé contient aussi des flavonols à hauteur de 45 mg/L **Yoshino M., Murakami K. (1998).**

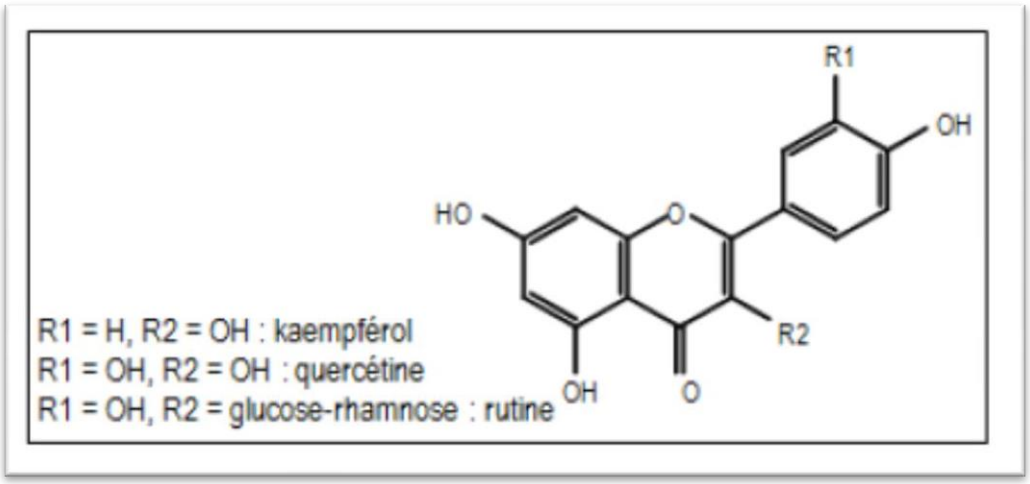


Figure II.4. Structures chimiques de flavonols **d'après Crozier A. (2003)**

II.2.3. Les anthocyanes

Les anthocyanes (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycolyses **Jean-Louis Guignard. (1996.)**

Les anthocyanines sont des flavonoïdes porteurs d'une charge sur l'oxygène d'hétérocycles C. La structure de base des anthocyanines est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Figure II.5.) **Ribereau-Gayon P.,1968)**.

Les anthocyanes se différencient par leur degré d'hydroxylation et de méthylation, par la nature, le nombre et la position des oses liés à la molécule. L'aglycone ou anthocyanidine constitue le groupement chromophore du pigment. Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange **Harborne, J.B.,(1967**).Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'oeil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des bais rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplis d'eau **Grayer R.J.,(1988)..** Si la coloration des fleurs et des fruits est leur rôle le plus connu, on trouve également les anthocynes dans les racines, tiges, feuilles et graines.

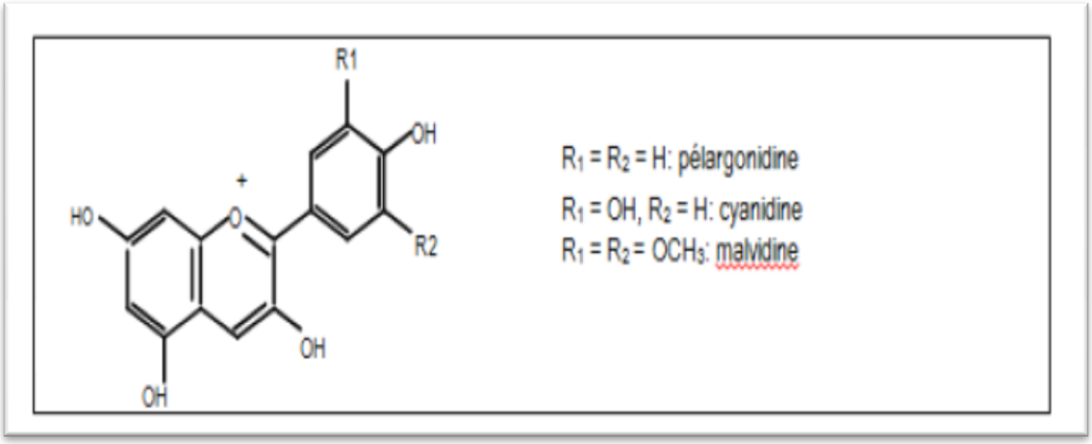


Figure II.5. Structure chimique de quelques anthocyanidines courantes (Han et al.2007)

(www.tice.acmontpellier.fr).

II.2.4. Polyphénols complexes (tanins)

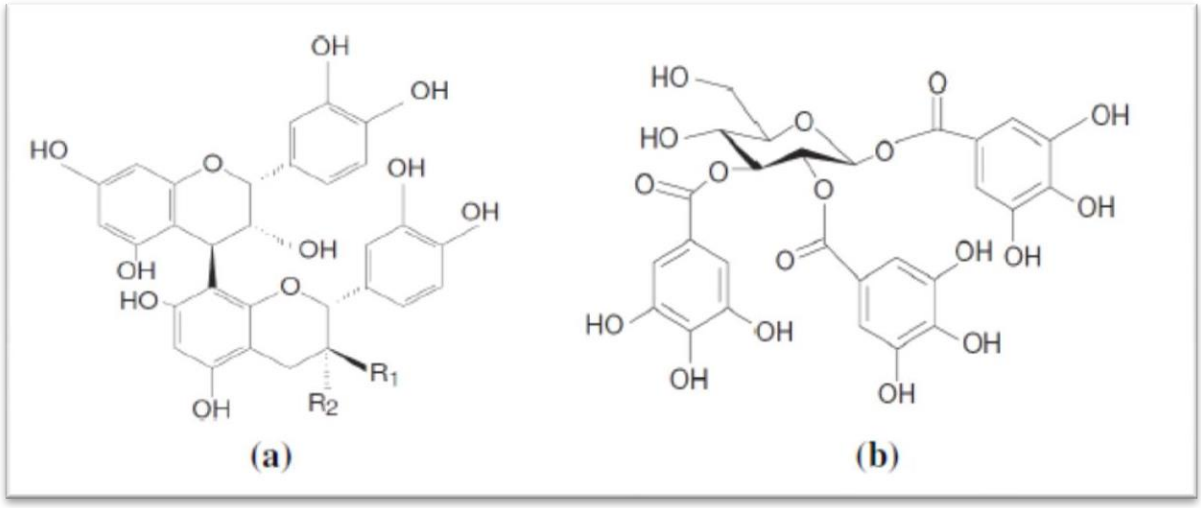
Les polymères phénoliques, communément appelés tanins, sont composés d'un poids moléculaire élevé ils sont des composés phénoliques présents dans de nombreuses plantes Espèces ils représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles .**Aguilera-Carbo A.,et al (2008).**

Historiquement, le terme « tanin » regroupe des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines **Manach C.,et al.(2004)** d'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (Figure II.6.) **MonteiroM,et al.,(2007).**

- Tanins hydrolysables : ce sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique **Cheng J-C.,et al.,(2007) Monties B.,et al (1969)**. Ces substances sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (tannase) **Nagata T.,et al(1992).**

- Tannins condensés : les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (Fig. II.6). **Danglettere L.(2007)** ; **Monties B.,et al (1969)**.

En raison de leur complexation avec les protéines salivaires, les tanins condensés sont responsables de l'astringence caractéristique des fruits avant maturité et de certaines boissons (vin, cidre, thé, etc...) et de l'amertume du chocolat. **Sikora F.J., McBride M.B. (1990).**



(a) Tanin condensé (proanthocyanidine) **(b)**Gallotanin (1,2,3-tri-O-galloyl-β-D-glucose)

Figure II.6. Structure chimique d'après **Derbel S., Ghedira K. (2005).**

II.3. Voies de biosynthèse des polyphénols

Les voies de biosynthèse des composes phénoliques sont maintenant connues dans leurs grandes lignes. La voie de l'acide shikimique (Figure II.7.) est à l'origine de la formation de la phénylalanine et de la tyrosine et la désamination de ces acides aminés conduit aux acides hydroxy cinnamiques dont les esters CoA sont à leur tour a l'origine de la plupart des classes de composes phénoliques. Le cas des flavonoïdes présente cependant une originalité car ils ont une origine mixte, dérivant à la fois du p-coumaroyl CoA et de l'enchainement de trois maillons acétate (apportes sous forme de malonyl-CoA). La plupart des étapes enzymatiques ont été caractérisées et, grâce aux apports récents de la biologie moléculaire, les gènes correspondants ont ete clones, en particulier pour la PAL, C4 H, CoALigase, CHS, CAD **Dixon A.A.,et al.,(1995)**.. Dans la plupart des cas, des familles multi géniques ont été caractérisées et leur expression différentielle apparaît déterminante dans I 'orientation qualitative du métabolisme phénolique et dans son expression quantitative. Une attention particulière est également portée aux enzymes permettant la dégradation oxydative des composes phénoliques, polyphenoloxydases et peroxydase. **Marques.,L.,et al.,(1995) Thygesen P.W.,et al (1995)** Dans tous les cas, différents facteurs externes et internes (lumière, rayonnement U.V., température, hormones, agents pathogènes ...) sont fortement impliqués dans la régulation spatio-temporelle de l'expression du métabolisme phénolique (**Dixon A.A. & N.L. Paiva, 1995),** se traduisant par des différences qualitatives et quantitatives considérables entre les variétés, les tissus et les organes et selon les stades physiologiques.

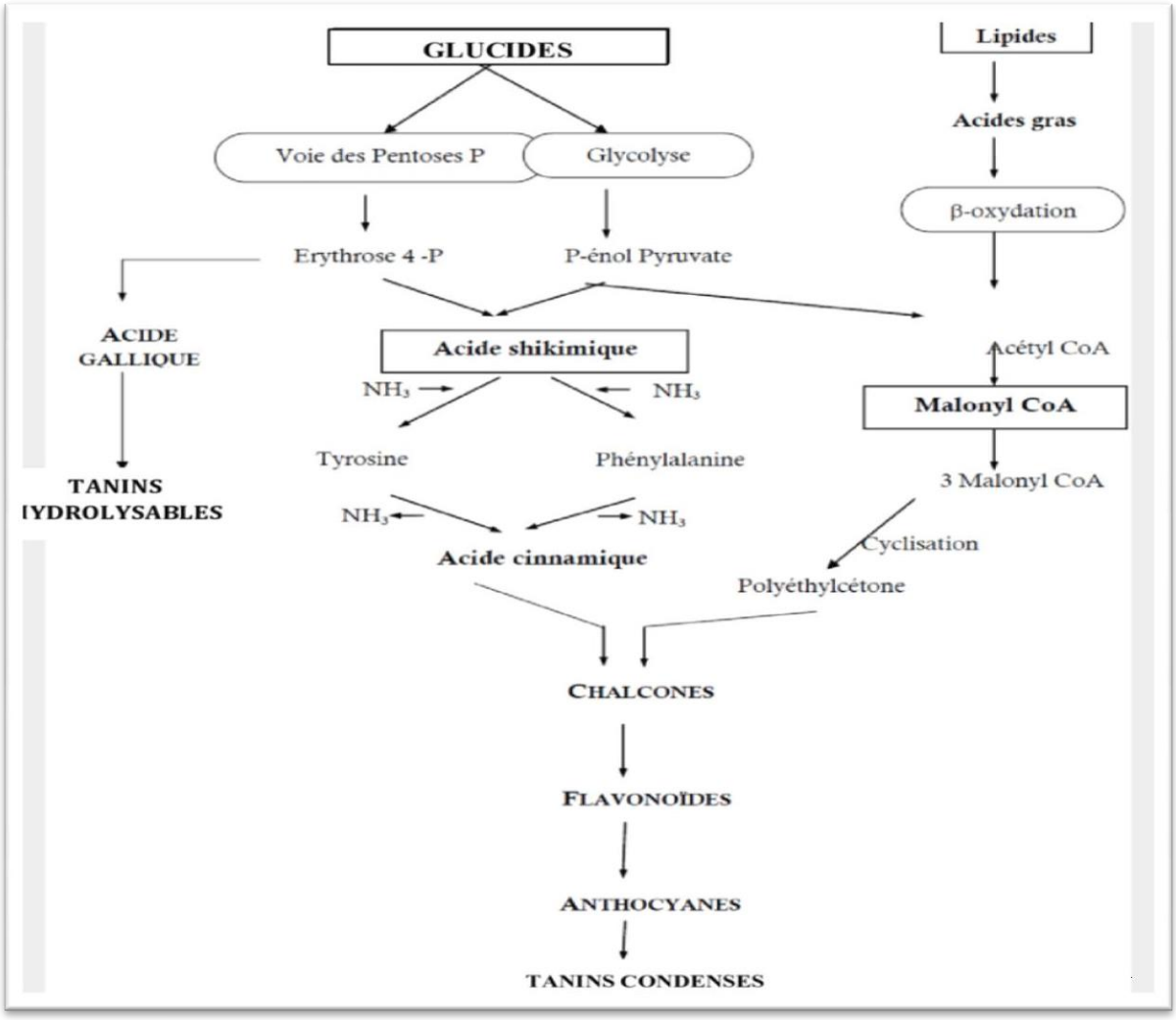


Figure II.7. Biosynthèse des composés phénoliques (www.wikipedia.com)

II.4. Domaines d'utilisation des polyphénols

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines : la phytothérapie et l'hygiène alimentaire. D'après les études multiples attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires. De plus, leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique **Leong, L.P. and Shui, G.(2002) Hennebelle, T.,et al.,(2004).**

Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes dans la santé et la beauté de la peau. En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes

(les propriétés vasculo-protectrices, sont par exemple aussi bien attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, tanins et autres coumarines), chaque classe chimique semble être utilisée pour des bénéfices spécifiques. **Hennebelle, T.,et al.,(2004).**Le tableau II.1 montre certain activité biologique de polyphénol.

Tableau II.1: Activités biologiques de quelques composés polyphénoliques (**www.wikipédia.com**)

Polyphénols	**Activités**	**Auteurs**
Acides Phénoliques (cinnamiques et benzoïques)	Antibactérienne Antifongique Antioxydante	(Cowan, 1999). (Lattanzio *et al.*, 2001) (Bouayed *et al.*, 2007).
Proanthocyanidines	Antifongique Antioxydante	(Bahorun *et al.*, 1996). (Brownlee *et al.*, 1992).
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydante	(Macheix *et al.*, 2005). (Macheix *et al.*, 2005).

II.5. Propriétés biologiques

Les propriétés biologiques des polyphénols sont essentiellement établies in vitro et découlent de leur activité réductrice (effets anti- voire pro-oxydants) et de leur affinité pour une grande variété de protéines (enzymes, récepteurs, facteurs de transcription). L'une des premières propriétés reconnue aux flavonoïdes est d'être «veino-actifs» c'est-à-dire ayant la capacité de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renforcer leur résistance. De nos jours, les propriétés des polyphénols sont largement étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités antivirales, anti-tumorales, anti-inflammatoires, antiallergiques et anti-cancer. Ils ont également des actions positives sur l'obésité, le diabète, les maladies d'Alzheimer et de Parkinson. Les catéchines du thé sont des inhibiteurs de l'anxiogènes in vitro. Les activités biologiques des polyphénols ont souvent été évaluées in vitro, avec des protéines purifiées, des extraits cellulaires et des cellules entières en culture. Les propriétés biologiques des métabolites conjugués majoritairement présents dans le sang et les tissus ont en revanche été très peu étudiées, faute de disposer des standards commerciaux. La signification de ces effets biologiques dans le domaine de la nutrition humaine est encore loin d'être établie d'autant qu'ils mettent presque toujours en jeu les formes natives ou aglycones de polyphénols et non pas les formes conjuguées circulantes. Pour progresser dans la démonstration in vivo des effets santé des polyphénols, une meilleure connaissance de la biodisponibilité des polyphénols (leur devenir après absorption éventuelle au travers de la

paroi intestinale) et une combinaison d'études cliniques pertinentes est indispensable. Le développement récent de nouveaux outils et méthodes pourrait permettre des avancées importantes dans les années à venir. C'est notamment le cas de la nutrigénomique qui vise à mettre en évidence les gènes dont l'expression est régulée (à la hausse ou à la baisse) par les composants de l'alimentation. La difficulté réside ensuite dans l'analyse et l'interprétation de ces données biologiques complexes **Salah Eddine LAOUINI. ;(2014).**

II.5.1. Propriétés 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. Malheureusement, certains polyphénols ont également une action pro-oxydante par transfert d'électrons à des ions métalliques. Les flavanols sont des antioxydants très puissants. La capacité antioxydant des dimères de type B liés en 4-6 semble supérieure à celle de ceux liés en 4-8; les dimères de type A sont par ailleurs moins antioxydants que les dimères de type B. Les gallates et glycosides de proanthocyanidines montrent une activité antioxydant moindre en milieu lipidique qu'en milieu aqueux **Harrington C., Wischik C. et al.(1994).**

Les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes:

- Le piégeage direct des ERO ;
- L'inhibition des enzymes génératrices d'EOR ;
- La chélation des ions de métaux de transitions, responsables de la production des ERO ;
- L'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydante. **Halliwell B. (1994**)

II.5.2. Propriétés antifongiques

La majorité des polyphénols ont une activité antifongique très puissante **Orturno A.,et al (2005**) a démontré l'activité des flavanones glycosides et des polyméthoxyflavones de Citrus parasidi, et de Citrus sinensis sur Penicillium digitatum. Aussi, les flavonoïdes de Conyza aegyptica L. ont une action fongicide et fongistatique sur différents agents de mycoses: Microsporum canis, M. gypseum, Trichophyton mentagrophytes, Candida zeylanoïdes **Batawita K.,et al.,(2002).**

II.5.3. Propriétés antibactériennes

Les phénols entraînent notamment des lésions irréversibles sur les membranes et sont utiles dans les infections bactériennes, virales et parasitaires, quelle que soit leur localisation. Le thymol et l'eugénol sont responsables des activités fongicides et bactéricides des huiles essentielles qui en contiennent. La molécule de thymol exerce un effet inhibiteur et létal sur différentes souches et, parmi elles, Escherichia coli et Staphylococcus aureus, sur lesquelles elle provoque des fuites d'ions potassium. Par contre, elle n'est pas active sur Pseudomonas aeruginosa. (www.nutranews.org) .

Lorsque l'on parle d'activité antibactérienne, on distingue deux sortes d'effets **Hammer K.A., Carson C.F. & Riley T.V., (1999**)

- Une activité létale (bactéricide) : c'est la propriété de tuer les bactéries dans des conditionsdéfinies.
- Une inhibition de la croissance (bactériostatique) : inhibition momentanée de la multiplication d'une population. L'activité biologique d'un extrait végétale est liée à sa composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effets synergiques (https://elearn.univ-tlemcen.dz) .

II.5.4. Propriétés insecticide

L'activité insecticide des plantes aromatiques s'exerce à deux niveaux : un Eifel létal sur les populations adultes et une inhibition de la reproduction. Les plantes les plus actives appartiennent à la famille des Labiées. Apres extraction des huiles essentielles, l'étude de l'activité biologique sur les insectes des différentes fractions botaniques montre que l'effet insecticide n'est pas le fait du seul extrait hydrodistille. L'activité protectrice des plantes aromatiques résulte de l'action de plusieurs composes allelochimiques, notamment terpéniques et poly phénoliques, que les plantes synthetisent au cours du métabolisme secondaire. L'utilisation de ces molécules dans le cadre de la lutte ecochimique pourrait contribuer à diversifier les méthodes de Iuiie contre les insectes phytoravageurs.

L'étude de l'activité biologique sur les insectes des différentes fractions botaniques montre que l'effet insecticide n'est pas le fait du seul extrait hydrodistille. L'activité protectrice des plantes aromatiques résulte de l'action de plusieurs composes allelochimiques, notamment terpéniques et poly phénoliques, que les plantes synthétisent au cours du métabolisme secondaire. L'utilisation de ces molécules dans le cadre de la lutte ecochimique pourrait contribuer à diversifier les méthodes de lutte contre les insectes ravageurs **Catherine**

Regnault-Roger .,Abdelaziz H.,(2013).

II.5.5. Propriétés allélopathique

L'allélopathie est l'ensemble des interactions biochimiques réalisées par les plantes entre elles, ou avec des microorganismes. (www.dicoagroecologie.fr)

Le phénomène de l'allélopathie a été souvent considéré comme une part de la compétition ou complètement ignorée. Actuellement, ces deux mécanismes sont bien différenciés et sont généralement regroupés sous le terme d'interférences négatives. Les effets de ces interactions dépendent des facteurs physiques environnementaux et de la combinaison entre la compétition pour les ressources, les composés allélopathique émis dans l'environnement et les facteurs de facilitation **Fanny Bouton.,(2005**).

CHAPITRE III : Matériel & Méthodes

Lieu d'étude

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de la spécialité de contrôle de qualité à l'Institut Agricole du ksar el Boukhari, MEDEA.

Choix des plantes :

Les deux plantes ayant fait l'objet de notre étude ont été choisis sur la base d'une recherche biologique méticuleuse qui a montré que ces espèces végétales sont très abondances dans notre pays et pour connaitre toutes leurs caractéristiques et d'en profiter.

III.1. Matériels

III.1.1. Matériel végétale et la région de la récolte

L'étude a été menée sur deux espèces genres Pistacia (P.lentiscus et P. atlantica). Quatre organes de chaque espèce (feuille, pédoncule, fruits mature et non mature) sont récoltés durant la période (Septembre-Novembre2019) à la commune de Berrouaghia (Médéa). La localité de BERROUAGHIA est située sur la route d'Alger à Laghouat, à 32 km au Sud de Médéa, dont elle est séparée par le col de Ben-Chicao, et à 44 km au Nord de Boghari.



Figure III.1. Carte géographique de la région de Berrouaghia (www.earth.google.com)

III.1.2. Préparation de matériel végétale

Les différentes parties de plantes fraichement récoltés sont lavée soigneusement à l'eau froide puis séchée par la suite à l'ombre et à température ambiante dans un endroit aéré.

Pour faciliter le séchage, les échantillons sont brassés chaque jour, surtout au début du celui-ci. L'étape de séchage séjourne environ de 15 à 20 jours (Figure III.2).

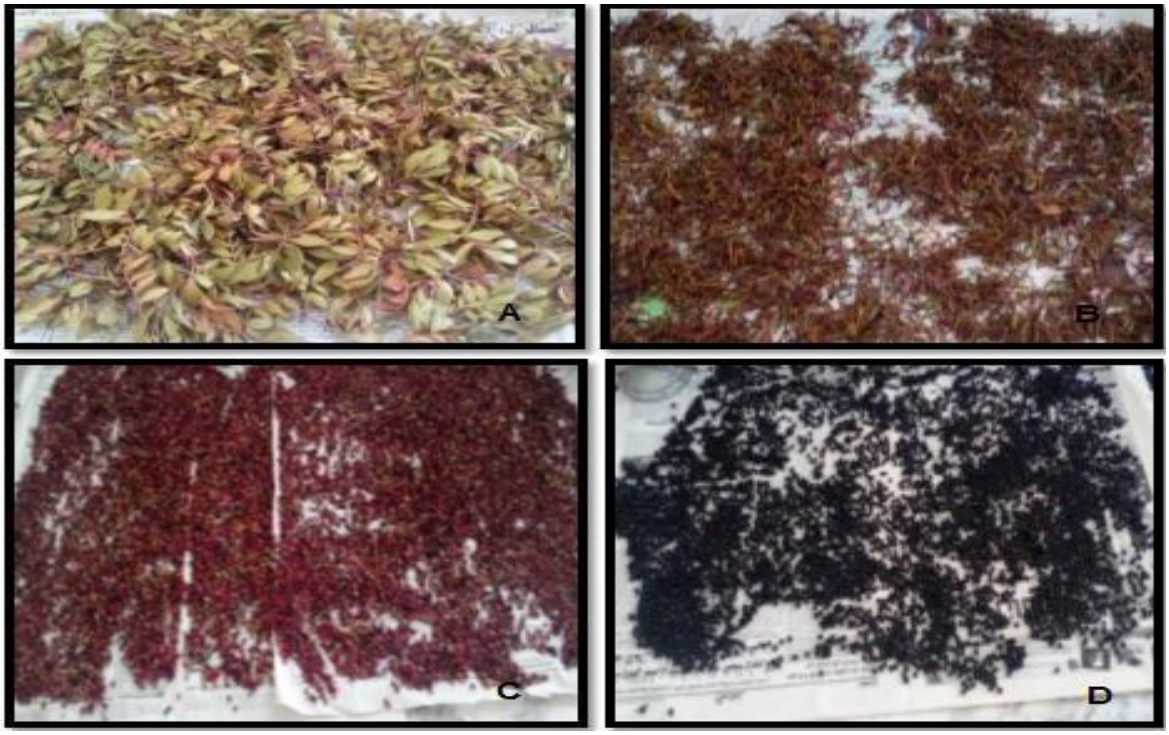


Figure III.2. Séchage (Originale, 2020)

Après le séchage des échantillons on les a broyé en poudre, puis on fait le tamisage pour donner une poudre fine ensuite on la conserve à température ambiante jusqu'à l'utilisation (Figure III.3).

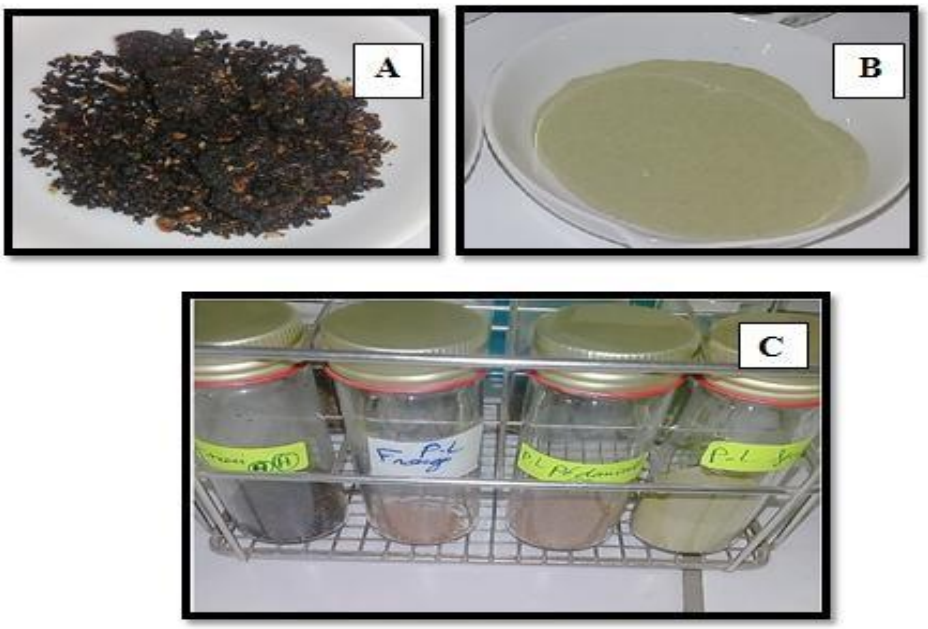


Figure III.3. (A) séchage(B) broyage/tamisage(C) conservation de la plante étudie (original 2020)

III.2.1. Préparation des extraits

III.2.1.1. Extraction par méthanol

La macération est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans le méthanol aqueux (70% methanol_30% eau) pour extraire les principes actifs (composés phénoliques) (Figure III.4.).

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hamia C.,et al (2004**)

Le protocole de la macération de cette plante est le suivant :

- 2.5 g de la matière végétale mises à macérer dans 50 ml de méthanol (70.30) sous une agitation secouée pendant 24h.

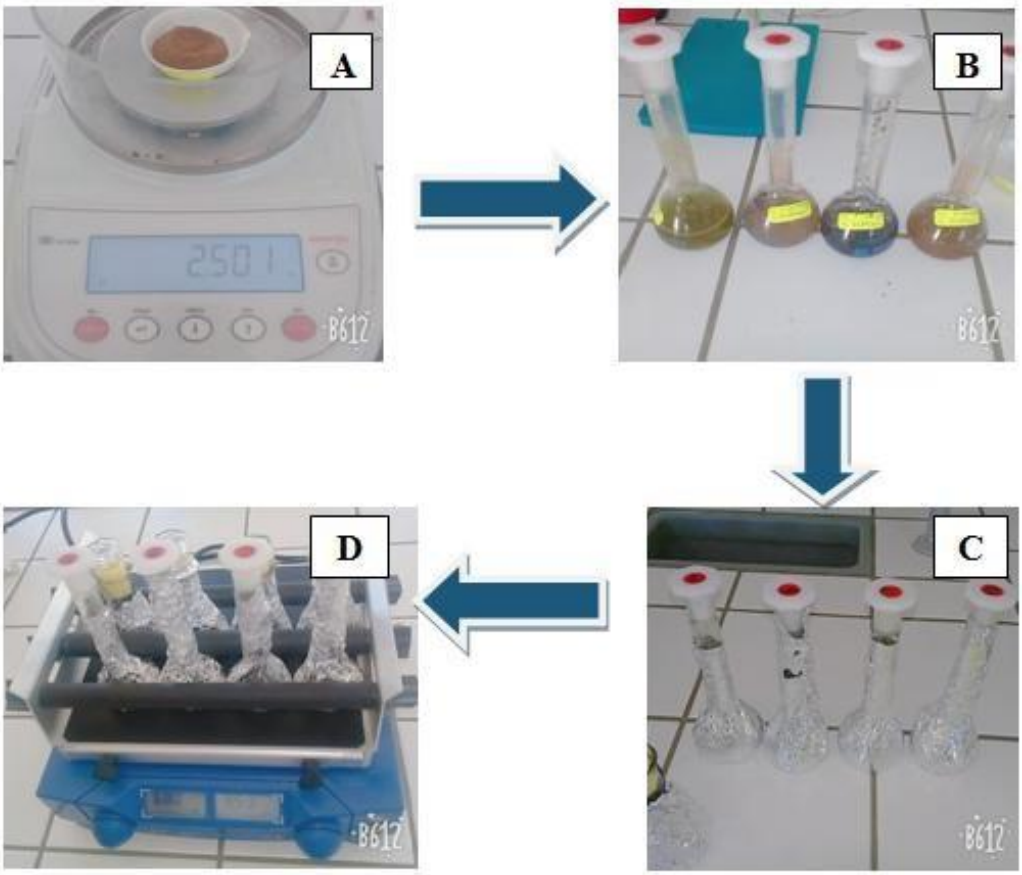


Figure III.4. Préparation des extrait méthanolique

(A)la pesée(B)préparation des solution S(C)couvrir les fioles avec aluminium (D)Agitation.

(Originale, 2020)

Le macérât est filtré par le papier filtre Whatman (N :1) puis on met en centrifugeuse pendant 8 minutes à vitesse 4000 tr/min, et on récupère le filtre (Figure III.5).



Figure III.5. (E)Filtrage (F)Centrifugation (G)Extraits obtenus(Originale, 2020)

L'extrait méthanolique est séché dans l'étuves pendant 24h à 45°C l'extrait sec est récupéré puis conservé (Figure III.6.).

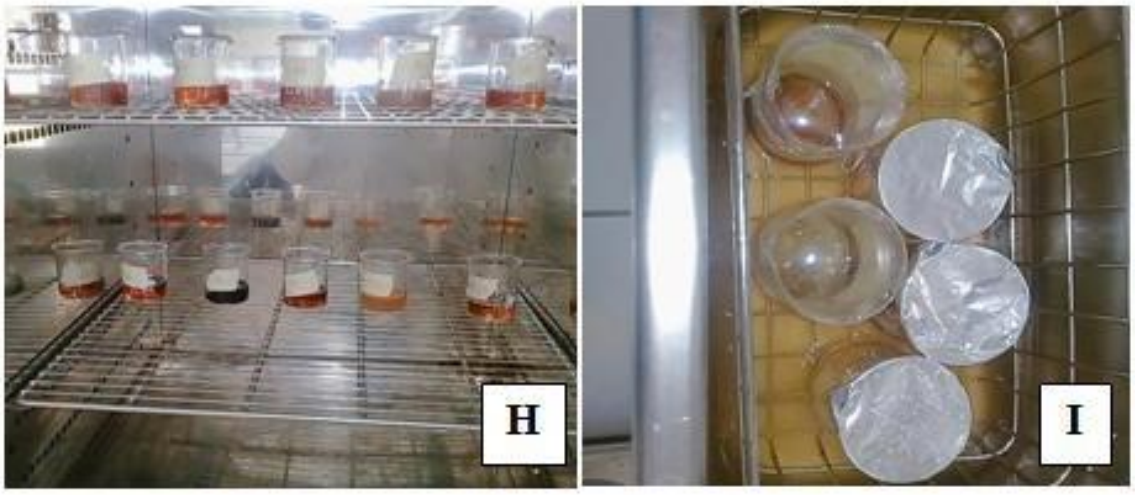


Figure III.6. (H)Séchage des extraits (I)Récupération des extraits(Originale, 2020).

III.2.1.2. Extraction par l'eau distillée

Cette méthode d'extraction a été effectué selon le protocole décrit par **(Nshimiyimana D S and He Q.,2010)** en y apportant quelques modifications (Figure III.7.) :

- 2.5 g des matières végétales sont mélangés avec 50 ml de l'eau distillée puis on agite le macérât est ensuite filtré avec un papier filtre Wattman (n :1) et après on met dans la centrifugeuse ;

- Ensuite on les met dans l'étuve et les laisser sécher et on les récupère et les conserver pour une utilisation qui vient après. (figure III.8.).

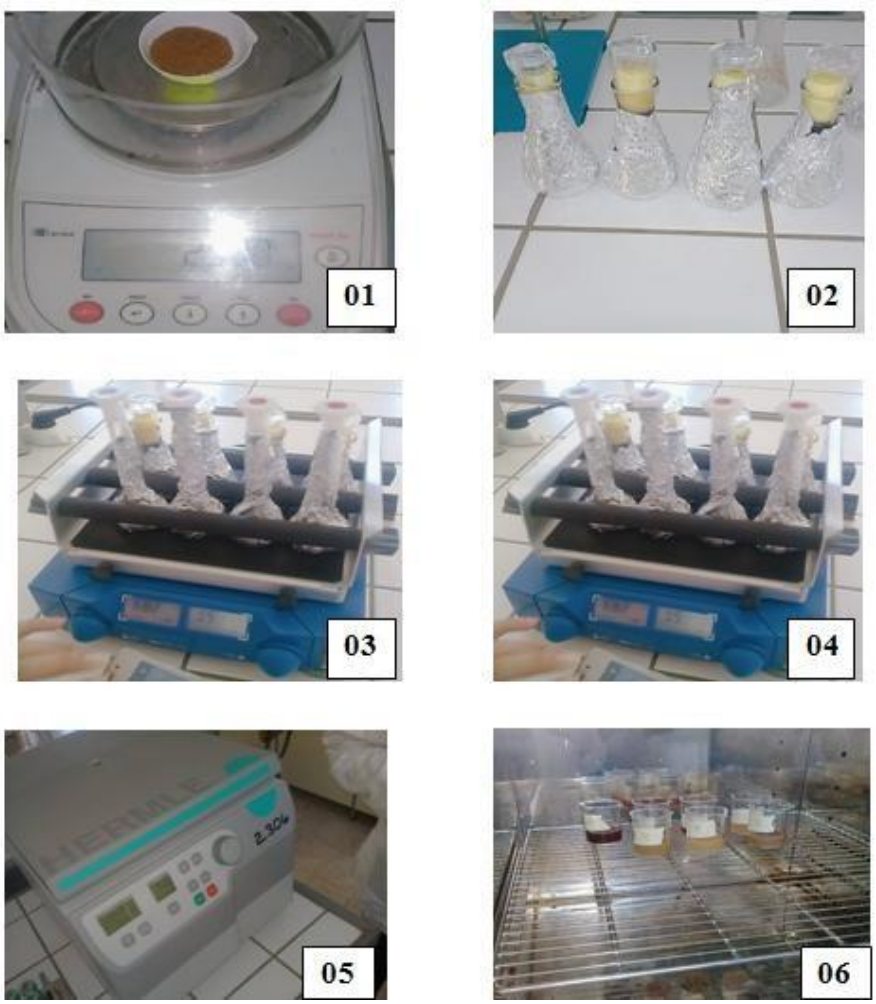


Figure III.7. (01)Pesé (02)Préparation des solutions (03)Agitation (04)Filtrage (05)Centrifugation (06)Séchages des extraits(Originale, 2020)

III.2.3. Analyse phytochimique

III.2.3.1. Dosages des polyphénols totaux

Les dosages des polyphénols ont été effectués avec le réactif de folin Ciocalteu. Selon la méthode de, Singleton et al. (1999), modifiée par Teow et al. (2007)

a) Principe

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PM_0O_{40}$).il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un

mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène Teow et al. (2007) la coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extrait végétaux (Figure III.8.).

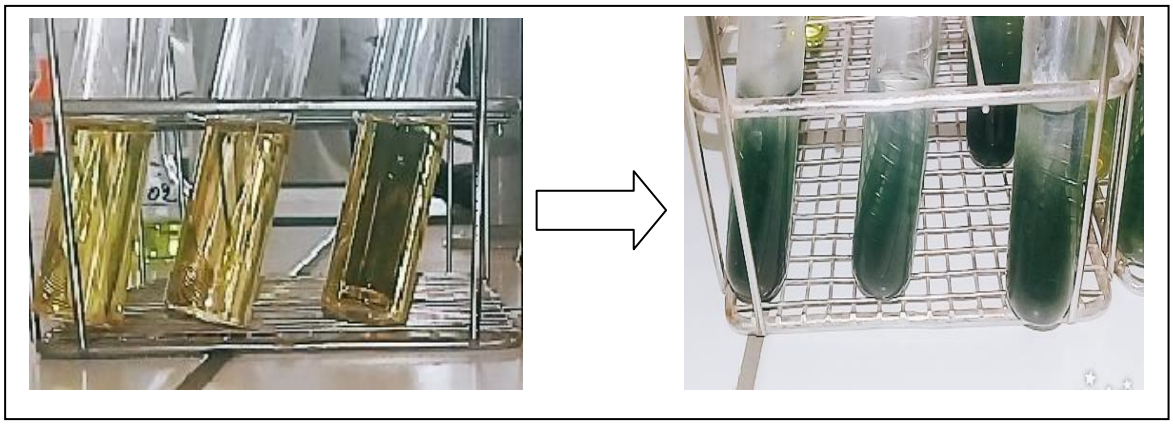


Figure III.8. Changement de couleur lors de la réaction d'oxydation (Originale, 2020)

b) Mode opératoire

0,5 ml de l'extrait est dilué avec 5 ml de l'eau distillée, puis 0,5 ml de réactif de Folin–Ciocalteu 1 N (50% ; v/v) a été ajouté. Après 3 minutes, 0,5 ml de carbonate de sodium (20%) sont ajoutés, puis le mélange est incubé à l'obscurité pendant une heure à température ambiante. La lecture d'absorbance est effectuée au spectrophotomètre (4054 UV/Visible Spectrophotomètre ; LKB, Bichromie/ ULT Rospec plus) à 765 nm. La concentration en composés phénoliques totaux de l'extrait est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage préparée avec de l'acide gallique comme standard (Figure III.9. et III.10.)

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage (Figure). Elle est établie avec l'acide gallique (0,25 à 0,0039 mg/ml). 25 mg d'acide gallique sont dissouts dans 100ml de méthanol, soit une solution (S) avec une concentration de 0,25mg/ml, puis on dilue 5 ml de la solution mère avec 5ml d'eau distillée et on obtient la dilution (S/2), Ainsi pour les autres dilutions, on refait la même procédure). Le blanc est représenté par 5 ml d'eau distillée, additionné de 0,5 ml de Folin-Ciocalteu (1N) et 0,5 ml de carbonate de sodium (20%).



Figure III.9. Détection des phénols (Originale, 2020)

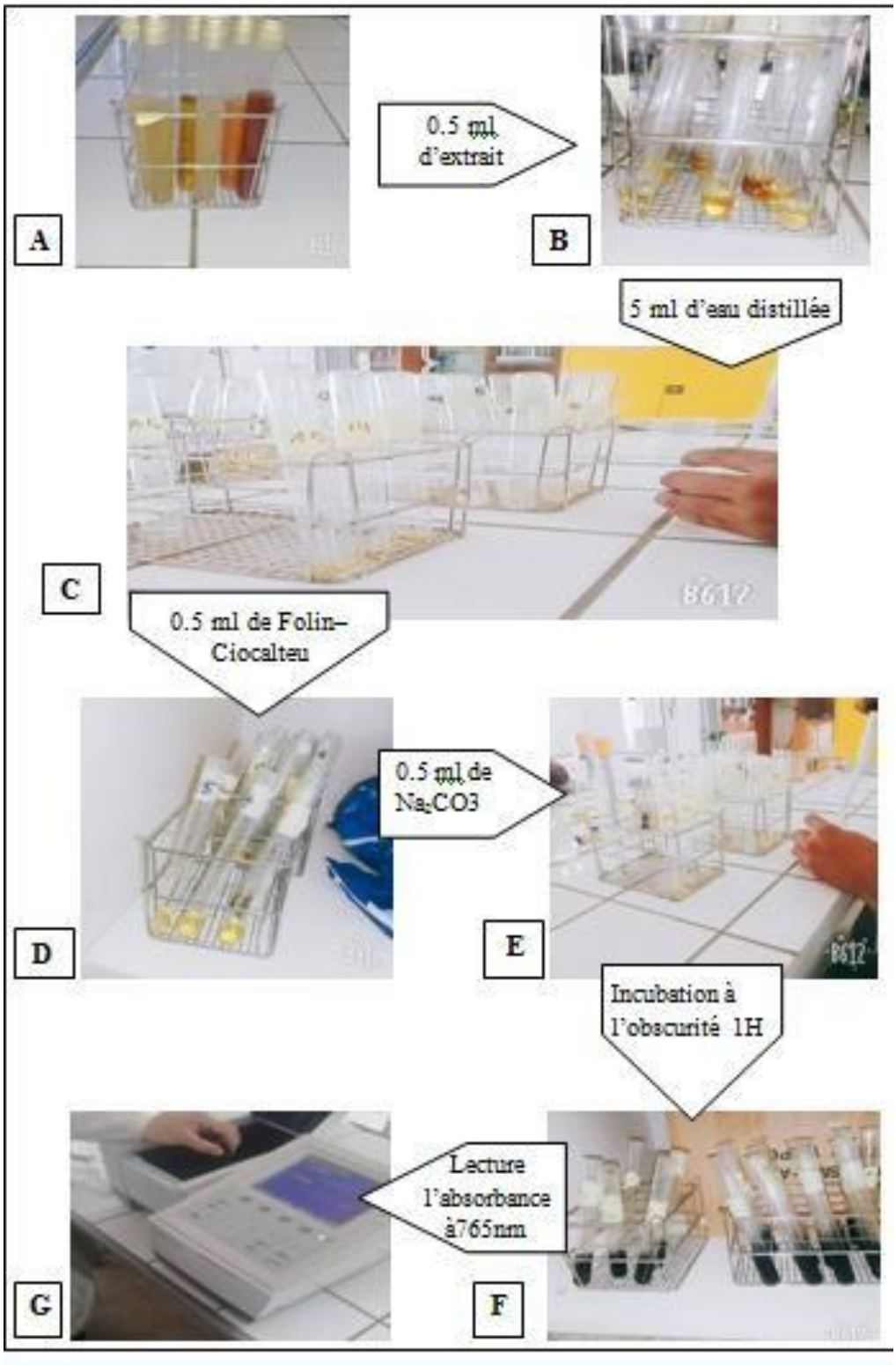


Figure III.10. Protocole de dosage des polyphénols totaux (Originale, 2020)

III.2.3.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl3) cité par Maksimoviç et al 2005 est utilisé pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits (Figure III.11.)

c) Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation de complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium. Les complexes produits sont de couleur jaune absorbent dans le visible à 430 nm.

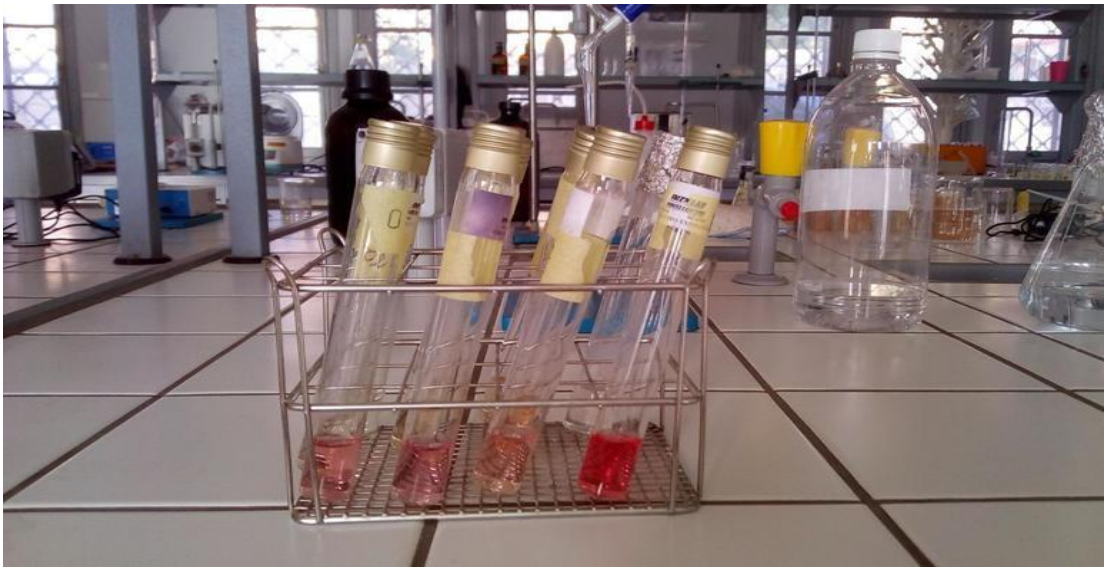


Figure III.11. Détection des flavonoïdes (Originale, 2020)

a. Mode opératoire : (Djeridane et al. (2006).

b. 1 ml de la solution d'extrait de chaque échantillon est ajouté à 1 ml de solution de trichlorure d'aluminium 2% (préparée dans du méthanol). Après 10 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 430 nm (Figure III.12.).

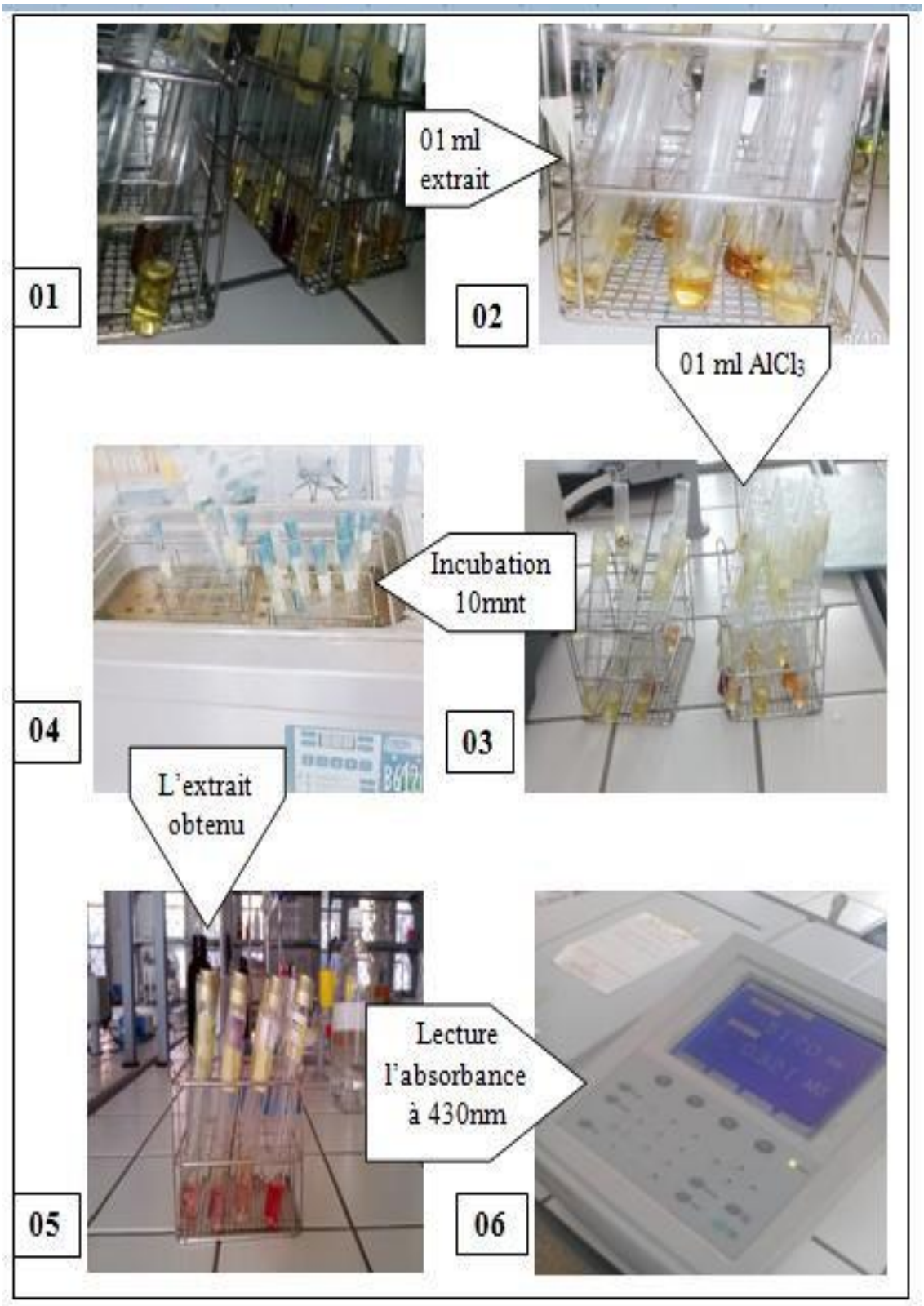


Figure III.12. Protocole de dosage des flavonoïdes (Originale, 2020)

III.2.3.3. Dosage des flavanoles

Les flavonols sont également dosés par le chlorure d'aluminium (2 %). Un volume de 500 µl d'extrait est ajouté à 500 µl d'eau distillée, 500 µl de trichlorure d'aluminium (2 %) et 500 µl d'acétate de sodium (50 g/l). Après 30 min, l'absorbance est lue à 440 nm(Figure III.13.).

Principe

Ce dosage est basé sur le dosage des flavonoïdes totaux décrit par Lamaison et Carnat (Plant Med Phyother.; 25: 12-16, 1990). Dans une étude réalisée précédemment, il s'est révélé que cette méthode est adéquate uniquement pour la classe des flavonols (Food Chem.; 120: 607-614, 2010). Les flavonols réagissent avec l'AlCl3 pour donner un chromophore mesurable à 430nm. La méthode est standardisée par rapport à la Quercétine.



Figure III.13. Apparition de la réaction des flavonols(Originale, 2020)

III.2.3.4. Les Anthocyanines

Ce dosage est basé sur la méthode de la différence de pH, sachant que ces composés possèdent une couleur dépendante du pH du milieu (J Agric Food Chem; 51: 5861-5866, 2003). Les absorbances à pH1 et pH4.5 sont mesurée à 535 et 750 nm. La méthode est standardisée par rapport au Kuromanin

Principe

La méthode utilisée pour le dosage des anthocyanines est c'elle de pH différentiel **(Sellappan, S.,et al 2002)**décrite par **(Lako J.,et al 2007)** utilisant deux tampons Chlorures de potassium (0,2 M, pH 1,0) et Acétate de sodium (0,4 M, pH 4,5) (Figure III.14.). Un volume mélangé avec 2,4 ml des solutions tampons correspondantes, les absorbances ont été mesurées à 510 et 700 nm. Les absorbances ont été déterminées selon la formule suivante :

$A= (A_{510}- A_{700})$ pH 1,0 - $(A_{510}- A_{700})$ pH 4,5

C (mg/l) = A*MW*DF*1000/ (MA*1)

ou :

- A : Absorbance des échantillons
- MW : poids moléculaire de Cyanidin-3-glucoside 449,2
- g/M
- DF : Facteur de dilution
- MA : Facteur d'absorption molaire 26900 mol-1
- .l . Cm-1

Où:

- e : Coefficient d'absorbance molaire de la caynine 3-glucoside (26900).
- L : Épaisseur de la cuve (1cm).
- M : Poids moléculaire de cyanidine 3-glucoside (449.2).
- D : Facteur de dilution.
- V : Volume final de l'extrait (ml).
- P : Masse de l'échantillon (mg).

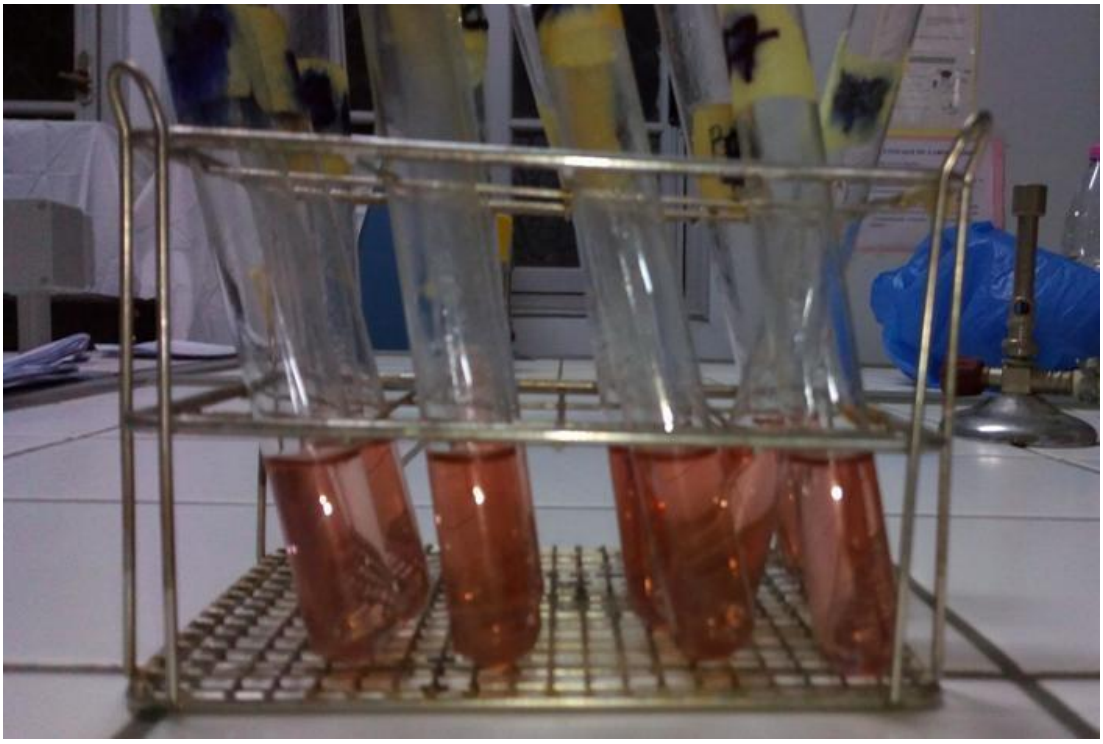


Figure III.14. Détection anthocyanes (Originale, 2020)

III.2.3.5. Dosage des Tanins totaux : Indice HCl (IFV, 2009)

Diluer 1 ml d'extrait de jus dans 50 ml d'eau distillée (1 :50) prépare dans deux tubes:

- 4 ml de l'extrait dilué
- 2 ml d'eau déminéralisée
- 6 ml de HCl (12 N)

- Fermer hermétiquement les deux tubes
- Chauffer 1 tube à 97 °C au bain marie
- Maintenir 1 tube à température ambiante.
- Après 30 minutes, ajouter 1 ml d'éthanol (95 %) dans chaque tube
- Après agitation (manuelle, 4 retournements) mesurer l'absorbance à 550 nm pour chaque tube (Figure III.15.)



Figure III.15. Détection des Tanins totaux (Originale, 2020)

III.2.3.6. Tanins condensés

La teneur en proanthocyanidines est déterminée selon la méthode rapportée par (**Skerget, M.,et al 2005)**0,2ml de solution d'extrait sont additionnés à2ml de réactif de butanol sulfate de fer ; le mélange est incubé au bain marine à 95°C pendant 20 minutes, l'absorbance est mesurée à 530nm(Figure III.16.). Les résultats sont exprimés en mg équivalent de cyanidine-3- glucoside/100g de poids sec, sont calculés en utilisant la formule suivante :

$$C\ (mg/l) = A \times MM \times Fd \times 1000 / \varepsilon L$$

D'où

- **A** : absorbance ;
- **MM**: masse molaire de la cyanidine-3-glucoside= 494g /mol ;
- **Fd**: facteur de dilution ;
- **Ɛ**:(coefficient d'extinction molaire) = 347 00L/mol .cm ;
- **L**: le trajet optique.



Figure III.16. Détection tannins condensés (Originale, 2020)

III.2.4. Etude du pouvoir antioxydant des extraitsm2thanolique et aqueux

III.2.4.1. Neutralisation du radical DPPH*

L'activité anti-radicalaire des différents extraits est déterminée par une méthode basée sur la réduction du radical diphényle picryl-hydrazyl (**DPPH***), par don d'atomes d'Hydrogène ou d'électrons (Figure III.17.) (**Molyneux, P. 2004)**

Le protocole utilisé dans cette méthode est celui de **Milardovié et al. (2006).** Il consiste à mélanger 2,9 ml de la solution **DPPH*** (6 x 10-5) avec 0,1 ml de chaque extrait à différentes concentrations; la mesure de la réaction de réduction de la solution du **DPPH*** a été faite à 515 nm après incubation de 30 min. Les valeurs IC_{50} ont été déterminées pour chaque extrait et définies comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du DPPH*. Le pourcentage de neutralisation du radical de **DPPH*** est calculé selon la formule suivante :

:% d'inhibition du DPPH* = (Abs_{contr} – $Abs_{éch}$ / Abs_{contr})100

Dont :

Abs_{contr} : Absorbance du contrôle.

$Abs_{éch}$: Absorbance de l'échantillon.



Figure III.17. Apparition l'activité anti-radicalaire (Originale, 2020)

III.2.4.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur se base sur la réaction d'oxydoréduction, dont la réduction du chlorure ferrique ($FeCl_3$) en chlorure ferreux ($FeCl_2$) en présence d'un agent chromogène: le ferricyanure de Potassium [$K_3Fe(CN)_6$] en milieu acidifié par l'acide trichloracétique **Ribereau-Gayon P. (1968)**

Le pouvoir réducteur des différents extraits a été déterminé selon la méthode décrite par **Oyaizu, M. (1986).** rapportée par **Kumar et al. (2005).** Un volume de 1mL de chaque extrait, à différentes concentrations, est ajouté à 2,5mL de tampon phosphate (pH 6,6 ; à 0,2M), suivi de 2,5mL de ferricyanure de Potassium (K3Fe (CN)6) à 1% ; après agitation, le mélange est soumis à l'incubation à 50°C pendant 20min. 2,5mL d'acide trichloracétique à 10% sont additionnés au mélange qui est centrifugé à 3000 rpm pondant 10 min. Un volume de 2,5Ml d'eau distillée est ajouté à 2,5mL du surnageant, puis 0,5mL de chlorure ferrique à (0,1%) est ajouté au mélange. Le mélange préalablement homogénéisé est incubé pendant 10min à l'abri de la lumière, l'absorbance est lue à 700 nm.

CHAPITRE IV : Résultats et discussion

IV.1. Etude phytochimique des extraits des deux plantes

IV.1.1. Etude phytochimique des extraits Pistacia lentiscus

IV.1.1.1. Teneur en poly phénols totaux

L'étude quantitative de l'extrait brut méthanolique et de l'extraits aqueux des différents parties de *P.lentiscus* au moyen des dosages spectrophotométrique, avait pour objectif la détermination de la teneur totale en polyphénols. Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent acide gallique à l'aide d'un courbe étalon (voir l'**Annexe n°02**).

Le taux de polyphénols des extraits de *P.lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.1).

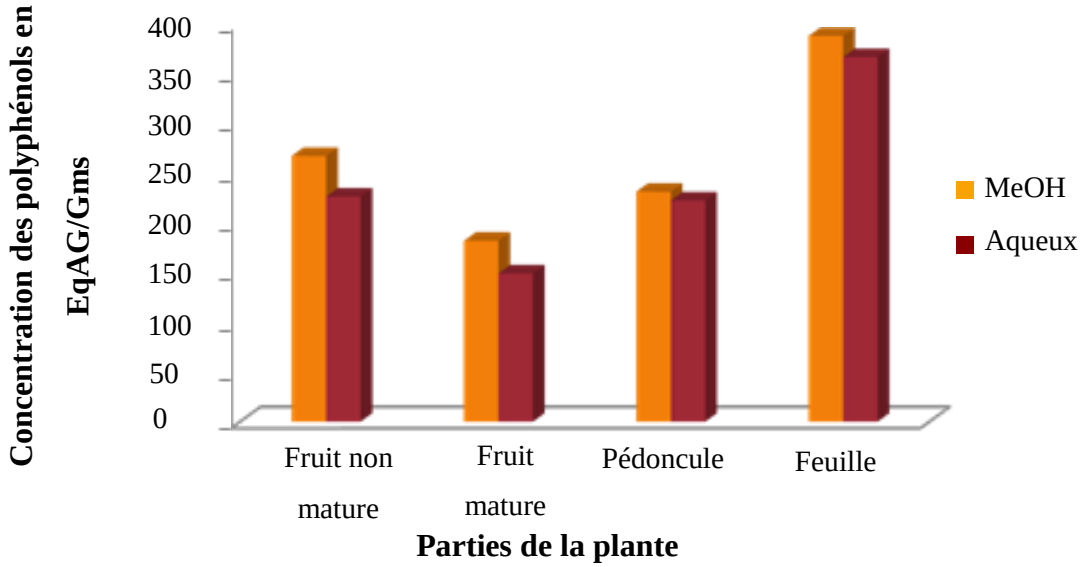


Figure IV.1. Concentration des polyphénols dans extraits des différentes partie du *Pistacia lentiscus* en EqAG/gMS

Le taux des phénols totaux montre que les différents extraits et les différentes parties de la plante renferment des quantités non négligeables en substances actives polyphénoliques, avec une différence importante entre elles.

En générale, les résultats indiquent que les extraits méthanolique comporte les plus grandes teneuses en polyphénols que les extraits aqueux ; alors que pour les différentes parties les feuilles donnent les teneurs les plus élevées soit 388.1 ± 8.21 (mg EqAG/ g MS), suivis des fruits non matures avec un taux de 267.4 ± 2.82 (mg Eq AG/ g MS) et les pédoncules avec un taux de 231.4 ±12.24(mg Eq AG/ g MS). Alors que les teneurs les plus faibles sont enregistrées dans les fruits mature soit 182 ± 11.95 (mg Eq AG/ g MS).

Plusieurs études **(Bozorgi et al, 2013)** réalisées sur cinq variétés Pistacia (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, and P. lentiscus) ont montré la richesse de cette plante en composés phénoloques.

IV.1.1.2. Teneur en Flavonoïdes totaux, Teneur en Flavonols totaux et Teneur en anthocyanines totaux

Un dosage des flavonoïdes totaux, flavonols totaux et anthocyanines totaux a été effectué afin de caractériser la teneur des extraits aqueux et méthanolique préparés à partir des différentes partis du P.lentiscus. Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent µg R/mg d'extrait a à l'aide d'une courbe étalon quercétine. Ainsi que le taux des flavonols et anthocyanines en se référant aux courbes d'étalonnages rutine (**Annexe n°03**). Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent rutine par matière sèche.

Le taux de flavonoïdes totaux des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.2).

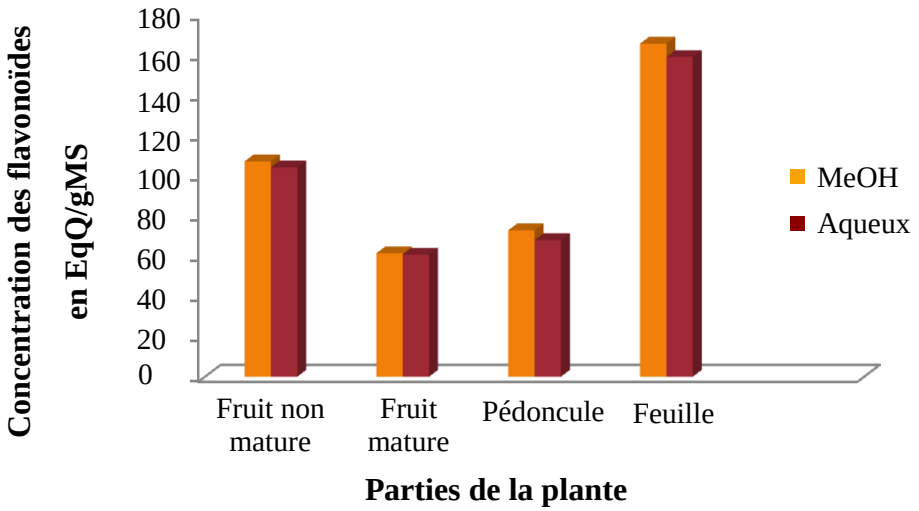


Figure IV.2. Concentration des flavonoïdes dans extraits des différentes partie du *Pistacia.lentiscus* en EqQ/gMS

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus, pour les extraits MeOH on remarque qu'il existe une différence entre les teneurs en flavonoïdes des différents organes feuilles, fruits non mature, pédoncule et fruit mature). On remarque également que la teneur la plus élevée est enregistré pour les feuilles (165.6 ± 0.0 mgEQ R/g d'extraits) puis fruit non mature et les pédoncule ont les teneurs suivants (107.04±6.44mg EQ/g d'extrait et 72.80±5.88mg EQ R/g d'extrait)et , et la teneur la plus faible est enregistrée pour fruit mature de teneur (61.38±5.71mg EQ R/g d'extrait) et pour les extraits aqueux on remarque les

teneurs suivants les feuilles (158.92±2.87 mg EQ R/ d'extrait) fruit non mature (104.04±11.63 mg EQ R /g d'extrait) pédoncule (67.88±11.08 mg EQ R / d'extrait)et fruit mature 60.88±3.05 mg Eq R / d'extrait. Ces valeurs sont en accord avec la teneur obtenue par Piluzza G et al (2011) soit de 147.68 mg AG/g de matière sèche.

Le taux de flavonols totaux des extraits de Pistacia lentiscus a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.3)

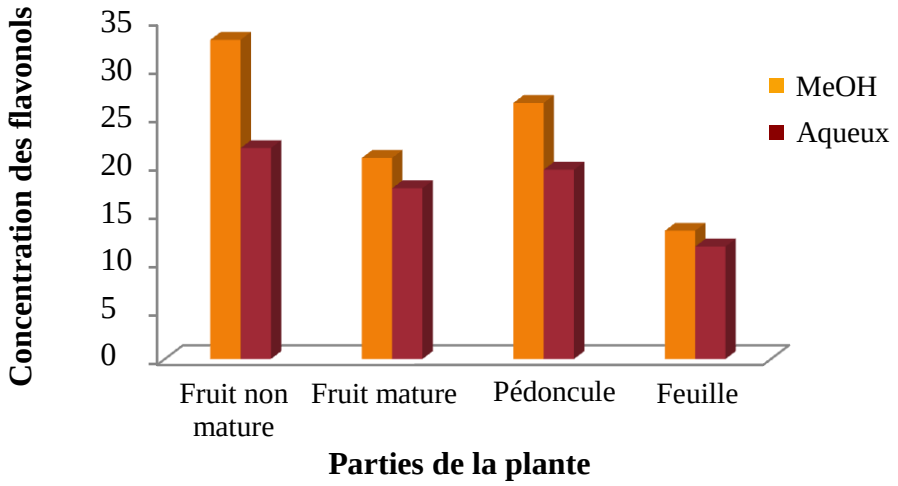


Figure IV.3. Concentration des flavonols dans extraits des différentes partie du *Pistacia.lentiscus* en EqAG/Gms

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus, pour les extraits MeOH on remarque la variations du concentration du flavonols (13.22mg EQ R/g d'extrait) dans les feuilles (26.4± 3.703 mg EQ R / d'extrait) dans les pédoncules , teneur dans les fruits non mature été la plus élevée (32.9± 2.875 mg EQ R / d'extrait) après les fruit mature (20.73± 2.097 mg EQ R / d'extrait) .Ainsi pour les extraits aqueux : on remarque les teneurs suivants fruit non mature (21.74mg EQ R/ d'extrait) pédoncule (19.57mg EQ R /g d'extrait) fruit mature (17.60mg EQ R / d'extrait) et feuille (11.59mg EQ R / d'extrait.).

Le taux d'anthocyanes totaux des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.4)

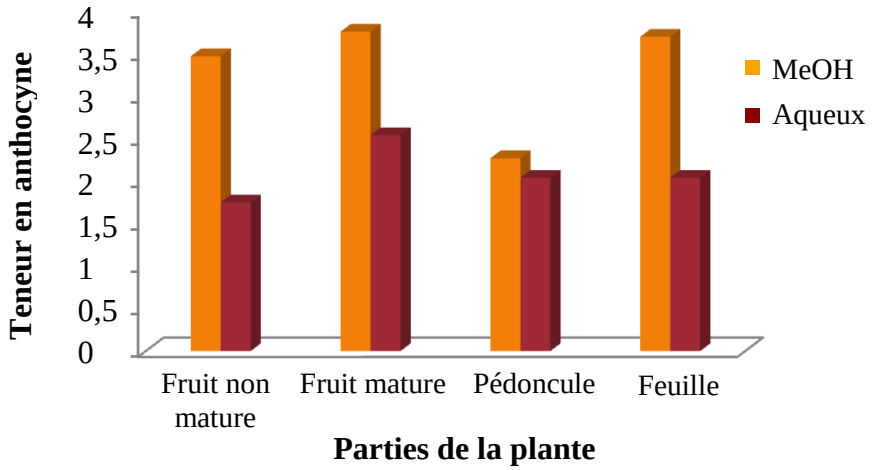


Figure IV.4. Concentration des anthocynes dans extraits des différentes partie du *Pistacia.lentiscus* en EC3G/100g MS

Pour les extraits MeOH : on remarque qu'il existe une différence entre les teneurs en des anthocynes différents organes. On a vu également que la teneur la plus élevée est enregistré pour les fruit non mature (4.02mgEQ R/g d'extraits) puis feuille et les fruit mature ont les teneurs suivants (3.70mg EQ/g d'extrait et 3.47mg EQ R/g d'extrait)et , et la teneur la plus faible est enregistrée pour pédoncule de teneur (2.27 mg EQ R/g d'extrait) et pour les extraits aqueux :On remarque les teneurs suivants les fruit non mature (2.54mg EQ R/ d'extrait) feuille (2.04mg EQ R /g d'extrait) fruits mature (2.39mg EQ R / d'extrait) et pédoncule 1.97mg EQ R/ d'extrait.

IV.1.1.3. Teneur en Tanins totaux et en Tanins condensés

Le dosage des flavonoïdes totaux, flavonols totaux et anthocyanines totaux a été effectué afin de caractériser la teneur des extraits aqueux et méthanolique préparés à partir des différentes partis du *P.lentiscus*. Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent µg Q/mg d'extrait a à l'aide d'une courbe étalon quercétine.

Le taux de tanins totaux des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.5).

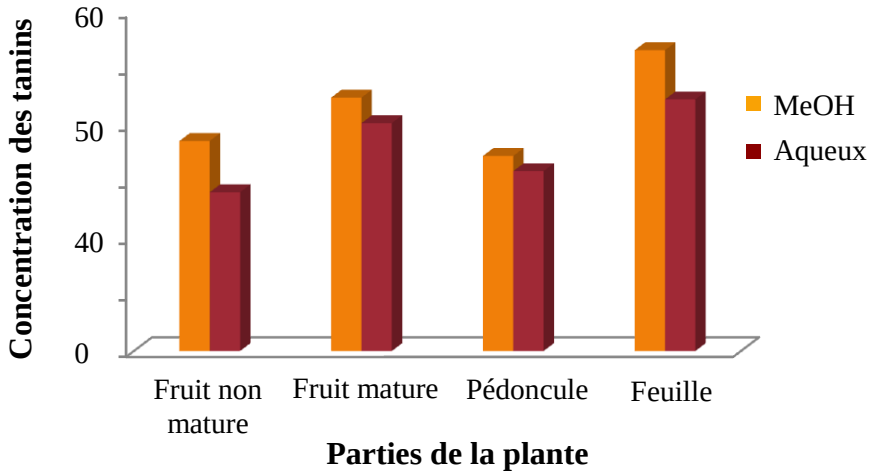


Figure IV.5. Concentration des tanins totaux dans extraits des différentes partie du *Pistacia.lentiscus* en EqAG/gMS

L'histogramme illustré par la figure :

Pour les extraits MeOH : montre que les teneurs en tanins totaux varient considérablement entre les extraits des différents organes. Ces résultats montrent que lentiscus sont les plus riches en tanins totaux Notamment les feuilles que sont le plus riche en des tanins avec de valeur (165.6mgGAE/g) suive par fruit non mature avec valeur (107.04mgGAE/g). Et les pédoncules de valeur (72.80mgGAE/g). La faible teneur en tanins totaux chez les fruits matures avec de valeur (61.38mgGME/g).

Pour les extraits aqueux : on remarque les teneurs suivants les feuilles (158.92mg EQ R/ d'extrait) fruit non mature (104.04mg EQ R /g d'extrait) pédoncule (67.88mg EQ R / d'extrait) et fruit mature (60.88mg EQ R / d'extrait).

Le taux de tanins condensés des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure. IV.6)

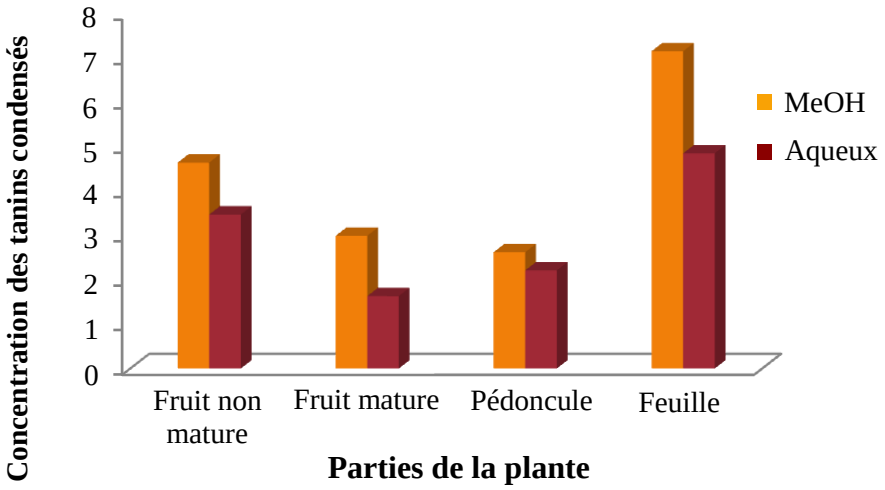


Figure IV.6. Concentration des tanins condensés dans extraits des différentes partie du *Pistacia.lentiscus* en EqAG/gMS

L'histogramme illustré par la figure :

Pour les extraits MeOH : montre que les teneurs en tanins totaux varient considérablement entre les extraits des différents organes. Ces résultats montrent Notamment les fruits non matures que sont le plus riche en des tanins avec de valeur (32.90mgGAE/g) suive par pédoncule avec valeur (26.40mgGAE/g). Et les fruits matures de valeur (20.73mgGAE/g). La faible teneur en tanins totaux chez les feuille avec de valeur (13.22mgGME/g).

Pour les extraits aqueux : on remarque les teneurs suivants les fruit non mature (21.74mg EQ R/d'extrait) pédoncule (19.51mg EQ R\ d'extrait) puis fruit mature (17.60 mg EQ R\ d'extrait) La faible teneur en tanins totaux chez les feuille avec de valeur (11.59 mg EQ R\ d'extrait).

IV.1.2. Etude phytochimique des extraits *Pistacia atlantica*

IV.1.2.1. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques de extrait brut méthanolique et de l'extraits aqueux des différents parties de *P.Atlas* ;il a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage d'acide gallique (**Annexe n°02**) et exprimée en milligrammes par gramme de la matière sèche équivalent en acide gallique.

Le taux de polyphénols des extraits de *P.atlantica* a été déterminé puis représenté en histogramme (Figure.IV.7).

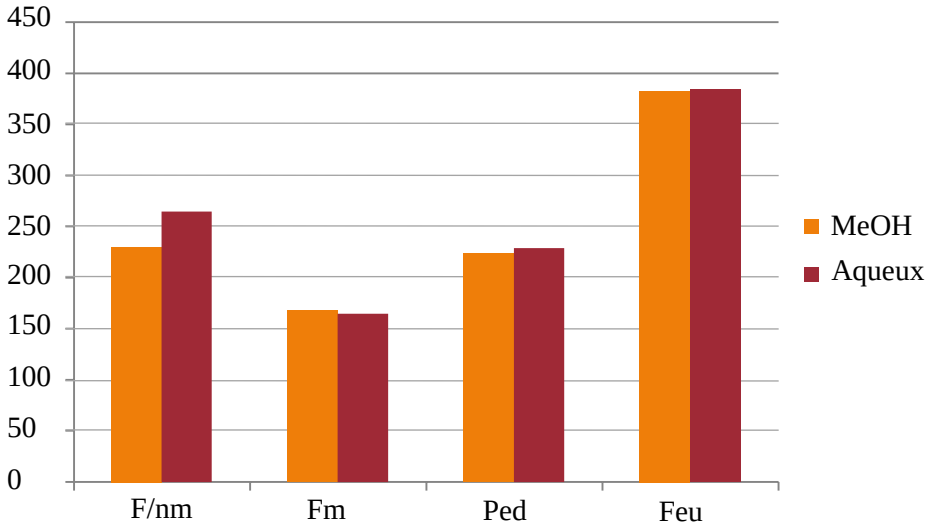


Figure IV.7. Concentration des polyphénols dans des extraits des différentes partie du *Pistacia.atlantica* en EqAG/gMS

Le taux des phénols totaux montre que les différents extraits et les différentes parties de la plante renferment des quantités non négligeables en substances actives polyphénoliques, avec une différence importante entre elles.

On a remarqué d'après les résultats du tableau que les extraits méthanolique comportent les plus grandes teneuses en polyphénols que les extraits aqueux :alors pour la quantité des composés phénolique dans les extrait des feuilles est très élevées soit 347.20 ±00 (mg EqAG/ g MS), en suite les fruit mature 235.20±2.42 (mg EqAG/ g MS), et les Pédoncule par un rapport de 225.17±3.45(mg EqAG/ g MS), Alors que les teneurs les plus faibles sont enregistrées dans les fruits non mature soit 165±7.9 (mg EqAG/ g MS). Les extrais aqueux donnent les résultats suite ; (feuilles 352.10 ± 0.70 mg EqAG/ g MS), (pédoncules 260.87 ±1.61 mg EqAG/ g MS) ; fruits non mature (169.6 ± 3.55 mg EqAG/ g MS) fruits mature (263.2 ± 4.84 mg EqAG/ g MS).

IV.1.2.2. Teneur en Flavonoïdes totaux, Teneur en Flavonols totaux et Teneur en Anthocyanines totaux

Un dosage des flavonoïdes totaux, flavonols totaux et anthocyanines totaux a été effectué afin de caractériser la teneur des extraits aqueux et méthanolique préparés à partir des différentes partis du *P.atlantica*. Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent µg R/mg d'extrait à l'aide d'une courbe étalon quercétine. Ainsi que le taux des flavonols et anthocyanines en se référant aux courbes d'étalonnages rutine (**Annexe n°03**). Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent rutine par matière sèche.

Le taux de flavonoïdes totaux des extraits de *Pistacia atlantica* a été déterminé puis représenté en histogramme

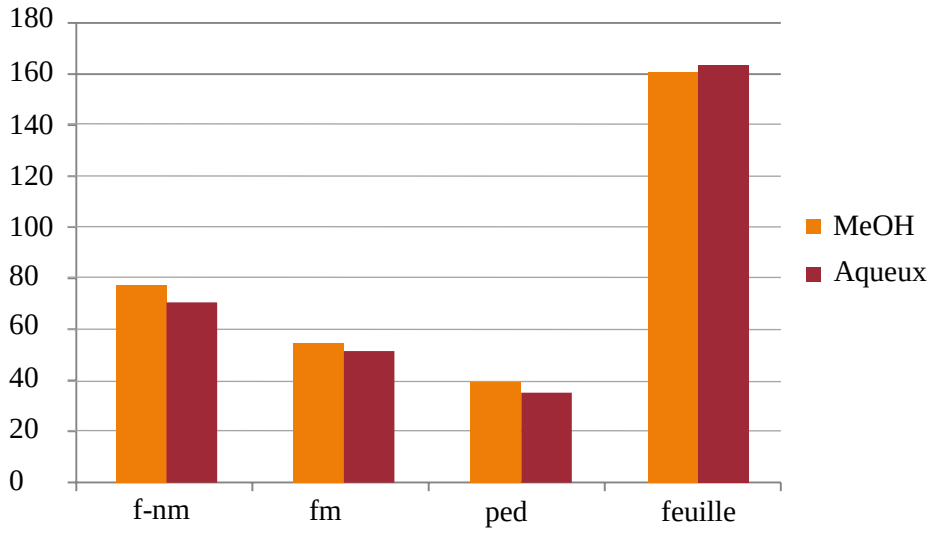


Figure IV.8. Concentration des flavonoïdes dans deux extraits des différentes partie du *Pistacia.atlantica* en EqQ/gMS

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus :

Pour les extraits MeOH on remarque qu'il existe une différence entre les teneurs enflavonoïdes des différents organes (feuilles, fruits noir, fruits rouge, et pédoncule). On remarque également que la teneur la plus élevée est enregistré pour les feuilles (160.86±4.65 mgEQ R/g d'extraits) puis fruit mature et les fruits non mature ont les teneurs suivants (77.20±0.69 mg EQ/g d'extrait et 54.54±5.46 mg EQ R/g d'extrait)et , et la teneur la plus faible est enregistrée pour pédoncule de teneur (39.38±5.78mg EQ R/g d'extrait) et pour les extraits aqueux on remarque les teneurs suivants les feuilles (163.60±5.67 mg EQ R/ d'extrait) fruit mature (70.55±3.34 mg EQ R /g d'extrait) fruits non mature (51.50±6.32 mg EQ R / d'extrait) et pédoncule 35.26±5.35 mg EQ R / d'extrait.

Le taux de flavonols totaux des extraits de *Pistacia Atlas* a été déterminé puis représenté en histogramme

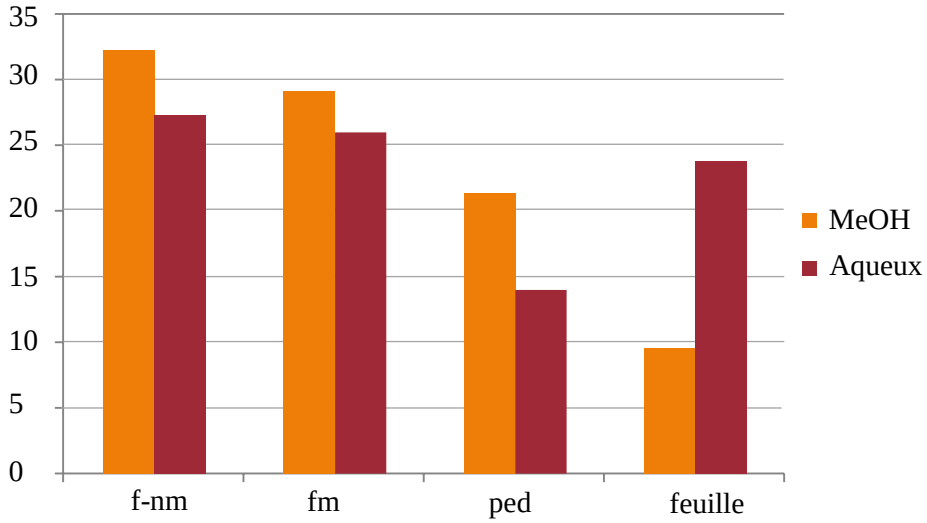


Figure IV.9. Concentration des flavonols dans deux extraits des différentes partie du *Pistacia atlantica* en (mg ER/g MS)

Pour les extraits MeOH :

On remarque qu'il existe une différence entre les teneurs en flavols des différents organes, On remarque également que la teneur la plus élevée est enregistré pour les fruit mature (32.28 mgEQ R/g d'extraits) puisfruit non mature et pédoncule ont les teneurs suivants (29.08mg EQ/g d'extrait et 21.38mg EQ R/g d'extrait), et la teneur la plus faible est enregistrée pour feuille de teneur (9.57mg EQ R/g d'extrait) et pour les extraits aqueux : On remarque les teneurs suivants fruit mature (27.30mg EQ R/ d'extrait) fruit non mature (25.98mg EQ R /g d'extrait) feuille (23.80mg EQ R / d'extrait) et pédoncule (14.00mg EQ R / d'extrait.

Le taux d'anthocyanes totaux des extraits de *Pistacia lentiscus* a été déterminé puis représenté en histogramme

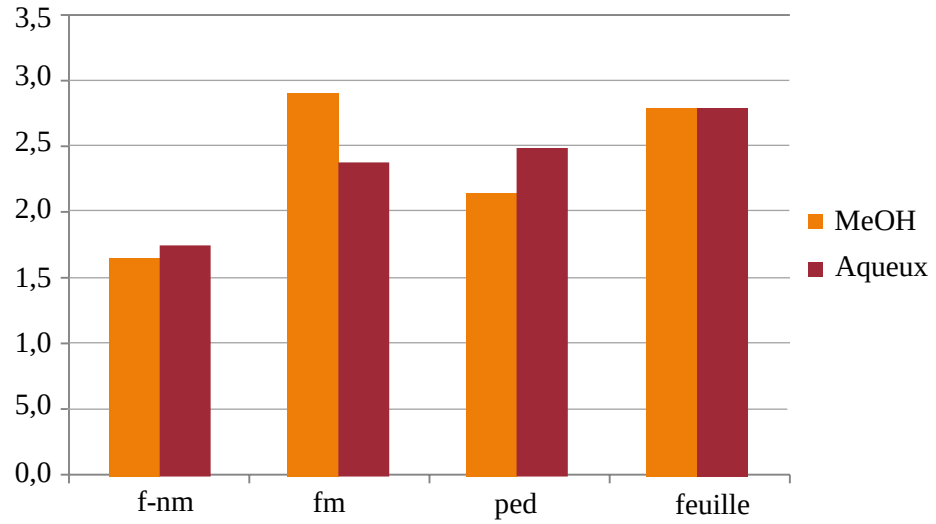


Figure IV.10. Concentration des anthocynes dans deux extraits des différentes partie du *Pistacia atlantica* en EqAG/gMS

D'après les résultats illustrés dans la figure ci-dessus :

Pour les extraits MeOH :

On remarque qu'il existe une différence entre les teneurs en des anthocynes différents organes, On a vu également que la teneur la plus élevée est enregistré pour les fruit non mature (2.92mgEQ R/g d'extraits) puis feuille et les pédoncules ont les teneurs suivants (2.80mg EQ/g d'extrait et 2.16mg EQ R/g d'extrait) et la teneur la plus faible est enregistrée pour fruits mature de teneur (1.66 mg EQ R/g d'extrait) et pour les extraits aqueux :

On remarque les teneurs suivants les feuilles (2.80mg EQ R/ d'extrait) pédoncules (2.50mg EQ R /g d'extrait) fruits non mature (2.39mg EQ R / d'extrait) et fruits mature (1.76 mg EQ R/ d'extrait).

IV.1.2.3. Teneur en Tanins totaux et en Tanins condensés

Un dosage des flavonoïdes totaux, flavonols totaux et anthocyanines totaux a été effectué afin de caractériser la teneur des extraits aqueux et méthanolique préparés à partir des différentes partis du *P.Atlas* . Les résultats sont exprimés en termes d'équivalent µg Q/mg d'extrait a à l'aide d'une courbe étalon quercétine.

Le taux de tanins totaux des extraits de *Pistacia Atlas* a été déterminé puis représenté en histogramme

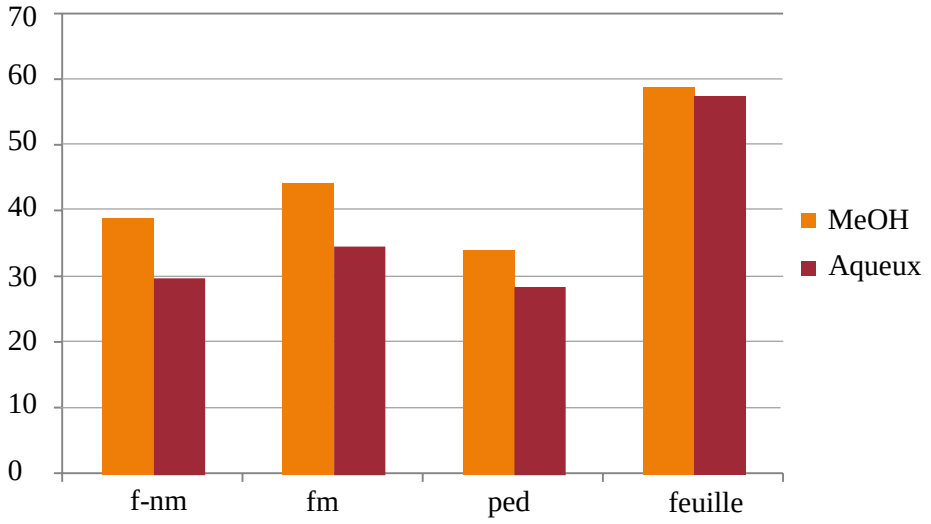


Figure IV.11. Concentration des tanins totaux dans deux extraits des différentes partie du *Pistacia atlantica* en EqAG/gMS

L'histogramme illustré par la figure :

Pour les extraits MeOH :

Montre que les teneurs en tanins totaux varient considérablement entre les extraits des différents organes. Ces résultats montrent que *Atlas* sont les plus riches en tanins totaux Notamment les feuilles que sont le plus riche en des tanins avec de valeur (58.96mgGAE/g) suive par fruit non mature avec valeur (44.46mgGAE/g). Et les fruits matures de valeur (38.98mgGAE/g). La faible teneur en tanins totaux chez les pédoncules avec de valeur (34.15mgGME/g). Pour les extraits aqueux :

On remarque les teneurs suivants les feuilles (57.67mg EQ R/ d'extrait) fruit non mature (34.79mg EQ R /g d'extrait) fruits mature (29.96mg EQ R / d'extrait) et pédoncule (28.67mg EQ R / d'extrait)

Le taux de tanins condensés des extraits de *Pistacia Atlas* a été déterminé puis représenté en histogramme

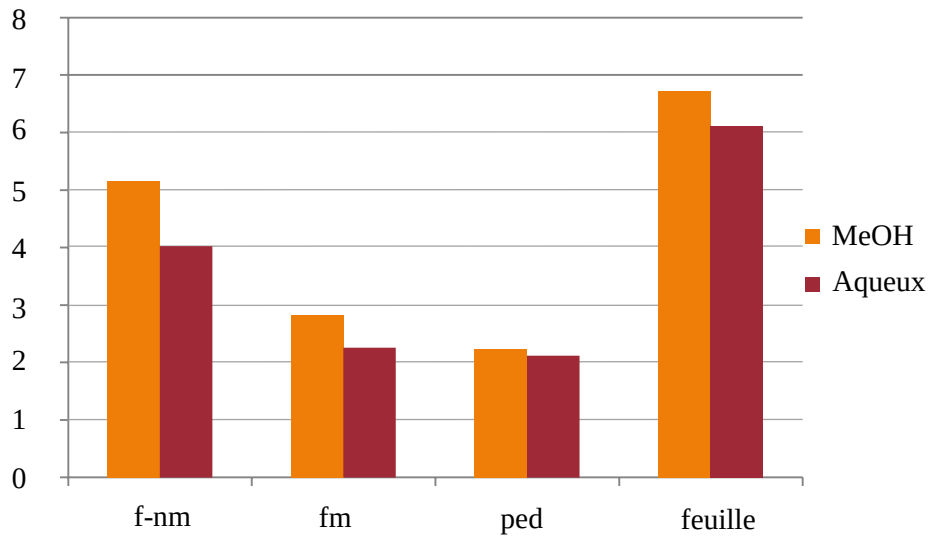


Figure IV.12. Concentration des tanins condensés dans deux extraits des différentes partie du *Pistacia atlantica* en EqAG/gMS

L'histogramme illustré par la figure :

Pour les extraits MeOH :

Montre que les teneurs en tanins totaux varient considérablement entre les extraits des différents organes. Ces résultats montrent que *Atlas* sont les plus riches en tanins totaux Notamment les feuilles que sont le plus riche en des tanins avec de valeur (6.72mgGAE/g) suive par fruit mature avec valeur (5.16mgGAE/g). Et les fruits non matures de valeur (2.82mgGAE/g). La faible teneur en tanins totaux chez les pédoncules avec de valeur (2.23mgGME/g). Pour les extraits aqueux :

On remarque les teneurs suivants les feuilles (6.11mg EQ R/g d'extrait) fruit mature (4.03mg EQ R /g d'extrait) fruits non mature (2.26mg EQ R /g d'extrait) et pédoncule (2.12mg EQ R /g d'extrait).

Discussion

Le Genre *Pistacia*, est un genre qui reforme des plantes médicinales largement utilisée en médecine populaire. Au cours de notre étude nous nous sommes intéressés à la contribution de l'étude phytochimique des extraits méthanolique et aqueux de deux espèces de genre *Pistacia* (*P.lentiscus* et *P.atlantica*) et de l'évaluation de leurs activité antiradicalaire.

Au vu des résultats obtenus, on constate que les extraits méthanolique et les extraits aqueux de Pistacia lentiscus et Pistacia atlantica riches en substances actives notamment les en polyphénols totaux, flavonoïde, tanins (totaux et condensée) et sont doués d'une activité antioxydante intéressante.

Nos résultat se rapprochent de ceux obtenus par **Boizot N., Charpentier J.P (2006)** ont révélé indique que la teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes dans l'extrait aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus,* à différent saisons, prélèvement en juin (2007) est de l'ordre 349.843mg/g pour les polyphénols et la teneur en flavonoïdes est 54.244 mg/g, prélèvement en novembre (2007) teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes égalent 348.539mg/g en mois Janvier (2008) la teneur en polyphénols totaux égale 365.502mg/g et 58.2.99 mg/g pour les flavonoïdes, prélèvement d'Avril (2008) la teneur en polyphénols est de l'ordre 344.62 mg/g et 58.414 mg/g pour les flavonoïdes **Ebrahimzadeh, M.A ses collaborateurs (2008)** montrent que les extraits des feuilles de *Pistacia lentiscus*. Exhibent 57 mg/ml en polyphénols. Le même auteur signale que les teneurs en flavonoïdes (8.21 mg Eq Q/ g) ont été trouvées avec l'extrait hydro alcoolique des feuilles. Selon des études phytochimiques **Cos et ses collaborateurs (1998)** ont montré aussi que le contenu total des composés phénoliques pour les feuilles fraîches de *Pistacia lentiscus,* variait de 147,99 à 314,88 mg Eq AG/g d'extrait sec, tandis que pour ceux séchées la valeur variait de 125,33 à 269,70 mg Eq AG /g d'extrait sec, ce résultat est relativement très élevé.

Bampouli, A et autre (2015) affirmées que les flavonoïdes des extraits des feuilles de *Pistacia lentiscus* sont concentrés principalement au niveau de la phase aqueuse du chloroforme avec 270,10 mg /g d'extrait. Ceci est peut être dû à la présence d'une fraction osidique qui rend ces flavonoïdes très solubles dans l'eau.

Ces auteures notent que les extraits organiques de chloroforme et acétate d'éthyle des feuilles de *Pistacia lentiscus,* sont riches en phénols totaux et flavonoïdes.

Atmani, D et ses collaborateurs (2009) indique que les feuilles de *Pistacia lentiscus,* récolté à Béjaia. Sont plus riches en phénols totaux (136.25 mg Eq AG / gd'extrait) Alors qu'on a trouvé une faible teneur en flavonoïdes (12.93 mg Eq quercétine/g d'huile essentielle.

La comparaison de nos résultats avec ceux de la bibliographie, peut s'avérer difficile à cause de plusieurs paramètres qui peuvent influencer sur la répartition qualitative et quantitative des composés phénoliques dans nos extraits. Ces facteurs peuvent être

essentiellement les facteurs climatiques et environnementaux : la zone géographique, la sécheresse, le sol...etc (Ebrahimi et al., 2008) ainsi que le moment de récolte, le stade de développement et la partie de la plante utilisée (Miliauskas et al., 2004), en plus de la méthode d'extraction et de quantification. Le choix du solvant utilisé peut aussi influencer sur la teneur en polyphénols et en flavonoïdes totaux (Lee et al., 2003).Arab et bouchenak (2014) ont montré que les feuilles de *Pistacia* ont un meilleur rendement en composés phénoliques qui est presque l'équivalent du double du rendement en composés phénoliques des fruits, où les valeurs obtenues sont respectivement 116,49% et 61,34%.

D'après les résultats du dosage des phénols totaux, flavonoïdes et tannins on peut déduire que le contenu élevé des phénols n'a pas toujours accompagné par des teneurs élevées en flavonoïdes. Ces observations ont été aussi confirmées par Lizcano et al. (2010), qui ont étudié 19 plantes d'Amazone dont deux de la famille Anacardiaceae. Cela peut être interpréter par le non spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu pour les composés phénoliques (Gardeli et al., 2008; Ba et al., 2010).

IV.2. Activité antioxydante des extraits

Plusieurs méthodes ont été utilisées, dans des travaux précédents, pour déterminer l'activité antioxydant des plantes. Dans ce travail, nous avons utilisé le test du piégeage du radical DPPH pour évaluer l'activité antioxydant des différents extraits de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica*

IV.2.1. Activité antiradicalaire de *Pistacia lentiscus*

Tableau IV.1: Teneur en activité antiradicalaire de différentes parties étudiées de la plante *P.lentiscus**

Espèce	Extrait	Parties de la plante	Activité antiradicalaire (mg EqAG/gMS)
Pistacia Lentiscus	MeOH	Feuille	76.97± 1.97
		Pédoncule	80.73 ± 0.67
		Fruit non mature	80.10 ± 00
		Fruit mature	81.18 ±0.96
	Aqueux	Feuille	77.59 ± 2.82
		Pédoncule	81.31± 0.40
		Fruit non mature	80.73 ± 0.41
		Fruit mature	82.88 ± 0.41

Les résultats montrent que les extraits méthanolique ont teneurs légèrement variable selon l'organe dont l'activité antiradicalaire des fruits matures sont relativement élevée avec

la valeur de 81.18± 0.96 % par contre (80.73±0.67 %;80.10 ±0.00 %et 76.97± 1.97%) respectivement pour les organes suivant : pédoncule, fruit non mature et les feuilles.

Cependant, les extraits aqueux des pédoncule, fruits non mature et fruits mature possèdent une activité anti-radicalaire très élevée avec des teneur d'activité antiradicalaire des fruit mature, pédoncule, fruit non mature (82.88 ± 0.41 %; 81.31 ±0.40 %et 80.73 ±0.41 %) respectivement et qu'est légèrement supérieure à celle des feuilles avec de (76.97 ± 1.97µg/ml).

IV.2.2. Activité antiradicalaire de *Pistacia atlantica*

L'activité antiradicalaire de l'extrait méthanolique et aqueux obtenu à partir des différentes parties de *P.atlantica* (Tableau IV.2) .

Tableau IV.2: Teneur en activité antiradicalaire de différentes parties étudiées de la plante *P.atlantica*

Espèce	Extrait	Parties de la plante	Activité antiradicalaire (mgEqAG/gMS)
Pistacia Atla	MeOH	Feuille	78.31± 3.4
		Pédoncule	81.81± 0.67
		Fruit non mature	82.52± 0.70
		Fruit mature	82.38 ± 0.40
	Aqueux	Feuille	77.60 ± 2.49
		Pédoncule	81.81± 0.61
		Fruit non mature	82.97 ± 0.62
		Fruit mature	82.92 ±0.40

Les résultats montrent que les extraits méthanolique ont teneurs légèrement variable selon l'organe dont l'activité antiradicalaire des fruit mature sont relativement élevée avec la valeur de 82.52± 0.70 %par contre (82.92 ±0.4 %;,81.81 ±0.61 %et 77.60 ±2.49 %) respectivement pour les organes suivant : pédoncule, fruit non mature et les feuilles.

Cependant, les extraits aqueux des pédoncule, fruits non mature et fruits mature possèdent une activité antiradicalaire très élevée avec des teneur d'activité antiradicalaire des fruit mature, pédoncule, fruit non mature (82.97 ± 0.62 %; 82.92 ±0.4 %et 81.81 ±0.61 %) respectivement et qu'est légèrement supérieure à celle des feuilles avec de (77.60 ±2.60%).

Au vu des résultats obtenus, on constate que les extraits méthanolique et les extraits aqueux de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica* montrent des valeurs très proche.

Ces résultats ont prouvé une très bonne activité antioxydant dont le pourcentage de l'activité antiradicalaire atteint jusqu'à 82.97 %, ce qui montre que les extraits méthanolique et aqueux de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica* sont active vis-à-vis le DPPH*.

Discussion

Plusieurs méthodes ont été utilisées, dans des travaux précédents, pour déterminer l'activité antioxydant des plantes. Dans ce travail, nous avons utilisé le test du piégeage du radical DPPH pour évaluer l'activité antioxydant des différents extraits de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica*.

En parallèle, le pouvoir antioxydant est probablement dû aux composés phénoliques présents dans les parties des plantes, et qui sont connus comme substances antioxydants ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène **Kelly, K.K.,et al (2002).**

Ainsi, il peut différer selon la qualité des polyphenols y presents tel les flavonoïdes qui ont montrés des activités antioxydants.

Comparativement à la littérature, nos résultats sont plus élevés par rapport à l'étude réalisée par **Benhammou, N. (2006)** ont montré que l'huile essentielle des feuilles *Pistacia lentiscus* (Station de Ain Fezza) est parvenue une valeur d'IC50 est de l'ordre 15,63 mg/g. et celle trouvées par **Peksel A., Arisan I., et Yanardag R. (2013)**, qui ont montrent une activité de piégeage des radicaux des extraits aqueux de *Pistacia atlantica* Desf, est de 78.8% **Rached, W. (2009)** indique l'Activité antioxydants de l'extrait aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* à différentes saisons. Prélèvement en juin (2007) est de l'ordre l'IC50=4,472µg /ml, prélèvement en novembre (2007) IC50 égale 5,4 µg/ml, Janvier (2008) IC50 de l'ordre 4,035 µg/ml. En mois d'avril l'IC50 enregistré 5,626µg/ml. Selon **Rached, W. (2009)** Pour les huiles essentielles de feuilles l'IC50 est de 0,253 ± 0,131%. Étant donné que plusieurs recherches ont montrés que l'effet antioxydant des sources naturelles est lié à la présence des composés phénoliques.

L'extrait méthanolique et aqueux de deux plantes ont démontré la plus grande teneur en polyphénols et la meilleure activité dans ce test, laisse conclure que la forte activité antioxydante des extraits est dû à leur contenance en composés phénoliques.

D'après les résultats des expériences obtenues, il s'avère que malgré la différence des teneurs en phénols totaux entre les fruits mature et immatures n'est pas très importante, l'extrait aqueux des fruits mûrs possède des propriétés antioxydante supérieures à celles de l'extrait aqueux des fruits immatures et aussi meilleurs que l'acide ascorbique qui est un antioxydant puissant.

Nous pouvons expliquer ça par la teneur élevée en composés antioxydants exprimés en CAT, aussi par la nature des composés phénoliques qui existent dans cette partie et aussi par la période de récolte. Ce résultat est confirmé par **Ben Ahmed et al (2018)** où les teneurs en métabolites secondaires et les activités antioxydantes des feuilles sont influencées par le temps de récolte et l'endroit de croissance de cette plante. En plus, la nature du solvant est un facteur important pour extraire les composés phénoliques ce qui est confirmé par **Belyagoubi et al (2016)** sur cette plante.

Conclusion et perspective

Dans le cadre de la recherche dans le domaine phytochimique et l'utilisation de nouvelles formulations d'extraits naturels des plantes qui peuvent être utiles a certain époque , nous nous sommes intéressés à l'étude des composés chimique des extraits de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica* , Vue que nous avons pu observer et déduire la richesse de ces deux plantes en composé phénolique qui sont connus de leur activité antiradicalaire élevé ainsi l'activité antimicrobienne on peut diriger ces deux plante vers l'industrie biopesticide ainsi que l'industrie pharmaceutique.

A la fin de cette étude, on peut dire que vu l'existence et la disponibilité de cette plante médicinale au niveau du territoire nationale, l'utilisation de leurs extraits à l'échelle industrielle est possible et permet de mettre à la disposition de la chimie pharmaceutique des produits efficaces dans les traitements des maladies sans d'avoir des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement.

Notre étude sur restent préliminaires, il serait donc intéressant de poursuivre les investigations sur ces deux plantes, à savoir appliquer d'autres traitements seuls ou en association afin de :

- Réalisé d'autre étude de l'activité antimicrobienne in vivo, in vitro.
- Détermination de la composition chimique des extraits phénoliques.
- Evaluation d'autres activités biologiques des extraits

Références bibliographiques

- Abdelwahed, A., Bouhlel, I., Skamdrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guirand, P., Steiman, R.,Mariotte, A.M., Gherdia, K., Laporte, F., Dijoux, F., Ranca, M.G., and ChekirGhedira, L. (2007). Study of antimutagenic and antioxidant activities 1, 2, 3, 4, 6- pentagalloylgucose from Pistacia Lentiscus confirmation by microarray expression profiling. Chem. Biol. Inter. 165:1-13.
- Adams M., Plitzko I., Kaiser M., Brun R. et Hamburger M. (2009). HPLC-profiling for antiplasmodial compounds-3-Methoxycarpachromene from Pistacia atlantica. Phytochemistry Letters 2 :159-162.
- Aguilera-Carbo A., Augur C., Prado-Barragan L. A., Favela-Torres E., Aguilar C (2008) Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. Applied Microbiology and Biotechnology. 78: 189-199.
- Ansari,S.H., Nahida., Siddiqui, A.N. (2012) Pistacialentiscus: a review on phytochemistry and pharmacological properties. Int J Pharm Pharm Sci, 4, (4), pp. 16-20.
- Assimopoulou, A.N, Zlatanos, S.N. and Papageorgiou,V.P. (2005). Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates. Food Chemistry, 92: 721– 727.
- Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Debbache, N. et Atmani, D. (2009).Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. Food chemistry, 112: 303-309.
- Azazieh H, Saad B, Cooper E, Said O. Traditional Arabic and Islamic Medicine, a Re- emerging Health Aid. Evid Based Complement. Alternat Med 2008 Epub ahead of print
- 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.
- Batawita K., Kokon K., Akpagona K., Koumaglo K. et Bouchet P., 2002. Activité antifongique d'une espèce en voie de disparition de la flore togolaise: Conyza aegyptiaee. Cité par Akroum S (2006), mémoire de magister, université de Constantine: 58.
- Bayer, E., Buttler, K.P., Finkenzeller, X. and Grau, J. (1987). Guide de la flore méditerranéenne, caractéristiques, habitat, distribution et particularité de 536

espèces. La Martinière Groupe, p: 94.

- Belfadel, F.Z. (2009). Huile de fruits de Pistacia lentiscus Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire de magistère de l'université Mentouri Constantine.
- BELHADJ, S., 1999. Les pistacheraies Algériennes: État actuel et dégradation Cahiers options méditerranéennes. XIéme Colloque du Grempa sur le pistachier et l'amandier, 1-4
- BELLEBCIR Leila. Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales. Thèse de Magister. UNIVERSITE MENTOURI DE CONSTANTINE.2007/2008.
- Belyagoubi, L., Belyagoubi-Benhammou, N., Atik-Bekkara, F., Coustard, J.M. (2016). Effects of extraction solvents on phenolic content and antioxidant properties of Pistacia atlantica Desf fruits from Algeria. International Food Research Journal, 23(3): 948- 953.
- Ben Ahmed, Z., Yousfi, M., Viaene, J., Dejaegher, B., Demeyer, K., Mangelings, D,Heyden, Y, V .(2017)seasonal, gender and regional variations in total phenolic, flavonoid, and condensed tannins contents and in antioxidant properties from Pistacia atlantica ssp.
- Benhammou, N. (2006).Etude des activités antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et des composés phénolique de pistacia lentiscus, pistaciaatlatica etinula viscosa de la région de Tlemcen.Thèse de magister .université Aboubekr Belkaid, P : 85-95
- Benhammou, N., Atik Bekkara, F., Kadifkova Panovska, T. (2007). Antiradical capacity of the phenolic compounds of Pistacia lentiscus L and Pistacia atlantica Desf. Adv. Food Sci, 29 (3): 155-161.
- Benhammou, N., Atik Bekkara, F., Panovska, K.T. (2008) Antioxidant and antimicrobial activities of the Pistacia lentiscus and Pistacia atlantica extracts. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2: 022-028.
- BENHASSAINI H., "Importance agro-écologique et composition biochimique de quelques espèces de *Pistacia*", Thèse de magister, Université Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, 89p, 1998.

- Benhassaini H., Bendeddouche F.Z., Mehdadi Z. et Romane A (2008). GC/MS analysis of the essential oil from the oleoresin of Pistacia atlantica Desf. subsp. atlantica from Algeria. Chemistry of Natural Compounds 3: 929-932.
- BENHSSAINI H., BELKHODJA M. 2004. Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre la survie et disparition. La feuille et l'aiguille 54: 1-2.
- Benmahioul B., 2009. Amélioration de la micropropagation in vitro du pistachier (Pistacia vera L.) en vue de l'extension des vergers en Algérie. Thèse de Doctorat en Biotechnologie végétale, Université des Sciences et de la Technologie-Oran, 136p.
- Boizot N., Charpentier J.P (2006) Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le cahier des techniques de l'Inra : 79-82.
- Boudy P., 1955. Economie forestière Nord-Africaine, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie T. IV. Paris, Larose, 483p.
- Brousse, Jacques. 1979. Atlas des Arbustes, Arbrisseaux et Lianes de France et d'Europe occidentale. Bordas, 144.
- Brown J., Khodr H., Hider R., Rice-Evans C. (1998). Structural dependence of flavonoid interactions with Cu2+ ions: implications for their antioxidant properties. Biochemical Journal. 330: 1173-1178.
- Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 2ème édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.
- Castola,V., Bighelli,A. and Casanova, J. (2000) . Intraspecific chemical variability of the essential oil of Pistacia lentiscus L. from Corsica Biochemical Systematics and Ecology, 28: 79 88.
- Catherine Regnault-Roger &Abdelaziz Hamraoui. Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. Published online: 27 Apr 2013.p401-412
- Chaba B., Chraa O. et Khichane M., 1991. Physiologie des arbres et des arbustes en zones arides et semis arides. Germination, Morphologie.
- ChekirGhedira, L. (2007). Study of antimutagenic and antioxidant activities 1, 2, 3,

4, 6- pentagalloylgucose from Pistacia Lentiscus confirmation by microarray expression profiling. Chem. Biol. Inter. 165:1-13.

- Cheng J-C., Bo Zhou F-D., Yang L., Liu Z.L. (2007). Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure–activity relationship. Food Chemistry. 104: 132–139
- Cherif,A effet cicatrisants de produits à base d'huile de lentisque (Pistacia lentiscus. L) sur les brulures expérimentales chez le rat, Doctorat, université constantine 1, 2016.
- Chief R., 1982. Les plantes médicinales. Solor, 2276-2277.
- Chira K., Such J., Saucier C., Teissèdre L (2008). Les polyphénols du raisin. Ed : Spr inger 6 :75-82.
- Clifford M.N. (1999). Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington, DC, CRC Press, Boca Raton Florida. 41 (5): 393-397.
- Congiu, R., Falconieri, D., Bruno, M., Piras, A., Silvia, P. (2002). Extraction and isolation of Pistacia lentiscus L. Essential oil by supercritical CO2. Flavour and Fragrance J, 17(4), 239–244.
- Cos, P., Ying, L., Calomme, M., Hu, J. P., Cimangma, K., Poel, B.V., Pieters, L., Vlietinck, A. J. and Berghe, D.V. (1998). Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. J of National Product, 61:71-76.
- Cour des agents antimicrobiens. Univ Tlemcen. Chap6.P1
- Crozier A. (2003)
- D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C. et Masella R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. Annali-dellIstituto-Superiore-di- Sanità. 43(4) : 348-361.
- Daneshrad, A., Aynehchi, Y. Chemical studies of the oil from pistacia nuts growing wild in iran. J Am Oil Chem Soc 57, 248–249 (1980)
- Danglettere L. (2007). Apport des spectroscopies moléculaires à l'étude desmécanismes de fixation des ions métalliques polluants par les substances humiques. Complexationde Al(III), Pb(II) et Zn(II) par des systèmes modèles. Thèse de Doctorat. Lile. p. 316

- DEBBACHE M., 1998 - Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE.
- Delazar A., Reid R.G. et Sarker S.D. (2004). GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of Pistacia atlantica var. Mutica. Chemistry of Natural Compounds 40: 24-27.
- Delille, L. (2007). Les plantes médicinales d'Algérie. Berti. P: 147-148.
- Dixon A.A. & N.L. Paiva, 1995.- Stress-induced phenylpropanoid metabolism. The Plant Cell, 7, 1085-1097.
- Dixon A.A., M.J. Harrison & N.L. Paiva, 1995.- The isoflavonoid phytoalexin pathway : from enzymes to genes to transcription factors. Physiol. Plant., 93, 385-392.
- Djeridane, M. Yousfi, B. Nadjemi, D. Boutassouna, P.Stocker, N. Vidal(2006) : Food Chemistry. 97 (654-660.
- Dogan,Y., Baslar, S., Aydin,A. and Mert, A.H. (2003). A Study Of The Soil-Plant Interactions Of Pistacia Lentiscus L. Distributed In The Western Anatolian Part Of Turkey. Acta Bot. Croat. 62 (2), 73–88,
- Ebrahimzadeh, M.A., F. Pourmorad and S. Hafezi, 2008. Antioxidant activities of Iranian corn silk. Turk. J. Biol., 32: 43-49
- Fanny Bouton. Mise en évidence du potentiel allélopathique de la graminée Festuca paniculata dans les prairies subalpines. RAPPORT DE STAGE DE MASTER 1.
- G.Bensalem, L'huile de lentisque (Pistacia Lentiais.L)sans l'est Algérien caractéristique physico-chimique et composition en acide gras, Magister, université Constantine 1,France , 2015
- Garnier, G., Bézanger-Beauquesne, L. and Debraux, G. (1961). Ressources médicinales de la flore française. Edition, Vigot FrèresEditeurs, p: 665-666
- Grant, S., Joseph, J., Brophy, V.S., and Hobbs. (1990). Volatile Components of the Fruit of Pistacia Lentiscus. J of Food Science, 55 (5), 1325–1326.
- Grayer R.J. (1988) The anthocyanins. In: Harborne J.B. (eds) The Flavonoids. Springer, Boston .
- Halliwell B. (1994). Free radicals and antioxidants: A personal view. Nutrition Reviews. 52: 253-265.
- Hamia C.,Guergab A.,Rennane N.,Birache M.,Haddad M.,Saidi M.,et Yousfi

M.(2004) :influence des solvants sur le contenu en compsés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du rhanterium adpressium.Annales des sciences et technologie .Vol 6 N°1.

- Hammer K.A., Carson C.F. & Riley T.V., 1999.- Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, Journal of Applied Microbiology. 86: 985–990.
- *Harborne*, J.B., (*1967*) Comparative biochemistry of flavonoid. London, New York, Academic Press
- Harrington C., Wischik C. et al. (1994). Alzheimer's-disease-like changes in tau protein processing: association with aluminium accumulation in brains of renal dialysis patients. The Lancet. 343(8904): 993-997.
- Heim K.E., Tagliaferro A.R. et al. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. Journal of Nutritional Biochemistry. 13(10): 572-584.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie, 1: 3-6.
- Jean-Louis Guignard. 1996. - Abrégé de Biochimie végétale, Masson, Paris,
- Jovanovic S.V., Steenken S., Simic M.G., Hara Y. (1998). Antioxidant properties of flavonoids: reduction potentials and electron transfer reactions of flavonoid radicals. Biochemical and Biophysical Research Communications. 247: 60-64.
- Kelly, K.K., Meadows, S.M., Cripps, R.M. (2002). Drosophila MEF2 is a direct regulator of Actin57B transcription in cardiac, skeletal, and visceral muscle lineages. Mech. Dev. 110(1-2): 39--50.
- KHALDI A. & KHOUJA M.K. 1996 - Atlas pistachio (Pistacia atlantica Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. Genetic Resources. IPGRI, Rome, Italie, p 57-62.
- Kordali, S., Cakir, A., Zengin, H. et Duru, M.E. (2003). Antifungal activities of the leaves of three Pistacia species grown in Turkey. Fitoterapia, 74 :164–167.
- Lagha L., 1993. Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction chez l'espèce Pistacia atlantica. Mémoire d'ingénieur, INA, Alger, 96p.
- Lako J., Trenerry V.C., Wahlqvist M., Wattanapenpaibo N., Sotheeswaran S., Prem R. (2007): Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant

properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. Food Chemistry, 101: 1727–1741. Lee H.S.,

- Larouci A., 1987. Etude biochimique et physiologique des essences du pistachier de l'Atlas. Mémoire d'ingéniorat, USTHB Alger.
- Leaves. Pharmaceutical Biology, 55(1) : 1185–1194.
- *Leong*, L.P. and *Shui*, G. (*2002*) An Investigation of Antioxidant Capacity of Fruits in Singapore Markets. Food Chemistry, 76, 69-75.
- Leprieur, M. (1860). J de médecine, chirurgie et de pharmacie, 3éme volume, Publié par la société de science médicale et naturelle de bruscelles, p. 614 -615.
- 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. J of Ethnopharmacology, 100: 198–204.
- Luigia, L., Scardino, A., Vasapollo, G. (2007). Identification and quantification of anthocyanins in the berries of Pistacia lentiscus L., Phillyrea latifolia L. and Rubia peregrine Innovative Food Science And Emerging Technologies, 8 (3), 360- 364.
- Maha Hafsé., Kawtar Fikri Benbrahim1 , and Abdellah Farah2 . Enquête ethnobotanique sur l'utilisation de Pistacia lentiscus au Nord du MAROC (Taounate) International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 13 No. 4 Dec. 2015, pp. 864-872
- Maksimovic, M., Zouganelis, I., Chaufray, J.-Y., Issautier, K., Scime, E.E., Littleton, J.E., Marsch, E., McComas, D.J., Salem, C., Lin, R.P. and Elliott, H. (2005) : Radial evolution of the electron distribution functions in the fast solar wind between 0.3 and 1.5 AU. Journal of Geophysical Research 110: doi: 10.1029/2005JA011119. issn: 0148-0227.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition. 79: 727-747.
- Marques L., A. Fleuriet & J.J. Macheix, 1995.- Fruit polyphenol oxidases. New data on an old problem. In: Enzymatic browning and its prevention. Lee C.Y. et J.R. Whitaker (Eds), ACS Symposium Series 600, Washington, 90-102.
- Menki, N. (2011).GC/MS Chemical Analysis of Pistashialentiscus fatty oil from the north of Tunisia. International Journal of PharmTech Research , 3,(4),PP.2245-

2248.

- Milardovié S, Ivekovic D, Grabarié BS (2006) : A novel ampirometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. Bioelectrochemistry, 68: 175-180.
- Mokkadem, A. (1999). Cause de Dégradation des plantes médicinales et aromatiques 39;Algérie. Vie et Nature , 7, pp. 24–26.
- Molyneux, P. (2004) :The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26, 211-219.
- MONJAUZE, A., 1968 - Répartition et écologie de Pistacia atlantica DESF. en Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N. N° 56, pp 1–127.
- MonteiroM, FarahA, PerroneD, TrugoLC, DonangeloC. (2007). Chlorogenic acid compounds from coffee are differentially absorbed and metabolized inhumans. Journal of Nutrition.137: 2196-2201
- Monties B., Marine-Font A., Douillard, R. (1969). Propriétés spectroscopiques des polyphéenols. Ann Physiol Vég. 11(4): 313-339.
- Naczk, M. and Shahidi, F. (2004) Extraction and Analysis of Phenolics in Food. Journal of Chromatography, 1054, 95-111.
- Nagata T., Hayatsu M., Kosuge N. (1992). Identification of aluminium forms in tea leaves by Al NMR. Phytochemistry. 31(4), 1215-1218.
- Nshimiyimana D S and He Q. ,(2010) :Radical Scavenging capacity of Rwandan CTC tea Polyphenols Extracted Using Microwave Assisted Extraction .Pakistan Journal Of Nutrition .9(6) :589-593.
- Orgogozo et al., (1997): « Wine consumption and dementia in the elderly: A prospective community study in the Bordeaux area », ReNeurol., vol. 153,, p. 185-192).
- Orturno A., Baidez A., Gomey P. et Arenas M-C., 2005. Citrus perasidi and Citrus sinensis flavonoïds: Their influence in the defense mechanism against Penicillium digitatum, cité par Akroum S (2006). Thèse magister. Université de Constantine: 81 P
- OUKARA Fatma Zohra. MICRO-PROPAGATION DU PISTACHIER DE L'ATLAS

(Pistacia atlantica Desf), PAR L'EMBRYOGENESE SOMATIQUE ET ETUDE DU CARYOTYPE. Thèse de Magister. Univ Saad dahlab Blida .2017.p18

- Oyaizu, M. (1986) : Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japanese Journal of Nutrition, 44, 307–315.
- Ozenda P., 1977. Flore du Sahara, Edition CNRS.
- Paiva.Martins F., Gordon M.H. (2005). Interactions of ferric ions with olive oil phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(7): 2704-2709.
- Peksel A., Arisan I., et Yanardag R. (2013). Radical Scavenging and Anti acetylcholin-esterase Activities of Aqueous Extract of Wild Pistachio Leaves. Food Science and Biotechnology 22: 515-522.
- PESSONT et LOVEAUX, 1984 pollinisations et production végétales
- Quézel et Santa, 1963
- QUEZEL, P., & SANTA, S. (1963) :Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, France.
- R. Mghezzi Habellah1, S. Karoune2*, M.S.A. Kechebar2, H. Bounab1 (2016) Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'Acacia ehrenbergiana de la régionde Tindouf Journal Algérien des Régions Arides (JARA) N :3 ;27-34.
- Rached, W. (2009).évaluation du potentiel antioxydant de plantes médicinale et analyse phytochimique. Thèse de magister .Université d'Oran ES-sénia,p: 81.
- Ribereau-Gayon P. (1968 : Les composésphénoliques des végétaux. Ed. Dunod, Paris 254p
- Romani P, Pinelli C, Galardi N, Mulinacci M and Tattini (2002). Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of Pistacia Lentiscus L. Phytochem Anal. 13(2), 79-86.
- S Janakat, H Al-Merie - Journal of ethnopharmacology, 2002
- Salah Eddine LAOUINI. Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de Phoenix dactylifera L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Khider – Biskra.2014.
- Seigue A.,(1985) : La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edit.

Larousse. Paris P.

- Sellappan, S., Akoh,C. C., e Krewer, G. (2002) : Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2432 – 2438.
- Sikora F.J., McBride M.B. (1990). Aluminium complexation by protocatechuic and caffeic acids as determined by UV spectrophotometry. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 78-86.
- Singleton V L. ,Orthofer R. ,Lamuela-Raventos.R M(1999) :Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent .Methods Enzymol.299,152-178.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A., Simonic, M. and Knez, Z., (2005) :Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food. chem. 89: 191-198.
- SOMON E.,(1987) :Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. OPU Alger. P 03
- Stanley et al., « *Antioxidants and the Free Radical Theory of Degenerative Disease* », Alternative Medicine and Rehabilitation, 2003
- Tchamdja K.M.(1995), Etude de performance ;un extracteur artisanal pour la production ;essence de citronnelle. Mémoire;ingénieur des travaux biologiques, ESTBA,UB, 95 p.
- Teow CC, Truong VD, McFeeters RF, Thompson RL, Pecota KV, Yencho GC (2007) : Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chem 103: 829–838.
- Thygesen P.W., 1.8. Dry & S.P. Robinson, 1995.- Polyphenoloxidase in Potato. A multigene family that exhibits differential expression patterns. Plant Physiol., 109, 525-531.
- Topçu G., Ay M., Bilici A., Sarıkurkcu C., Ozturk M. et Ulubelen A. (2007). A new flavones from antioxidant extracts of Pistacia terebinthus. Journal of Agricultural and Food Chemistry 103: 816–822.
- Trabelsi, H., Olfa, A., Cherif, F., Sakouhi, P.V., Justin, R., Nathalie, B., and Paul, (2011). Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit of Pistacia lentiscus L. growing wild in Tunisia. Food Chemistry. Epub.
- UNIVERSITE JOSEPH FOURIER – UFR DE BIOLOGIE.2005

- Yoshino M., Murakami K. (1998). Interaction of iron with polyphenolic compounds: application to antioxidant characterization. Analytical Biochemistry. 257(1): 40-44.
- Yousfi M., Djeridane A., Bombarda I., Hamia C., Duhem B. et Gaydou E. M. (2009). Isolation and characterization of a new hispolone derivative from antioxidant Extracts of Pistacia atlantica. Phytotherapy Research 23: 1237-1242
- Yousfi M., Nedjemi B., Belal R. et Benbertal D. (2005). Étude des acides gras d'huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien. Electronic Journal of Oncology 10: 425-427.
- Zhao X., Sun H., Hou A., Zhao Q., Wei T. et Xin W. (2005). Antioxidant properties of two gallotannins isolated from the leaves of Pistacia. Biochimica et Biophysica Acta 1725: 103- 110.
- ZOHARY M., 1952- A monographical study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series 5, pp187-228.

- ZOHARY M., 1952- A monographical study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series 5, pp187-228.

Sites Web

- https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/allelopathie
- https://ecologie.ma/pistachier-de-latlas/
- https://fineartamerica.com/featured/mastic-tree-pistacia-lentiscus-varchia-bob gibbons.html
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavono%C3%AFde
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia_lentiscus
- https://jardin-secrets.com/pistachier-de-l-atlas.html
- https://www.florealpes.com/fiche_pistachialentiscus.php?zoomphotod=4&PHPSESSID= 007e613d5439c0b2945d31d8492e8918
- https://www.mindenpictures.com/search/preview/atlantic- pistachio-pistacia-atlantica-leaf-and-fruit-jordan/0_80031263.html
- https://www.nutranews.org/sujet.pl?id=58&langue_id=5
- https://www.researchgate.net/figure/Voie-de-biosynthese-des-flavonoides-Gerhard-1993_fig6_284726906
- https://www.semanticscholar.org/paper/Polyph%C3%A9nols-de-l%27alimentation-

Annexes

Annexe n°01

Tableau III.1: Matériel utilisé lors l'expérimentation

Appareillage	Verrerie	Réactifs
Étuve Rotavapeur Broyeur électrique Centrifugeuse Agitateur Balance de précision	Papier aluminium Disque en papier Béchers Fiole Spatule Erlenmeyer de 1000 ml et de 500 ml Etiquettes Passoire Compresse stérile Assiette Place alvéole Entonnoir Papier filtre	Méthanol Eau de javel Eau distillai

Tableau III.2 : Appareillage

Désignation	Illustraion	Désignation	Illustraion
Broyeur électrique		Étuve	

Balance électrique		Agitateur	
Centrifugeuse		Rotavapor	

Annexe n°02

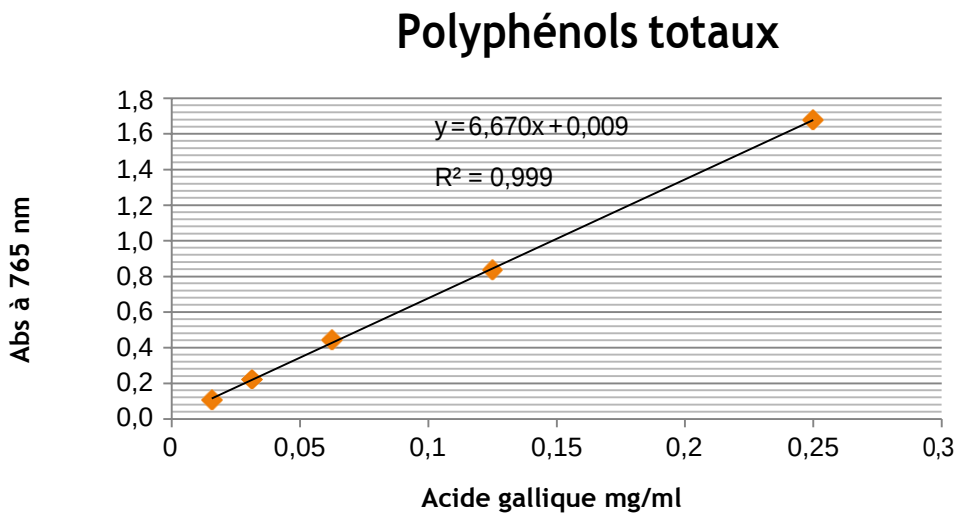


Figure IV.13. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Annexe n°03

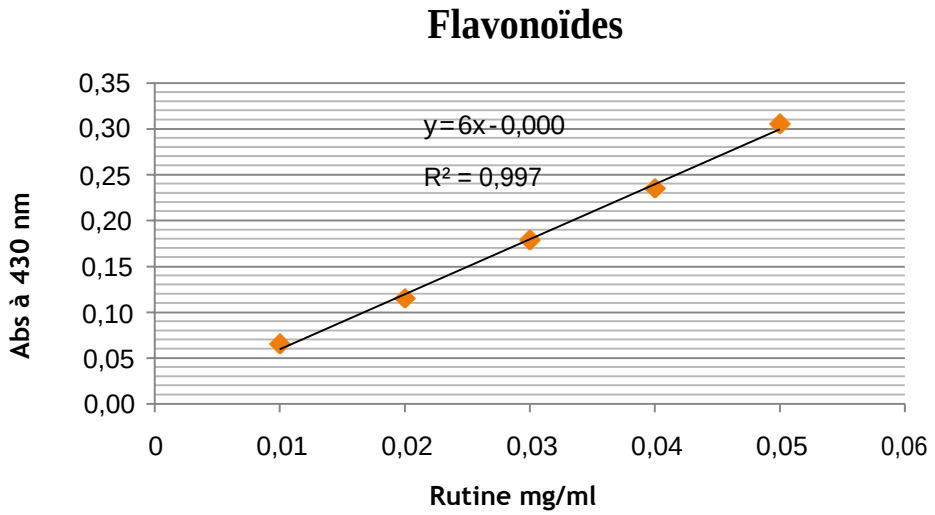


Figure IV.14. Courbe d'étalonnage rutine