



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : **Biologie**

Spécialité : **Biochimie Appliquée**

Présentée par : **M. KADJOUT Djamel**

Thème

Activités biologiques de quelques plantes de la famille des Apiacées

Soutenu le,

Devant le Jury :

BEGHALIA Mohamed	Président	Prof.	Univ-Tissemsilt
HALLAL Nouria	Encadreur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
BENSADI Nawal	Examinatrice	M.A.A.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Je voudrais d'abord remercier le bon Dieu de m'avoir donné la santé, la volonté, la foi et le courage de faire ce travail.

*Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements et ma sincère gratitude à ma promotrice, **Mlle HALLAL Nouria**, qui, à sa manière, a su conseiller et orienter tout au long de la réalisation de ce travail.*

Je remercie chaleureusement les membres de ce jury :

*Monsieur le Président du jury, **BEGHALIA Mohamed**, je suis très honoré que vous ayez accepté de présider le jury de ce mémoire. Vous trouverez ici les expressions de mes sincères remerciements et l'affirmation de ma plus profonde gratitude.*

*Madame **BENSADI Nawal** merci d'avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt que vous portez à notre travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer, nous vous remercions vivement d'avoir accepté d'examiner notre travail, nous vous sommes très reconnaissantes.*

*Je remercie monsieur **Mohamed LAJER**, Ingénieur de laboratoire dans la faculté des sciences et de la technologie de l'Université de Tissemsilt, pour sa générosité et son soutien.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à mademoiselle **BOUHENNI Hasna** doctorante dans le laboratoire de microbiologie à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, pour son aide et son soutien.*

Merci à ma famille qui m'a soutenu et m'a aidé à surmonter n'importe quelle difficulté.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

*A mes très chers parents qui ont su me donner toutes les
chances pour réussir.*

A mes frères et ma belle-sœur.

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

Djamel

Liste des tableaux

Tableau n° 01 :	Répartition mondiale des genres des Apiacées.....	06
Tableau n° 02 :	Description botanique des espèces de la famille des Apiacées.....	08
Tableau n° 03 :	Utilisation traditionnel, Activités biologiques et pharmacologiques des espèces de la famille des Apiacées.	12
Tableau n° 04 :	La sensibilité des souches vis-à-vis des extraits.....	27
Tableau n° 05 :	Tableau récapitulatif regroupant les rendements des différents extraits.....	29
Tableau n° 06 :	Rendement des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation.....	30
Tableau n° 07 :	Teneurs en phénols totaux dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.....	31
Tableau n° 08 :	Teneurs en flavonoïde dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.....	32
Tableau n° 09 :	Teneurs en tanins condensés dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.....	34
Tableau n° 10 :	Teneurs en tanins hydrolysables dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.	36
Tableau n° 11 :	L'activité antioxydante d'huile essentielle et les extraits organique (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux des graines de fenouil.....	37
Tableau n° 12 :	Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de Foeniculum et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance d'Escherichia coli.....	42
Tableau n° 13:	Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de Foeniculum et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance de S. aureus.....	42
Tableau n° 14 :	Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de Foeniculum et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance de Pseudomonas aeruginosa.....	43

Liste des figures

Figure 01 :	Répartition géographique mondiale des Apiaceae.....	06
Figure 02 :	Représentation photographique de différentes parties de plante de fenouil (a) plante entière, (b) fleurs, (c) bulbe, (d) graines.....	16
Figure 03 :	Photographie des Graines de F. vulgare	21
Figure 04 :	Etapes de traitement des graines de F. vulgare.....	21
Figure 05 :	Appareillage type Clevenger.....	23
Figure 06 :	Histogramme du rendement de l'extraction.....	29
Figure 07 :	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	30
Figure 08 :	Histogramme de dosage des polyphénols.....	31
Figure 09 :	Courbe d'étalonnage du Quercitine.....	32
Figure 10 :	Histogramme de dosage de flavonoïdes.....	33
Figure 11 :	Courbe d'étalonnage du Catechol.....	34
Figure 12 :	Histogramme de dosage tanins condensés.....	35
Figure 13 :	Courbe d'étalonnage d'acide Tanique.....	35
Figure 14 :	Histogramme de dosage tanins hydrolysables	36
Figure 15 :	Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de Foeniculum sur la croissance d'Escherichia Coli.....	38
Figure 16 :	Effet d'extrait organique et solvant « méthanol » des graines de Foeniculum sur la croissance d'Escherichia Coli.....	38
Figure 17 :	Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique « Gentamicine » .des graines de Foeniculum sur la croissance d'Escherichia Coli.....	39
Figure 18 :	Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de Foeniculum sur la croissance de S.aureus.....	39
Figure 19 :	Effet d'extrait organique et solvants « méthanolique » des graines de Foeniculum sur la croissance S.aureus.....	40
Figure 20 :	Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique « Gentamicine » des graines de Foeniculum sur la croissance S.aureus.....	40
Figure 21 :	Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de Foeniculum sur la croissance de Pseudomonas aeruginosa.....	41
Figure 22 :	Effet d'extrait organique et solvants « méthanolique » des graines de	

Foeniculum sur la croissance *Pseudomonas aeruginosa*..... 41

Figure 23 : Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique

«Gentamicine» des graines de *Foeniculum* sur la croissance *Pseudomonas aeruginosa*..... 42

Liste d'abréviations

% : Pourcentage

°C : degrés Celsius

AlCl₃ : chlorure d'aluminium

D : Diamètre

DPPH: 2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl

FeCl₃ : Chlorure de fer

g : gramme

h : Heure

Hcl : acide chlorohydrique

mg : milligramme

min : minute

ml : millilitre

mm : millimètre

nm : nanomètre

OH : groupement hydroxyle

µg : microgramme

µl : microlitre

TABLE DES MATIERES

Remerciement

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction 01

Partie bibliographique

Chapitre I : La famille des Apiacées

I.1 Historique	05
I.2 Classification de la famille des Apiacées.....	05
I.3 Distribution	05
I.4 Caractéristiques botaniques et particularités morphologiques.....	06
I.5 Utilisations traditionnelles	11
I.6 Activités biologiques et pharmacologiques	11

Chapitre II : Activité biologique de la *Foeniculum vulgare*

II.1 Généralité.....	15
II.2 Taxonomie	15
II.3 Caractéristiques botaniques et particularités morphologiques.....	15
II.4 Habitat et répartition géographique.....	16
II.5 Utilisations traditionnelles	16
II.6 Phytochimie du fenouil	17
II.6.1 Huiles essentiels	17
II.6.2 Autres constituants	17
II.7 Activités biologiques et pharmacologiques.....	17

Partie Expérimentale

Chapitre III: Matériels et méthodes

III.1 Matériel végétal.....	21
III.1.1 Traitement du matériel végétal	21
III.2 Réparation des extraits des graines de <i>Foeniculum</i>	22
III.2.1 Extraits organiques	22
III.2.2 Extraits aqueux	22
III.2.3 L'extraction d'huile essentielle	22
III.2.3.1 Conditions opératoire d'hydrodistillation	22
III.2.3.2 Calcule du rendement de l'hydrodistillation	23
III.3 Analyses quantitatives des extraits	24
III.3.1 Dosage des polyphénols	24
III.3.2 Dosage des flavonoïdes	24
III.3.3 Dosage des tanins.....	25
III.4 Evaluation de l'activité antioxydante.....	26
III.5 Activité antibactérienne.....	26

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1 Résultats d'étude quantitative	29
IV.1.1 Détermination du rendement	29
IV.1.2 Dosage des composés phénoliques totaux.....	30
IV.1.3 Dosage des flavonoïdes	32
IV.1.4 Dosage des tanins.....	33
IV.1.4.1 Tanins condensés	33
IV.1.4.2 Tanins hydrolysables	35
IV.2 Activités biologiques.....	37
IV.2.1 Activité antioxydante.....	37
IV.2.2 Activité antibactérienne	38
Conclusion.....	46
Bibliographie	
Résumé	

Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme n'a cessé de chercher à subvenir à ses besoins en puisant dans la nature qui lui assure non seulement ses besoins nutritionnels et vestimentaires mais également médicamenteux (**Boutaghane, 2013**).

A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales dans l'optique de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé humaines (**Benhammou, 2012**).

De nos jours, et malgré le développement de la chimie de synthèse, l'utilisation des plantes médicinales a conservé une large place du fait de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques. Elles constituent un groupe numérique vaste et contiennent des composants actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies. Outre leur utilisation comme remède direct, on les emploie aussi dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (**Volak & Stodola, 1984**).

Avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, l'Algérie est le plus grand pays du littoral méditerranéen. Il est célèbre pour sa diversité de plantes médicinales et aromatiques et leurs diverses utilisations populaires à travers le pays (**Mokkadem, 2004**).

L'exploration des plantes médicinales en Algérie, actuellement en cours dans différents laboratoires, est consacrée exclusivement à la famille des Apiacées largement utilisée, d'une part, à des fins nutritionnelles et d'autre part, en médecine traditionnelle pour traiter certaines maladies.

Ce mémoire s'intéresse à une famille de plantes autrefois appelée Ombellifères en référence à leur inflorescence en forme d'ombelles et qui est aujourd'hui nommée Apiacées.

La famille des Apiaceae, est une famille de plantes dicotylédones relativement homogène, caractérisée notamment par son inflorescence typique, l'ombelle (**Lakhdar, 2011**). Il s'agit de plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives (**Dupont et Guignard, 2012**).

Dans le but de contribuer à la sauvegarde du patrimoine lié à l'utilisation des plantes spontanées, je me suis fixé comme objectif dans ce travail, de valoriser une de ces plantes. Mon travail vise à vérifier l'activité antioxydante de l'extrait et l'huile essentielle extraite des graines de fenouil (*Foeniculum vulgare*), et tester leurs efficacités antibactériennes.

Mon travail sera donc réparti en quatre parties :

- La première partie passe en revue les généralités sur la famille des Apiacées et l'activité biologique du *Foeniculum vulgare*.
- La deuxième partie concerne la description du matériel et des méthodes utilisées.
- La troisième partie est consacrée à l'interprétation et la discussion des résultats.
- Et enfin une conclusion générale et des perspectives viendront clôturer notre travail.

Partie

Bibliographique

Chapitre I

La famille des Apiacées

I.1 Historique

Les Apiaceae anciennement appelées Umbellifères, étaient déjà connues des anciennes civilisations chinoise et indienne du Mexique, ainsi que des Grecs et des Romains. Elles semblent être la première famille de plantes à fleurs reconnue en tant que telle par les botanistes vers la fin du XVI^e siècle. Ce fut aussi le premier groupe de plantes faisant l'objet d'une étude systématique publiée par Robert Morison en 1672 (**Heywood et al., 1996**).

I.2 Classification de la famille des Apiacées

Selon la classification de **Cronquist (1981)**, le système de localisation de la famille est le suivant

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae (L.).

I.3 Distribution

Les Apiacées anciennement appelées Umbellifères, comprennent environ 3000 espèces se répartissant dans toutes les régions tempérées du monde, mais surtout dans l'hémisphère Nord (**Filliat, 2012**) (**Figure 01**).

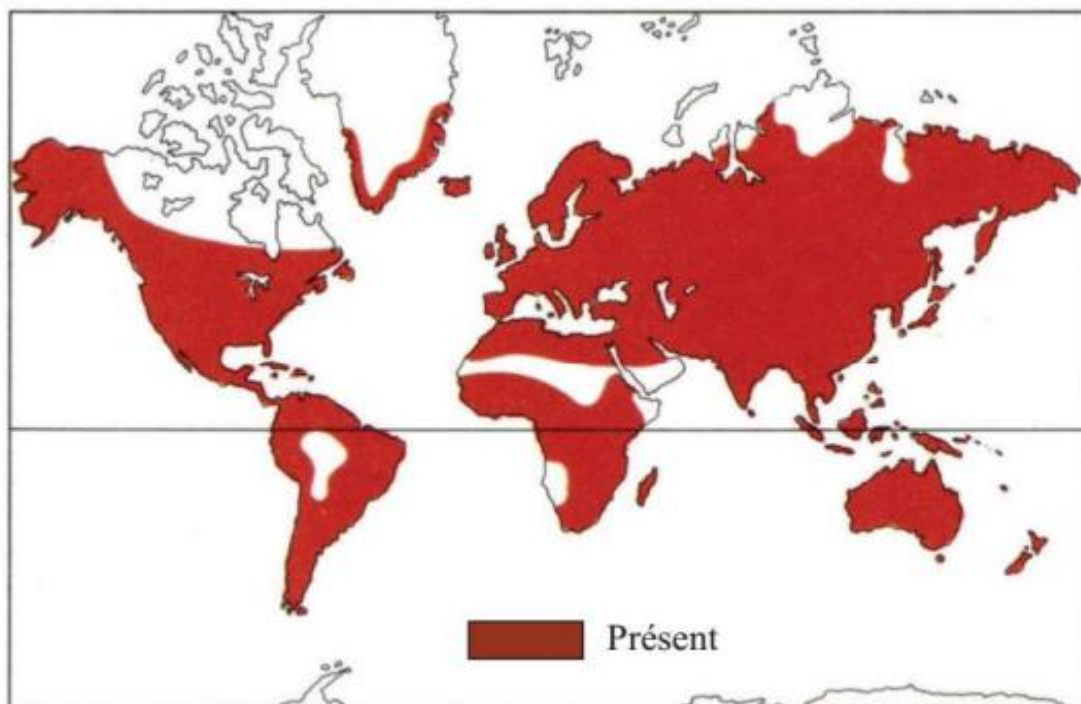


Figure 01 : Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Iakhdar, 2011).

Tableau 1 : Répartition mondiale des genres des Apiaceae (Ebrahimzadeh et al., 2009).

Continent	Genres	Genres Endémiques
Afrique	126	50
Amérique	197	52
Asie	265	159
Australie	36	11
Europe	139	29

La famille des Apiacées occupe une importante place dans la flore algérienne car elle est représentée par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces (Quezel et Santa, 1963).

I.4 Caractéristiques botaniques et particularités morphologiques

Les ombellifères sont une famille relativement homogène de plantes dicotylédones, qui se caractérise surtout par ses ombelles d'inflorescence typiques. Il n'y a qu'une seule espèce d'importance économique alimentaire importante, à savoir les carottes ; certaines

fournissent des condiments populaires, et certaines sont vénéneuses, comme la pruche (**Lakhdar, 2011**).

Il s'agit de plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives. La tige est souvent creuse par résorption de la moelle. Certaines ont une racine tuberculeuse (carottes) ou même un véritable tubercule, Certaines possèdent un rhizome (angéliques) (**Dupont et Guignard, 2012**).

Feuilles, alternées, de composition différente ou de bouture, rarement au niveau des nœuds dans toute la gaine, ombelles simples ou le plus souvent composées d'ombelles, les fleurs sont blanches, ou moins communes, jaunes, vertes ou roses, totales Est-ce la réduction de taille. . En général actinomorphes et épigynes, les fleurs sont hermaphrodites (**Chaker, 2010**).

Elles comportent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux logs (**Coste et Flahoult 1998**). Le Fruit est un schizocarpe à deux méricarpes cylindriques ou aplaties avec une Graine à tégument très mince, un armen charnu, huileux et un très petitembryon droit à cotylédons inégaux (**Chaker, 2010**).

Les Apiacées possèdent un système de canaux sécréteurs schizogènes dans tous les organes libérant des monoterpènes, caractérisant l'odeur de la famille. Elles continnent également des oléorésines et des alcaloïdes (**Laouer, 2004**).

Tableau 2 : Description botanique des espèces de la famille des Apiacees.

Espèce	Nom commun	Nom vernaculaire	Description botanique
<i>Ammi majus</i> L.	Ammi	Tlillane	Est une plante herbacée annuelle pouvant atteindre 90 cm de haut et dont la tige est striée. Les fruits isolés et allongés sont de petits akènes. Cette plante médicinale dans les régions méditerranéennes se rencontre notamment en Egypte (Catherine, 1991).
<i>Ammi visnaga</i> L.	Khella	Bachnikha	C'est une plante annuelle ou bisannuelle, qui pousse généralement au printemps (Jaradat et al., 2015), et peut atteindre environ 120 cm de hauteur (Amira, & Doha, 2015). Elle possède des feuilles alternes et basales, sessiles et courtes en pétioles (vers le bas) (Bishr et al., 2014). Ses tiges sont rameuses, robustes, au sommet, entièrement couvertes d'un feuillage (Bishr et al., 2014). L'inflorescence est une ombelle composée des fleurs blanches très gonflées à la base, qui se combinent pour former un large parapluie (Keddad et al., 2016). Porte des fruits ovoïdes, contracté par deux méricarpes (d'environ 3 mm de longueur), ces derniers privilégiés par une couleur brun-vert avec une nuance violette et portent des graines ovales, minuscules (environ 2 mm de long) (Meepagala et al., 2016).
<i>Carum carvi</i> L.	Carvi	Karwiya	Le Carvi ou Cumin des prés est une plante herbacée bisannuelle, de 50 à 75 cm de hauteur, cultivée pour ses feuilles et surtout ses graines. Les graines représentent la partie utilisée comme épice. Elles sont arquées légèrement, de couleur jaune. C'est une plante proche du Fenouil, de l'Anis et de l'Aneth (Chevallier, 1997).
<i>Conium maculatum</i> L.	Grande ciguë	Kajkaja	Grande plante annuelle, de 50 cm à 2 m. Tiges creuses, tachées de rouge pourpré. La plante dégage une odeur désagréable lorsqu'on l'écrase, feuilles 2-5 fois pennées, incisées ; fleurs blanches en grande ombelle (Schauenberg et Paris, 1977).
<i>Apium graveolens</i> L.	Ache	Krafés	Apiacée bisannuelle, d'environ 60 cm de hauteur, très rameuse, cultivée de longue date, à tige

			fortement sillonnée, à feuilles coriaces, luisantes, les folioles sont rhombiques fréquemment réduites à 3 segments plus ou moins lobés et dentés. Les petites fleurs blanchâtres groupées en ombelles doubles s'épanouissent de juillet à septembre. Les fruits globuleux, très aromatiques, apparaissent sur les tiges les plus robustes (Wichtl et Anton, 2003).
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Coriandre	Kasbour	C'est une plante annuelle, glabre et luisante, à odeur fétide, possédant des tiges dressées, grêles, striées, ramifiées hautes de 20 à 60 cm. Les feuilles inférieures sont découpées à segments ovales en coin incisés dentés, les supérieures très découpées en lanières fines, linéaires et aigues. Les fleurs blanches lavées de rose sont de deux sortes. Les unes larges de 6 à 8 mm, avec des pétales en cœur très inégaux, ce sont celles de la périphérie. Les autres, plus centrales dans les ombelles, sont beaucoup plus petites à pétales égaux. Enfin seul de toutes les ombellifères, les fruits, représentent de petites sphères très régulières de 2 à 5 mm diamètres (Beloued, 2005).
<i>Cuminum cyminum</i> L.	Cumin	Kamoun	Le Cumin est une petite plante herbacée, d'une hauteur de 30 cm (Larousse, 2001), à feuilles parfumées, finement divisées. Il possède des petites fleurs blanches ou roses disposées en ombelles et fleurissent en été (Bremness, 2002).
<i>Daucus carota</i> L.	Carotte	Zroudia	La carotte est plus ou moins allongée ou trapue, selon les variétés. Sa couleur peut être orangée, blanche, jaune, rouge, pourpre ou noire. C'est une racine longue, pivotante et charnue (Renaud, 2003).
<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Fenouil	Besbès	C'est une plante bisannuelle herbacée et vivace peut pousser jusqu'à 2,5 m de hauteur avec des tiges creuses. Les feuilles sont constituées de trois à quatre folioles réparties en lanières filiformes d'environ 0,5 mm de large. Les fleurs jaunes se présentent en ombelles. Le fruit est une graine sèche 4-10 mm de long (Rather, et al., 1997).
<i>Petroselinum crispum</i>	Hoffman Persil	Maâdnous	Le Persil est une plante bisannuelle fragile, à racine pivotante. Ses tige sont cylindriques finement striées dans le sens de la longueur et très divisées. Les fleurs de couleur blanc verdâtre

			<p>sont réunies en ombelles à 2-12 rayons. Le fruit, gris verdâtre à gris brun est un diakène côtelé (Quezel et Santa, 1963).</p>
<i>Pimpinella anisum</i> L.	Anis vert	Habat hlawa	<p>Plante vivace lorsque les conditions climatiques le permettent, pouvant atteindre plus de 1m de haut. En été, elle n'est représentée que par une rigide tige creuse. Les feuilles sont à division allongées, et droite. Les fleurs vertes, à pétales larges portent des poils sur les nervures dorsales. Les fruits ovales, à sommets pointus sont portés par des pédoncules plus courts qu'eux (Chehema, 2006).</p>
<i>Ridolfia segetum</i> L.	Aneth des moissons	Slilô	<p>Plante annuelle à tige dressée de 30-80 cm. Ses feuilles sont tripennatisées à division filiforme. Ses ombelles à nombreux rayons sont très inégaux. Elle se caractérise par l'absence d'involucre et d'involucelle. Ses fleurs sont de couleur jaune ; ses fruits oblongs de 2 mm sont brunâtres et presque lisses. Cette plante se trouve à travers toute l'Algérie (Quezel et Santa, 1963).</p>

I.5 Utilisations traditionnelles

La famille des Apiacées (Apiaceae), anciennement Ombellifères (Umbelliferae), regroupe de nombreuses espèces de plantes dont certaines sont comestibles (carotte, fenouil...) et d'autres sont toxiques (ciguë) (**Chahrazed ESSEID Epouse, 2018**).

I.6 Activités biologiques et pharmacologiques

La médecine traditionnelle reconnaît à plusieurs espèces de la famille des Apiacées des vertus thérapeutiques certaines. Elles sont utilisées pour leurs activités anti-inflammatoires (**Pellecuer et al., 1980 ; Kordali et al., 2008**), antimicrobiennes (**Koch et al., 2008 ; Monzote et al., 2007**), antifongiques (**Karbach et al., 2007 ; Isman, 2000**), analgésiques (**Hajhashemi et al., 2003**), antibactériennes (**Tung et al., 2008**), anticonvulsivante (**Silva et al., 2003 ; Menezes et al., 2007**), antirhumatismale (**Peana et al., 2006**), antioxydante (**Socorro et al., 2002**), antitumorale (**Sadraei et al., 2003 ; Jang et al., 2007**), cytotoxique (**Wang et al., 2008 ; Lopes-Lutz et al., 2008**), et des propriétés chimiopréventives (**Prieto et al., 2007**), qui sont attribuées à différentes substances.

Tableau 3 : Utilisation traditionnel, Activités biologiques et pharmacologiques des espèces de la famille des Apiacées.

Espèce	Partie de la plante	Préparation, voie	Utilisations traditionnelles	Activités biologiques et pharmacologiques
<i>Ammi majus</i> L.	Fruits	Poudre, Usage externe.	Traitement du psoriasis (Shun-ichi et al., 1976). Utilisé contre le traitement du vitiligo (Bellakhdar, 1997).	
<i>Ammi visnaga</i> L.	Fruits	Décoction, voie orale	problèmes digestifs (Kadri et al., 2018) Traiter l'Asthme et les calculs rénaux (Stein, Mehmet, 2004). Traiter le psoriasis (Molino, 2005).	Spasmodique (Stein, Mehmet, 2004) Diurétique (Molino, 2005)
<i>Carum carvi</i> L.	Graines	Infusion	problèmes respiratoires affections de l'appareil génital féminin (Zeguerrou et al., 2010).	Carminatif. (Terniche et Tahanout, 2018). Eupeptique et stomachique, antimicrobien (Paloma, 2012).
<i>Conium maculatum</i> L.	Fleur et fruit	Infusion, Voie orale		Antispasmodique et sédatif à faible dose (Djarri, 2011).
<i>Apium graveolens</i> L.	Feuilles, tiges, racines et graines	Infusion, décoction, comme légumes en cuisine (cru ou cuit), jus, voie orale	Hypertension artérielle, calculs rénaux et biliaires, rhumatisme et arthrite. (Lazli et al., 2018) p34	Carminative, antispasmodique, diurétique (Bouzabata, 2015).
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Feuilles graines	Infusion, Décoction, voie orale	Digestion difficile, douleurs d'estomac (Lazli et al., 2018) Obésité, alzheimer, rhume. (Terniche et Tahanout, 2018).	Antimicrobien (Nazrul Islam Bhuiyan et al., 2009). Antioxydant, Antidiabétique et anticancéreux (Chithra et Leelamma, 2000). Antispasmodique et vermifuge (Beloued, 2005).

<i>Cuminum cyminum</i> L.	Graines	Poudre Décoction, voie orale.	utilisé pour soulager les troubles menstruels (Paloma, 2012) Colopathie, amaigrissement, fièvre, insomnie, retard de croissance, fortifiant, carminatif. (Terniche et Tahanout, 2018).	antioxydant, antimicrobien, et diurétiques (Dhandapani et al., 2002). Eupeptique, stomachique, et carminatif (Paloma, 2012)
<i>Daucus carota</i> L.	Racines	Cuites ou Crues Voie orale, usage externe	Douleur et eczémas, maux d'estomac (Latreche, et Sadoudi, 2017). anémie, augmente la fertilité. (Terniche et Tahanout, 2018).	antibactérien et antifongique (Staniszewska et Kula, 2001).
<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Racines Graines	Décoction, Infusion, voie orale.	utiliser contre la diarrhée, les gaz intestinaux, utile pour les maladies de colon (Sadallah, et Laidi, 2018).	toniques, digestives, carminatives, diurétiques, antispasmodiques, anti- inflammatoires (Aouadhi, 2010). Antimicrobien (Rahimi et Ardekani, 2013)
<i>Petroselinum crispum</i>	Feuilles Graines	Infusion voie orale, usage externe.	Troubles digestifs, menstruels, utilisé contre les poux et les taches de rousseurs (Baba Aissa, 1999).	Diurétique, spasmolytique, ocytocique et apéritif (Baba Aissa, 1999).
<i>Pimpinella anisum</i> L.	Fruits	Infusion voie orale.	réduire les flatulences, les ballonnements et facilite la digestion, utiliser en cas d'asthme, de coqueluche et de bronchite. (Aouadhi, 2010).	Effet stomachique, carminative, diurétique, béchique (surtout les toux grasses), antibactérienne, antispasmodique (Aouadhi, 2010).
<i>Ridolfia segetum</i> L.	Graines	Infusion, Voie orale	Empêche la constipation, les gaz, les infections respiratoires et les toux (Adamou, 2012).	

Chapitre II

Activité biologique de la *Foeniculum vulgare*

II.1 Généralité

Fenouil (*Foeniculum vulgare*) est une plante médicinale et aromatique appartenant à la famille des ombellifères (Apiaceae), connu et utilisé par les humains depuis l'Antiquité. Il a été cultivé dans tous les pays entourant la mer Méditerranée en raison de sa saveur. Le regain d'intérêt dans le produit naturel plutôt que des agents synthétiques a de nouveau attiré l'attention sur les plantes comme source de composés aromatiques (Oktay, et al., 2003).

II.2 Taxonomie

Actuellement, il existe une seule espèce du genre *Foeniculum*, *Foeniculum vulgare* (Miller) ou *Foeniculum officinale*. Cette espèce appartient à la classification suivante (Paloma, 2012):

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Subdivision : Spermatophytina

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Sous classe : Rosidae

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : *Foeniculum*

Espèce : *F. vulgare*

Nom vernaculaire en Algérie : Besbes

Nom usuel français : Fenouil commun, fenouil des vignes, aneth doux, fenouil de Florence.

II.3 Caractéristiques botaniques et particularités morphologiques

Plante herbacée annuelle ou pérenne pouvant atteindre plus de 2.5 m de hauteur et à longue racine fuselée. Les tiges cylindriques portent des feuilles alternes et pétiolées à la base, le pétiole étant alors pourvu d'une gaine très développée, charnue et sucrée ; les feuilles supérieures sont sessiles, glabres, découpées en lanières filiformes et très allongées, d'où un aspect aérien et plumeux (Teuscher, 2005).

Les fleurs sont régulières, radiales, à 5 sépales formant un bourrelet, 5 pétales jaunes verdâtres tronquées et roulées vers l'intérieur, 5 étamines, 2 stylets courts et 1 ovaire infère divisé en 2 loges (Teuscher et al., 2005).

Le fruit est une graine sèche de 4 à 10 mm, vert jaunâtre et parqué de 5 côtes (**Rather et al., 2012**). (**Figure 01**)

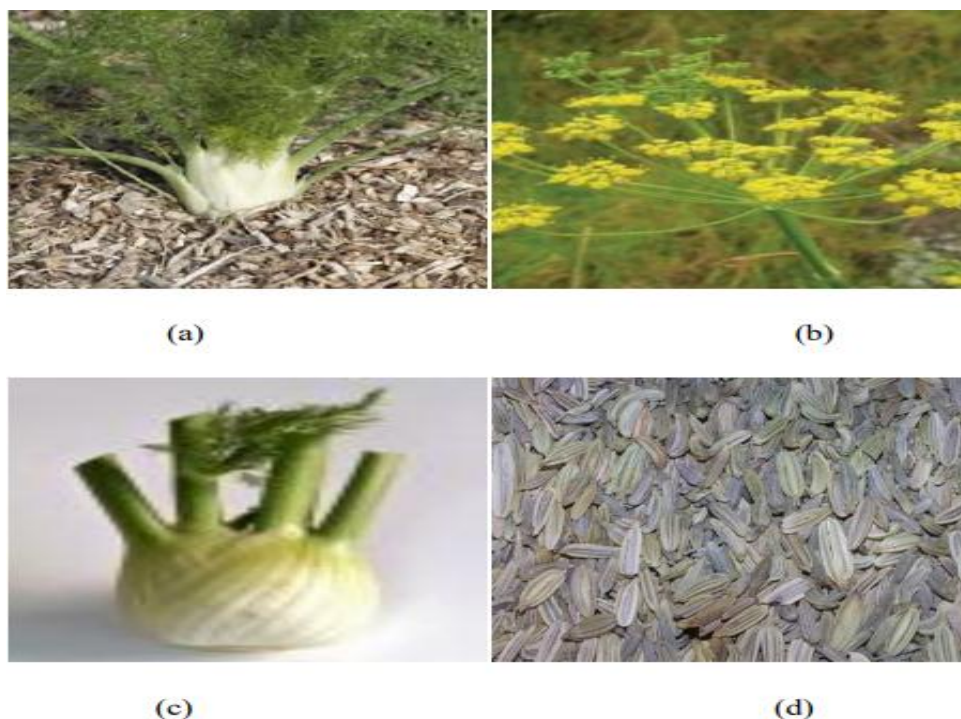


Figure 02 : Représentation photographique de différentes parties de plante de fenouil

(a) plante entière, (b) fleurs, (c) bulbe, (d) graines

a : (**Badgujar et al., 2014**). b, c : (**Gurinder et daljit, 2010**)

II.4 Habitat et répartition géographique

Le fenouil est originaire de la région méditerranéenne (**Zoubiri, et al., 2014**). Il est généralement considéré comme indigène sur les rives de la mer méditerranée mais est devenu largement naturalisée dans de nombreuses parties du monde, en particulier sur les sols secs, près de la côte de la mer et sur les berges de la rivière (**Rather, et al., 1997**). Il a été cultivé dans la Russie, l'Inde, la Chine et le Japon (**Zoubiri, et al., 2014**).

II.5 Utilisations traditionnelles

Foeniculum vulgare a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle pour le traitement d'un certain nombre de maladies, par exemple, les douleurs abdominales, antiémétique, apéritif, l'arthrite, le cancer, pour calmer les coliques de l'enfant et du nourrisson, la conjonctivite, la constipation, dépuratif, la diarrhée, tréma, emménagogue, fièvre, flatulence, gastralgies, la gastrite, l'insomnie, les douleurs du foie, ulcère de la bouche, et les maux

d'estomac. les parties aériennes (feuilles, tiges et fruits / graine) de *F. vulgare* sont largement utilisé comme galactagogues favoriserait la montée du lait (**Shamkant, et al., 2014**).

II.6 Phytochimie du fenouil

F. vulgare contient 6,3% d'humidité, 9,5% de protéines, 10% de matières grasses, 13,4% de minéraux, de fibres et de 18,5% à 42,3% de glucides. Les minéraux et les vitamines présentes dans *F. vulgare* sont le calcium, le potassium, le sodium, le fer, le phosphore, la thiamine, la riboflavine, la niacine et la vitamine C (**Rather, et al., 1997**).

II.6.1 Huiles essentiels

Les principaux composants d'huiles essentielles des fruits de *F.vulgare* sont trans- anethole, estragol, fenchone, et α phellandrène (**Senatore, et al., 2013**).Il renferme également de l'alcool anisique ,de l'anisaldéhyde ainsi que des monoterpènes (1 à 5%): (R)-limonène , α -pinène camphre , p-cymène ,myrcène , α - et β -phellandrènes , sabinène , γ -terpinène, cis- β -ocymène et terpinolène (**Paloma, 2012**).

II.6.2 Autres constituants

- Acide phénylacryliques, alcools phénylalyliques, acides phénolcarboxyliques.
- Hydroxycoumarines (traces) : osthénol, scoparine et ombélliférone.
- Furanocoumarines (traces) : bergaptène, impératorine et psoralène.
- Flavonoïdes (peu abondants).
- Trimères de stilbènes et leurs hétérosides.
- Lipides 9 à 21%
- Protéines 20 à 30% (**Paloma, 2012**).

II.7 Activités biologiques et pharmacologiques

Foeniculum vulgare auprès des différentes activités pharmacologiques mentionnées dans la médecine traditionnelle iranienne et la phytothérapie moderne tels qu'un antioxydant, cytotoxiques, anti-inflammatoire, antimicrobien, bronchodilatateur, oestrogénique, diurétique, lithontripic , galactogogue, emménagogue, antithrombotique, hypotenseur, gastroprotecteur, hépatoprotecteur, améliorant la mémoire, et les activités antimutagènes. Aucun événement indésirable grave n'a été enregistré après l'ingestion de *F.vulgare* l'exception de quelques cas de réactions allergiques (**Rahimi et Ardekani, 2013**).

Partie

Expérimentale

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1 Matériel végétal

Cette étude porte sur les graines de fenouil, fournis par un herboriste à Bordj Bou Arreridj.

D'après le fournisseur, ces graines ont été récoltées à Biskra, Algérie. A la fin d'été de l'année 2020.



Figure 03: Photographie des Graines de *F. vulgare*

III.1.1 Traitement du matériel végétal

Les graines de fenouil ont été triés manuellement afin d'éliminer tout autres matrices étrangères. Puis sont broyées à l'aide d'un broyeur main. La poudre obtenue après broyage a été tamisée avec un tamis afin d'obtenir une poudre fine et homogène de granulométrie inférieure à 0.85 mm. Enfin, cette dernière est conservée dans des bocaux en verres hermétiquement fermés et stockés à l'abri de la lumière pour servir ultérieurement à l'extraction.



Figure 04 : étapes de traitement des graines de *F. vulgare*.

III.2 Réparation des extraits des graines de *Foeniculum*

III.2.1 Extraits organiques

L'extraction a été effectuée avec des solvants de polarité croissante en mélangeant une quantité de 150 g de poudre de *Foeniculum vulgare*. avec 500 ml d'hexane et placée à l'ombre sans agitation pendant 24 heures.

Après filtration sur papier filtre, le marc a été ensuite macéré avec 500 ml d'acétone, puis avec 500 ml de méthanol sous les mêmes condition. Les extraits hexanique (Ehe), acétonique (EAc) et méthanolique (EMe) ont été concentrés sous vide au Rotavapor® (**Diallo, et al., 1992**).

Après filtration et évaporation du solvant sous vide, les extraits totaux ainsi obtenus sont pesés en vue d'évaluer leur rendement. Ce dernier est calculé selon la formule suivante :

$$R \% = me/mi \times 100 ;$$

R (%) : rendement en extrait,

mi : masse initiale de la matière végétale sèche en mg,

me : masse de l'extrait récupéré en mg.

Les extraits sont stockés à 4 °C et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leur utilisation (**Ennadir, et al., 2014**).

III.2.2 Extraits aqueux

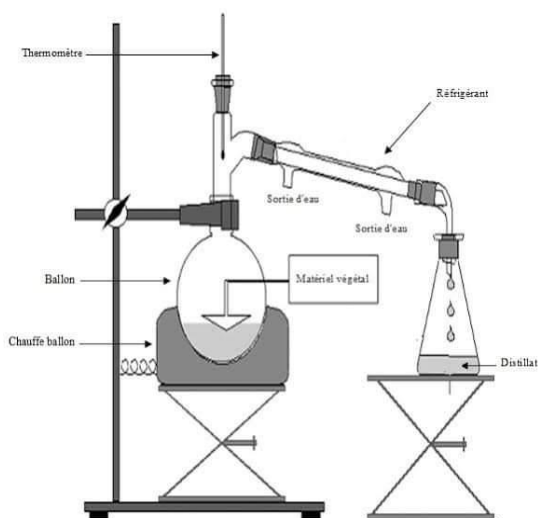
Des extraits aqueux (EAq) sont préparés par infusion de 50 g des broyats de fenouil dans 150 ml d'eau distillée pendant 15 minutes, suivie d'une filtration sur papier filter. Les extraits ainsi obtenus sont stockés à 4 °C et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leur utilisation (**Ennadir, et al., 2014**).

III.2.3 L'extraction d'huile essentielle

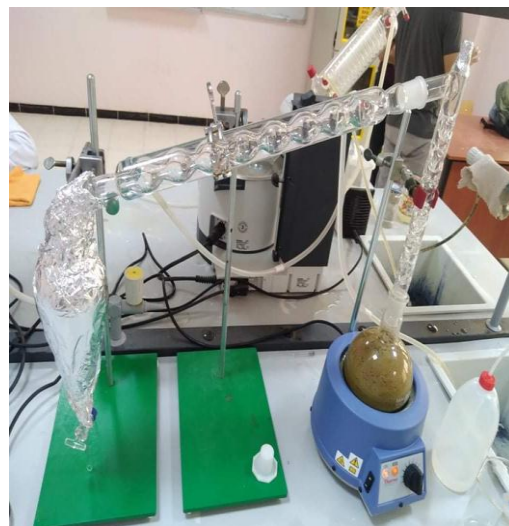
III.2.3.1 Conditions opératoire d'hydrodistillation

L'étude est réalisée dans sa totalité à l'échelle du laboratoire sur un montage de type «Clevenger». 150g de matière végétale ont été introduite dans un ballon contenant de l'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition grâce à un chauffe-ballon électrique pendant 03

heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielles se condensent à leur arrivée au niveau du réfrigérant, elles retombent sous forme de gouttelettes dans l'essencier et forment avec l'eau un mélange hétérogène qu'on récupère dans une ampoule à décanter, afin de séparer l'eau de l'huile essentielle qui le surnageant. Les huiles essentielles obtenues sont conservées dans des flacons opaques en verre à une température $\leq 4^{\circ}\text{C}$.



(a)



(b)

(a) Schéma d'un montage « Clevenger » ; (b) photo d'un montage « Clevenger »

Figure 05: Appareillage type Clevenger.

III.2.3.2 Calcul du rendement de l'hydrodistillation

Le rendement d'une extraction se calcule par le rapport entre la masse de l'huile essentielle extraite et la masse de la matière première végétale traitée. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R = \text{MHE}/\text{MMV} * 100$$

R : Rendement de l'extraction en %

MHE : Masse de l'huile essentielle extraite en (g)

MMV : Masse de la matière végétale séchée et laminé en (g)

III.3 Analyses quantitatives des extraits

Des déterminations quantitatives des principaux groupes de métabolites secondaires ont été effectuées sur les extraits de notre plante.

III.3.1 Dosage des polyphénols

La réalisation de dosage des poly phénols totaux dans les différentes extraits par la méthode de Folin-Ciocalteu (**Singleton et al., 1999**). La composition du réactif de Folin-Ciocalteu du mélange de phosphomolibdique (H3PM02040) et l'acide phosphotungstique (H3PW2040), il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W2023) et de molybdène (MogO23). La coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm. Les concentrations des poly phénols totaux contenus dans les extraits de calculées on se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard. On exprimés Les résultats en mg équivalent d'acide gallique/ par gramme de la matière végétale sèche (mg Eq d'acide gallique /g).

➤ Mode opératoire de dosage des poly phénols totaux

Met 20 µl de chaque extrait dans des tube à essais ; ajouter 1.58 ml d'eau distillé et 100 µl de réactif de Folin-ciocalteu dilué dans l'eau distillée (v /v) dans chaque tube ; agiter vigoureusement puis laisser agir 6min avant d'ajouter 300 µl de carbonate de sodium à 7.5%. Après 2 heures d'incubation à température ambiante et à l'abri de la lumière, on faire la lecture de les absorbances à partir du spectrophotomètre visible à 760 nm.

La même opératoire on Effectuera pour l'acide gallique à différentes concentrations en introduisant 20 µl de ces dernières dans une série de tubes et ajout des autres réactif.

Le blanc et représenté par l'éthanol additionné du folin-ciocalteu, de l'eau distillée et de carbonate de sodium. Toutes les mesures sont réalisées en triplicata.

III.3.2 Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été quantifiés par la méthode du Chlorure d'aluminium $AlCl_3$ selon **Mbaebie et al., 2012**, Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium.

Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**Ribéreau Gayon et al., 1972**).

On calculées Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les extraits en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine/par gramme de la matière végétale sèche (mg Eq de la quercétine /g).

➤ **Mode opératoire de dosage des flavonoïdes totaux**

Mettre 1 ml de chaque extrait dans des tubes à essais ; ajouter 1 ml de solution éthanolique de chlorure d'aluminium à 2% ; laisser incuber 15min à température ambiante. On faire la lecture de les absorbances à partir du spectrophotomètre visible à 430 nm.

La même opératoire on Effectuer pour la quercétine à différentes concentrations en introduisant 1 ml de ces dernières dans une série de tubes et ajout de 1ml d'AlCl₃ à 2%.

Le blanc et représenté par l'éthanol additionné à l'AlCl₃, de l'eau distillée et de carbonate de sodium. Toutes les mesures sont réalisées en triplicata.

III.3.3 Dosage des tanins

La détermination tanins condensés par la méthode à la vanilline en milieu acide (**Price et al., 1978**). la base de Cette méthode est la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins condensés en présence d'acide pour produire un complexe coloré mesuré à 500 nm. Celui des tanins hydrolysables est basé sur une réaction avec le chlorure ferrique (**Mole et Waterman, 1987**).

Quand la vanilline est réagie avec les tanins n'implique que la première unité du polymère.

On a estimées Les quantités des tannins en utilisant la méthode de vanilline décrite par **Julkunen-Titto, 1985**. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant de la catéchine comme contrôle positif.

On exprimés Les résultats en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par gramme de la matière végétale sèche (mg Eq de la catéchine /g).

➤ **Mode opératoire de dosage des tanins condensés**

Un volume de 50 µl de chaque extrait, ajouté à 1500 µl de la solution vanilline/éthanol (4%, m/v) puis mélangé à l'aide d'un vortex. Ensuite ,750 µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) est additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à la température ambiante pendant 20 min. On faire la mesure de l'absorbance à 550 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre.

➤ **Mode opératoire de dosages des tanins hydrolysables**

1 ml d'extrait éthanolique a été ajouté à 3.5 ml de la solution de chlorure ferrique (0.162 g de FeCl₃ dissous dans 100 ml d'eau distillée). Absorbance a été lue à 660 nm après 15 secondes.

Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide tannique par g d'extrait (mg EAT/ g d'extrait) à partir de la courbe d'étalonnage (**Mole et Waterman, 1987**).

III.4 Evaluation de L'activité antioxydante

L'activité antioxydants de nos extraits a été réalisée par des tests chimiques d'oxydoréduction du radical 1,1diphényle 1-2- picrylhydrazyl (DPPH) et de molybdate Phosphates Ces deux méthodes sont basées sur la coloration et la décoloration à la longueur Un certain spectre. Change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH., qui est proportionnel au pouvoir anti-radicalaire de l'échantillon (**Parejo et al., 2002**).

Le test DPPH est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydants. le DPPH (forme oxydée) se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cela est dû à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule (**Molyneux, 2004**). La présence de ces radicaux DPPH• donne une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 515 nm. La réduction des radicaux DPPH• par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (forme réduite).

➤ Mode opératoire de dosage de l'activité antioxydante

On mesuré l'effet de chaque extrait sur le DPPH par la procédure suivant : un volume de 50 µl de différentes concentration de chaque extrait est ajouté à 1,950 ml de la solution éthanolique du DPPH (0,025g /L) fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 50 µl de l'éthanol avec 1950 ml d'une solution éthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Après incubation à l'obscurité pendant 30min et à la température ambiante la lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

III.5 Activité antibactérienne

Les souches bactériennes utilisées dans cette étude sont des bactéries pathogènes provenant du laboratoire de microbiologie à l'université de Tiaret. Il s'agit d'une bactérie à Gram positif (*Staphylococcus aureus*) et deux bactéries à Gram négatif (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*) ces souches ont été conservées dans un bouillon nutritif.

L'activité antibactérienne des extraits organiques (méthanolique, acétonique et hexanique) et des solvants organiques (méthanol, acétone et hexane) et l'huile essentiel sans oublier l'extrait aqueux de *Foeniculum* est évalué par la technique de diffusion sur disque selon la méthode décrite par **Falleh et ses collaborateurs, 2008** vis-à-vis de quatre souches bactériennes.

➤ **Méthode de diffusion sur disques (aromatogrammes)**

L'aromatogramme ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode de disques est une technique qualitative permettant de déterminer la sensibilité des microorganismes vis-à-vis d'une substance réputée antimicrobienne.

Le principe de cette méthode repose sur le pouvoir migratoire de l'extrait à l'intérieur d'une boîte de Pétri, dans un milieu nutritif solide (Mueller Hinton) ou des disques stériles de papier Wattman (D=6 mm) imprégnés d'une quantité de l'extrait, sont déposés au centre de ces boîtes. Celles-ci sont ensuite fermées et laissées diffuser pendant 20 mn puis incubées à 37°C pendant 24 h. Après incubation, l'absence de croissance bactérienne exprimant une activité antimicrobienne se traduit par un halo translucide autour du disque, de même couleur que la gélose stérile et dont le diamètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (ou une règle) (exprimé en mm) (Pibiri, 2005).

Tableau 04: La sensibilité des souches vis-à-vis des extraits

le diamètre d'inhibition « D »	Sensibilité
<8 mm	Non sensible(-)
Compris 9-14 mm	Sensible (+)
15-19 mm	Très sensible (++)
>20 mm	Extrêmement sensible (+++)

Chapitre IV

Résultats et discussions

IV.1 Résultats d'étude quantitative

IV.1.1 Détermination du rendement

Les rendements d'extraction ont été déterminés par la formule suivante :

$$R\% = \frac{\text{masse de résidu de exriat}}{\text{masse de matier végétal}} \times 100$$

Pour chaque échantillon, nous avons calculé le rendement de l'extraction, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : tableau récapitulatif regroupant les rendements des différents extraits.

Extraits	Rendement %
Hexanique	10.93
Acétonique	4.2
Méthanolique	8.6
Aqueux	5.1

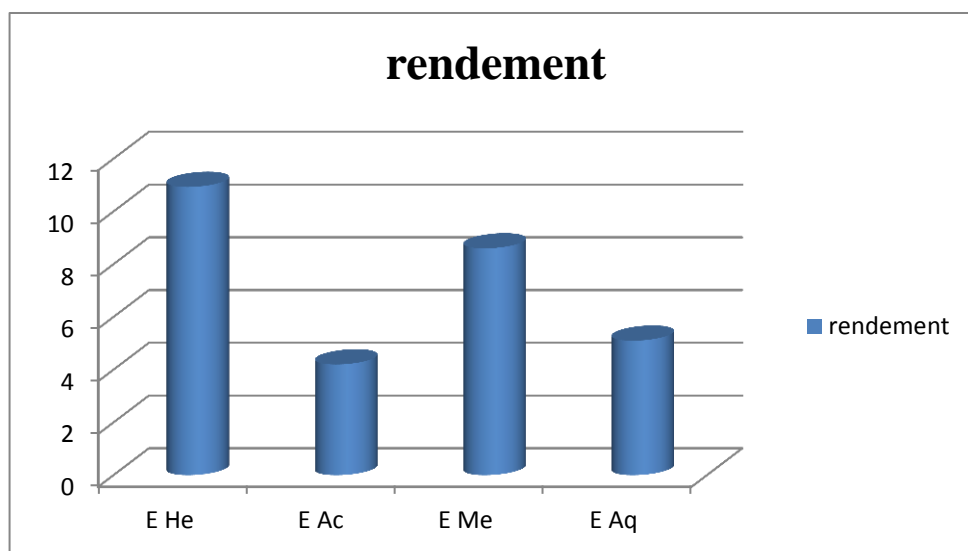


Figure 06: histogramme du rendement de l'extraction.

➤ Rendement de l'hydrodistillation

Les résultats de calcul de rendement obtenu lors de nos extractions par hydrodistillation, pendant trois heures sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Rendement des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation

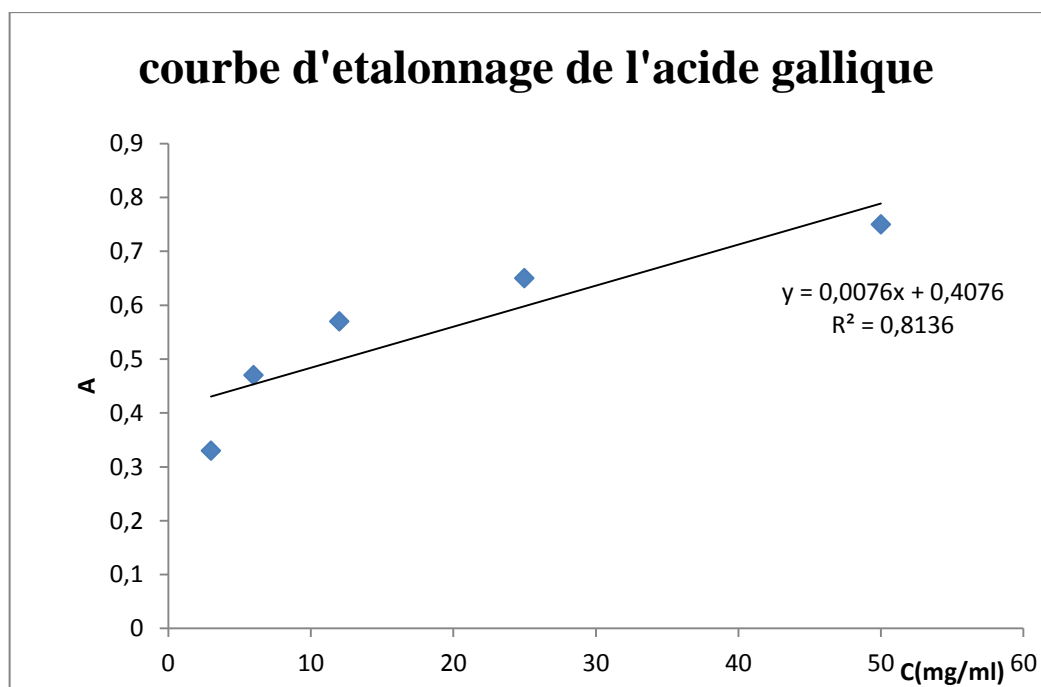
huiles essentielles	Grains de fenouil
Rendement %	1.73

Les résultats obtenus, montrent que les graines de fenouil étudiées sont riches en huiles essentielles. En effet le rendement moyen est de 1.73%.

En comparant nos résultats avec les travaux antérieurs, J'ai trouvé qu'une extraction des huiles essentielles des graines de fenouil par hydrodistillation, réalisée en Algérie, a permis d'obtenir un rendement de 1.00 % (Ouis, 2015).

IV.1.2 Dosage des composés phénoliques totaux

La quantification des composés phénoliques a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax + b$) réalisé par une solution étalon (l'acide gallique) à différentes concentration. (On a utilisé une courbe de référence)

**Figure 07** : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols Les quantités des polyphénols correspondantes de chaque extrait ont été rapportées en équivalent gramme d'acide gallique et déterminé par l'équation de type : $y = 0.0076x + 0.4076$

Sachant que $R^2 = 0,8136$

Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par un gramme de l'extrait. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 07: Teneurs en phénols totaux dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux

Phase	Teneurs en phénols totaux (mg d'acide gallique/ g)
HEXANE	25,31
ACETONE	73,34
METHANOL	57,55
Aqueux	89,13

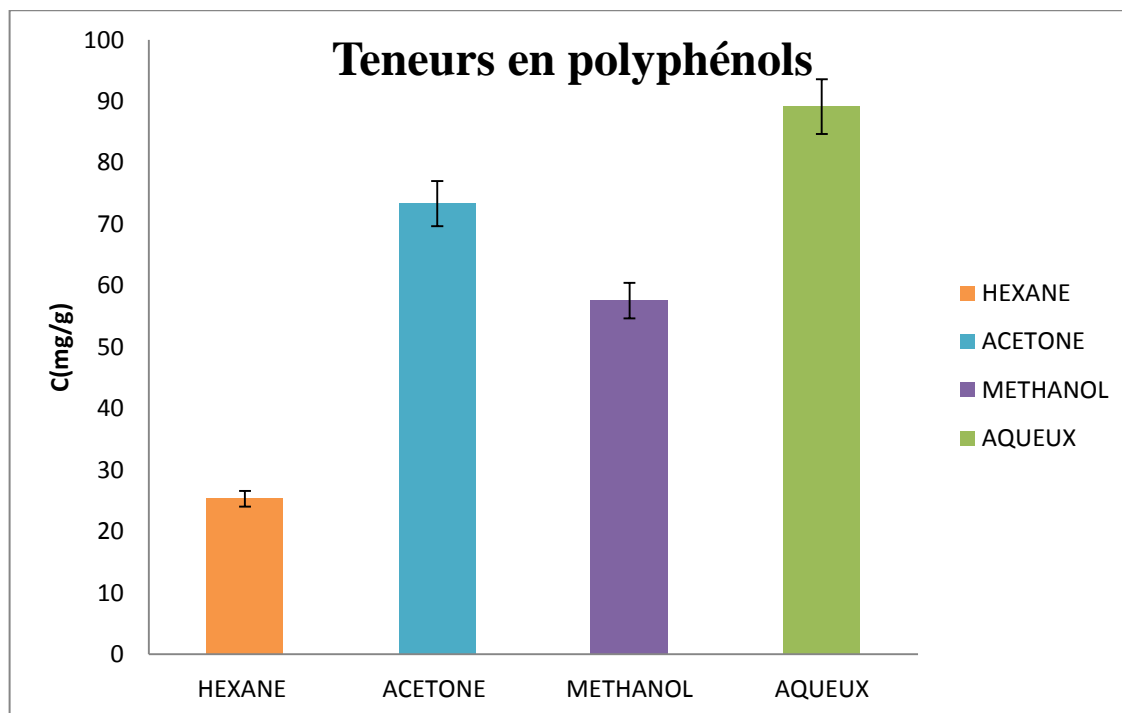


Figure 08 : Histogramme de dosage des polyphénols.

Les résultats du tableau ci-dessus indiquent que la quantité des composés phénoliques varie entre 89,13 et 73,74 et 57,55 et 25,31 mg d'acide gallique/g. Le taux des composés phénoliques le plus élevé ont été détecté dans l'extrait aqueux. La teneur en polyphénols obtenu est relativement grande dans nos trois extraits (aqueux, acétone, méthanol). Ceci peut résulter du fait que le dosage par le réactif Folin-Ciocalteu n'est pas spécifique aux polyphénols, mais beaucoup de composés peuvent réagir avec ce réactif, donnant un taux

phénolique apparent élevé et D'après ces résultats, on déduit que le contenu phénolique dans les extraits examinés, dépend de la polarité du solvant utilisé pour l'extraction.

IV.1.3 Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) et l'étalon été la quercétine. L'absorbance a été lue à une longueur d'onde de 430 nm.

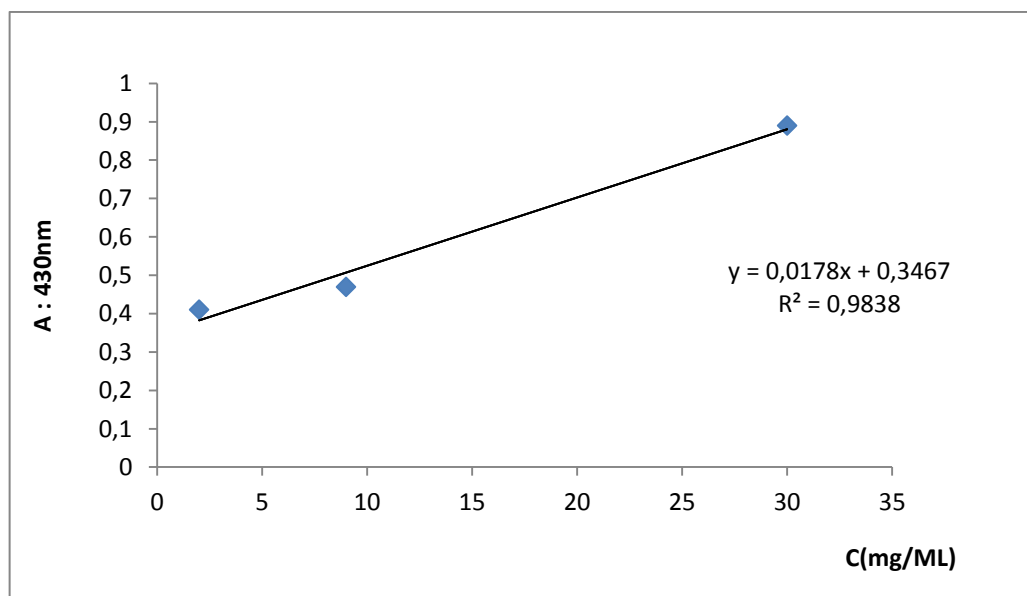


Figure 09 : Courbe d'étalonnage du Quercitine.

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type $y = 0.0178x + 0.3467$ sachant que $R^2 = 0,9838$ et exprimée en milligrammes équivalent en Quercitine par gramme de la matière sèche.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 08: Teneurs en flavonoïde dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.

Phase	Teneurs en flavonoïde (mg Quercitine / g)
HEXANE	334,52
ACETONE	47,02
METHANOL	51,48
Aqueux	82,73

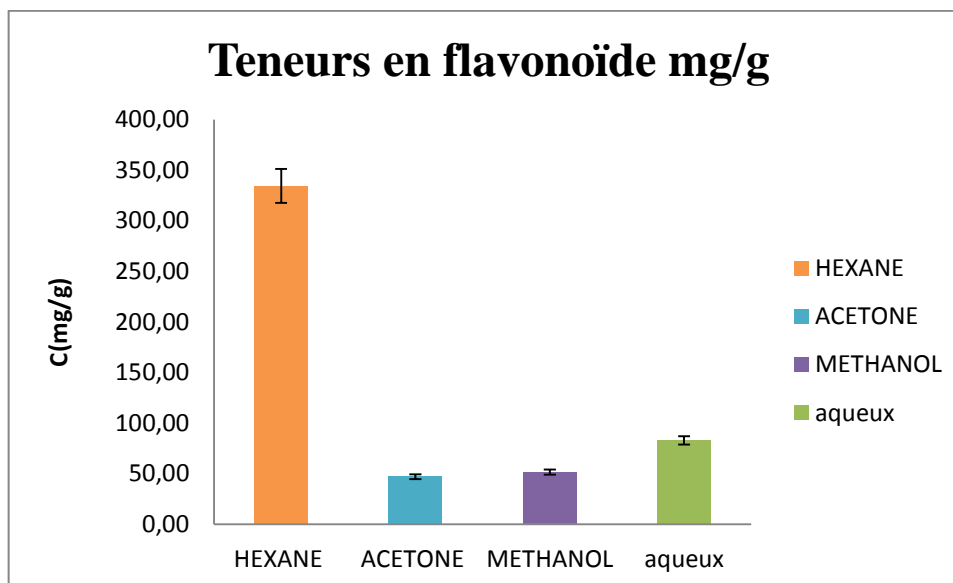


Figure 10 : Histogramme de dosage de flavonoïdes.

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que la quantité de flavonoïdes varie entre 334,52 et 82,73 et 51,48 et 47,02 mg de quercétine/g. Le taux de flavonoïdes le plus élevé a été détecté dans l'extrait hexanique.

L'extrait le plus polaire (hexane) montre une présence des flavonoïdes plus importante que l'extrait aqueux et méthanoïque et acétonique, ceci peut être attribué à la différence du degré de polarité des flavonoïdes, dont les flavonoïdes polaires représentent la fraction la plus élevée.

IV.1.4 Dosage des tanins

La détermination tanins condensés par la méthode à la vanilline en milieu acide la base de Cette méthode est la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins condensés en présence en présence d' acide pour produire un complexe coloré mesuré à 500 nm. Celui des tanins hydrolysables est basé sur une réaction avec le chlorure ferrique.

IV.1.4.1 Tanins condensés

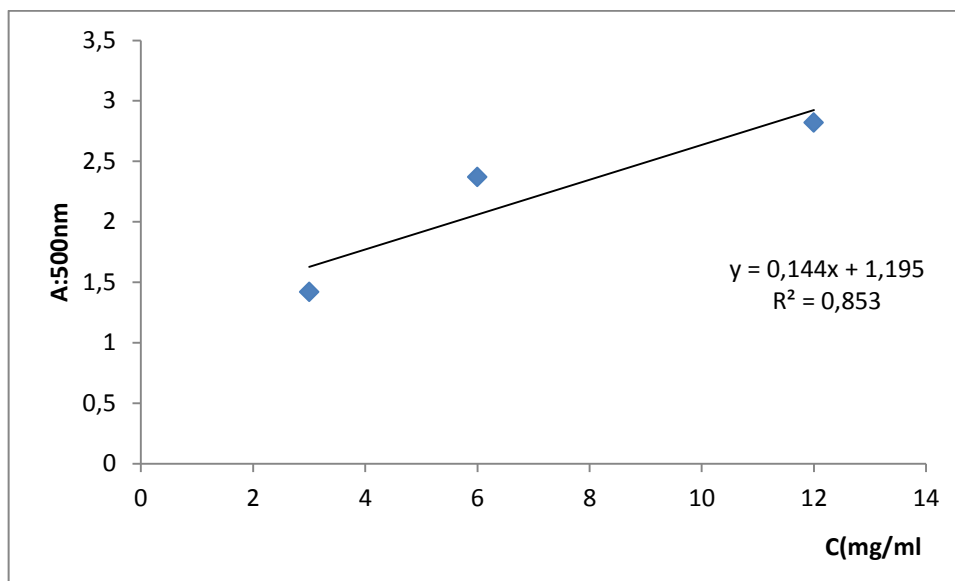


Figure 11 : Courbe d'étalonnage du Catechol.

La teneur en tanins condensés de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type $y = 0,144x + 1,195$ sachant que $R = 0,853$ et exprimée en milligrammes équivalent en catechol par gramme de la matière sèche.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 09: Teneurs en tanins condensés dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.

Phase	Teneurs en tanins condensés (mg catechol/ g)
METHANOL	9,68
ACETONE	16,04
Hexane	6,38
Aqueux	1,52

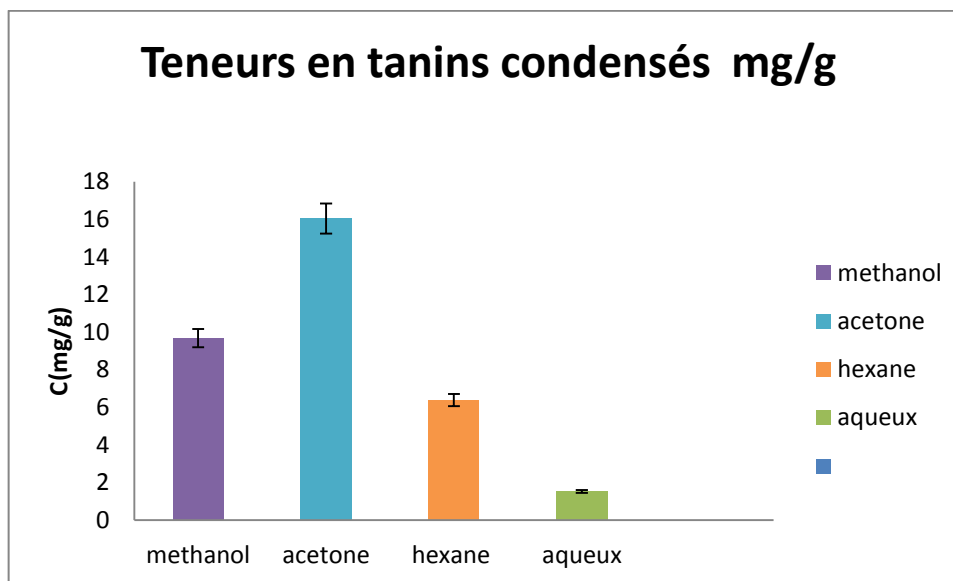


Figure 12 : Histogramme de dosage tanins condensés.

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que la quantité de tanins condensés varie entre 9,68 et 16,04 et 6,38 et 1,52mg de catechol/g. Le taux de tanins condensés le plus élevé a été détecté dans l'extrait acetonique.

La présence des tanins suggère la capacité de notre graines à jouer un rôle majeur en tant qu'agent antimicrobien et antioxydant (Tepe *et al.*, 2006).

IV.1.4.2 Tanins hydrolysables

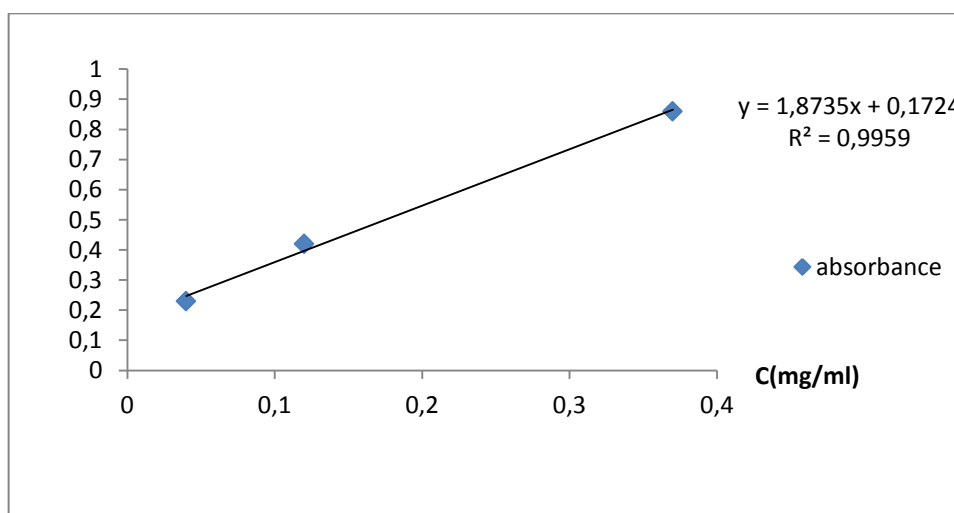


Figure 13 : Courbe d'étalonnage d'acide Tannique.

La teneur en tanins hydrolysables de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type $y = 1,8735x + 0,1724$ sachant que $R = 0,9959$ et exprimée en milligrammes équivalent en acide tannique par gramme de la matière sèche.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Teneurs en tanins hydrolysables dans les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux.

Phase	Teneurs en tanins hydrolysables (mg catechol/ g)
METHANOL	0,78
ACETONE	0,28
Hexane	0,25
Aqueux	0,44

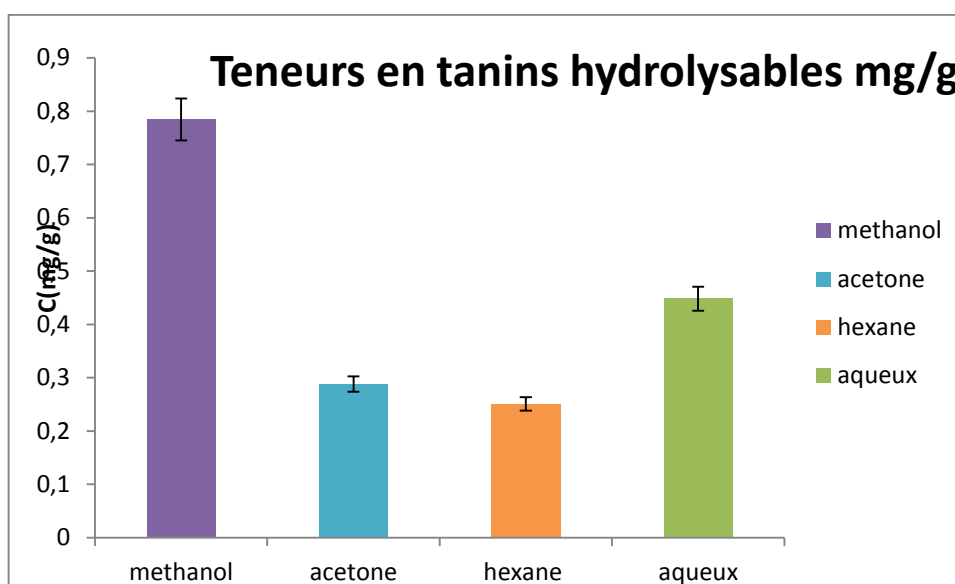


Figure 14 : Histogramme de dosage tanins hydrolysables

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que la quantité de tanins condensés varie entre 0,78 et 0,28 et 0,25 et 0,44 mg d'acide tannique/g. Le taux de tanins hydrolysables le plus élevé a été détecté dans l'extrait méthanolique et aqueux.

Si on compare les 2 résultats on aperçoit que le taux des extraites tanins hydrolysables est plus élevé par rapport à la valeur des extraites tanins condensés. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques.

Des études récentes ont montré que les facteurs extrinsèques, les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols (Aganga *et al.*, 2001 ; Fiorucci, 2006).

IV.2 Activités biologiques

IV.2.1 Activité antioxydante

Tableau 11: L'activité antioxydante d'huile essentielle et les extraits organiques (HEXANE, ACETONE, METHANOL) et extrait aqueux des graines de fenouil.

Dosages Antioxydants	Huile essentielle	Extrait aqueux	Extrait hexanique	Extraits Acetonique	Extraits Methanolique
DPPH, IC50 (µg/ml)	33,32	30,2	40,1	33	39,44

L'activité antioxydante des graines étudiées vis-à-vis du radical DPPH° est évaluée en suivant sa réduction avec un maximum d'absorbance à 517nm, l'effet dépend de la concentration de l'extrait. Les résultats montrent que l'extrait et huile essentielle des graines de fenouil a donné un pourcentage d'inhibition de 40,1 µg pour l'extrait hexanique, supérieur à celui extrait méthanolique 39,44 µg, lui-même supérieur à celui de l'huile essentielle 33,32µg.

Il a été rapporté par Chung *et al.*, 2006 que l'activité scavenger du radical DPPH par les extraits serait imputée à la présence d'un groupement hydroxyle, à la structure moléculaire du composé, à la disponibilité de l'hydrogène phénolique, autant d'ailleurs ; qu'à la possibilité de stabilisation du radical formé résultant d'un donneur d'hydrogène. Elle pourrait également être due aux effets synergiques entre diverses classes d'antioxydants présents dans l'extrait.

Cette activité antiradicalaire du fenouil peut être attribuée à la présence d'une grande proportion de composés phénoliques. Il est rapporté que les composés phénoliques peuvent donner un atome d'hydrogène aux radicaux libres arrêtant de ce fait la réaction en chaîne de propagation pendant le processus d'oxydation des lipides. Les composés phénoliques réagissent selon un mécanisme proposé par Sherwin, 1976, l'antioxydant cède un radical hydrogène, qui peut être un transfert d'électrons suivi, plus ou moins rapidement, par un transfert de protons, pour donner un intermédiaire radical stabilisé de par ses structures mésomères conjuguées.

IV.2.2 Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle et extraits aqueux et organiques (hexanique, acétonique et méthanolique) des graines de *Foeniculum*.

La sensibilité des trois bactéries (*E. coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) a été mise en évidence par la technique de diffusion des disques vis-à-vis de l'huile essentielle et extraits aqueux et organiques (hexanique, acétonique et méthanolique) des graines de *Foeniculum*

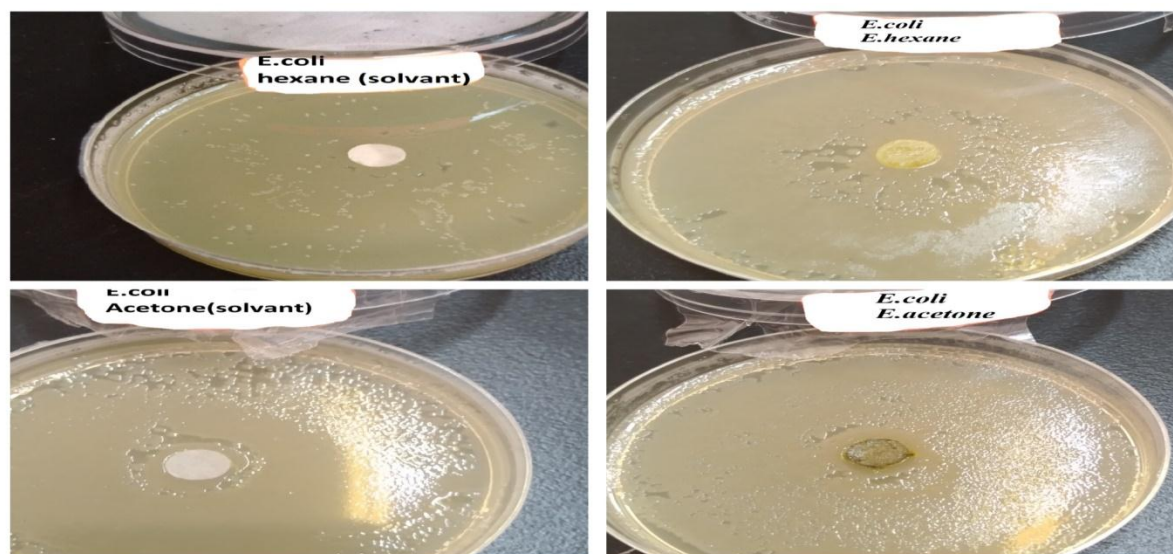


Figure 15 : Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de *Foeniculum* sur la croissance d'*Escherichia Coli*.

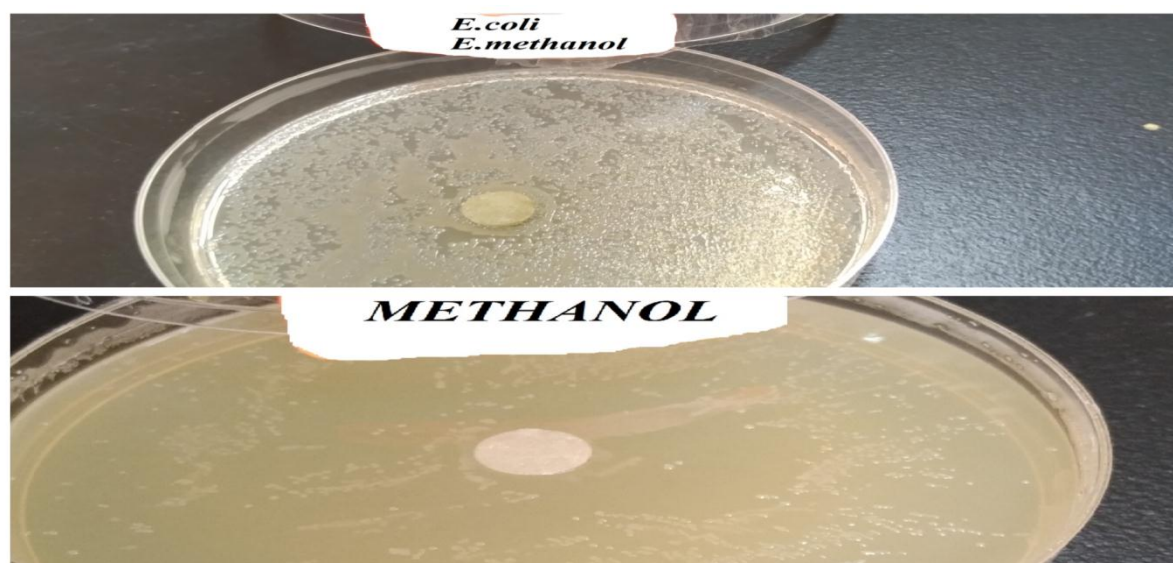


Figure 16 : Effet d'extrait organique et solvant « méthanol » des graines de *Foeniculum* sur la croissance d'*Escherichia Coli*.

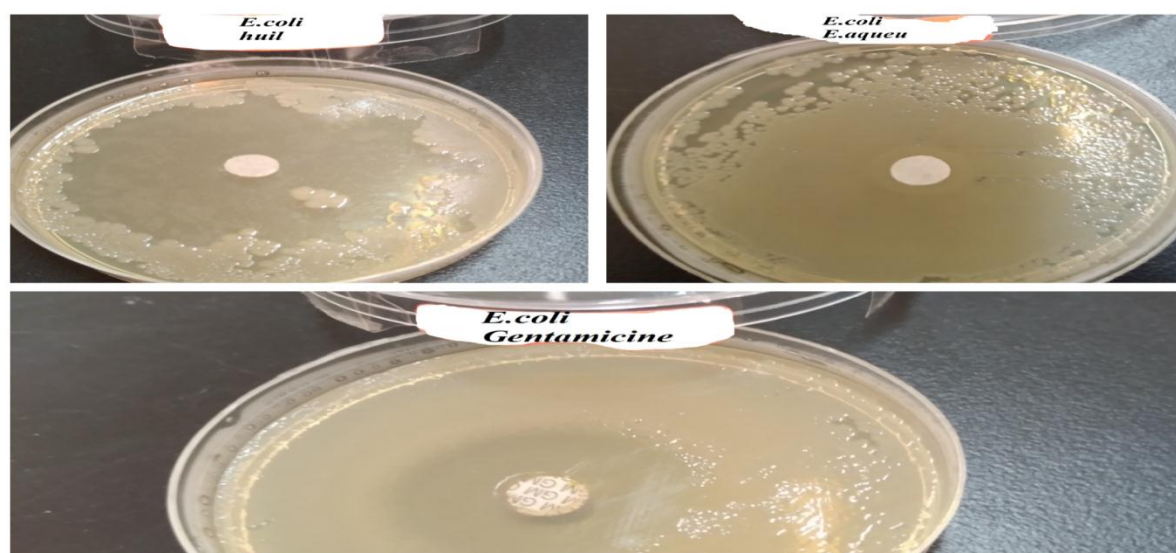


Figure 17 : Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique « Gentamicine » des graines de Foeniculum sur la croissance d'Escherichia Coli

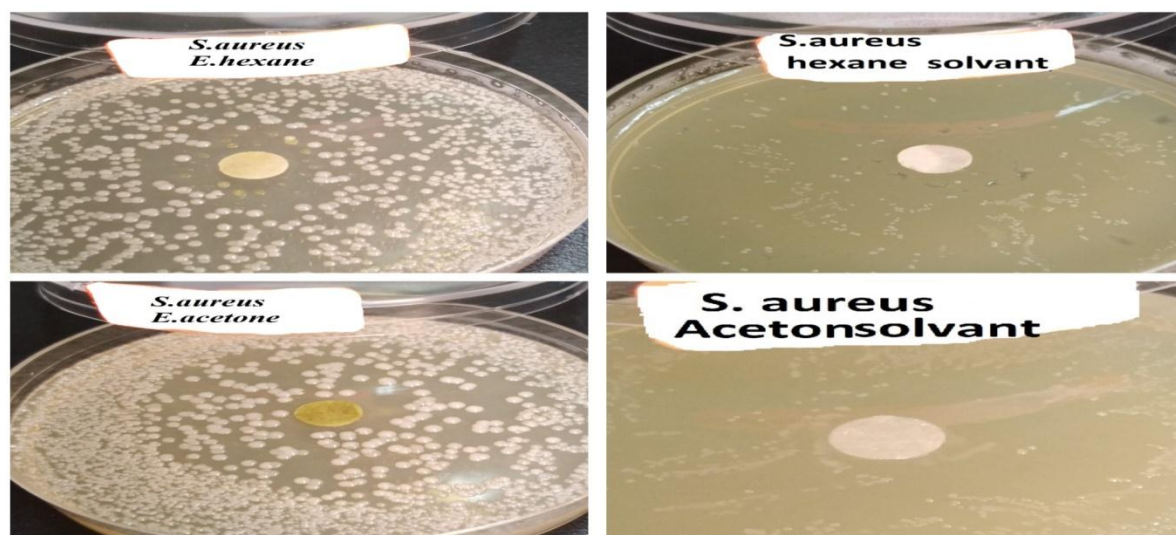


Figure 18 : Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de Foeniculum sur la croissance de S.aureus.

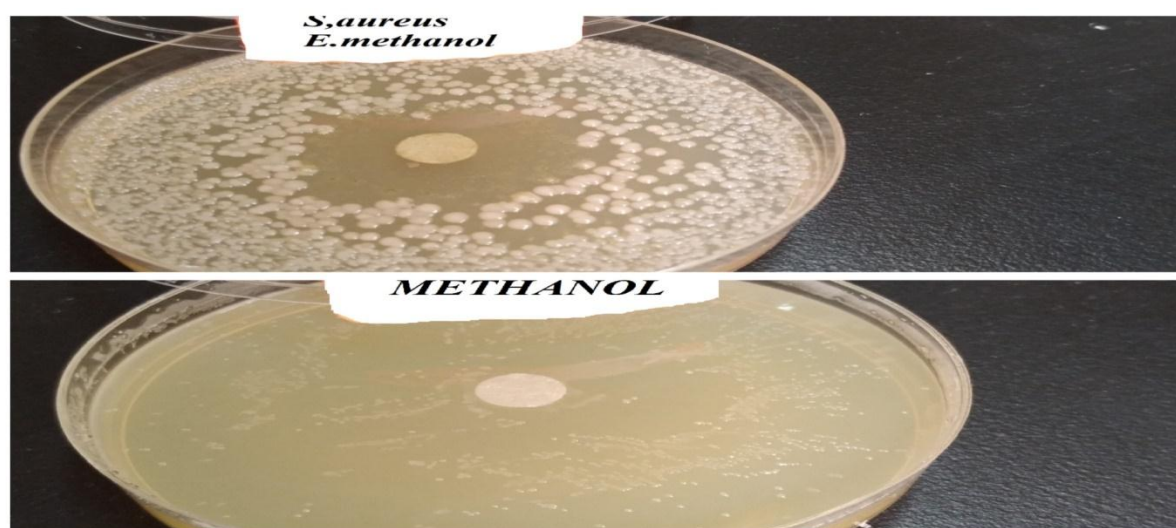


Figure 19 : Effet d'extrait organique et solvants « méthanolique » des graines de *Foeniculum* sur la croissance *S.aureus*.

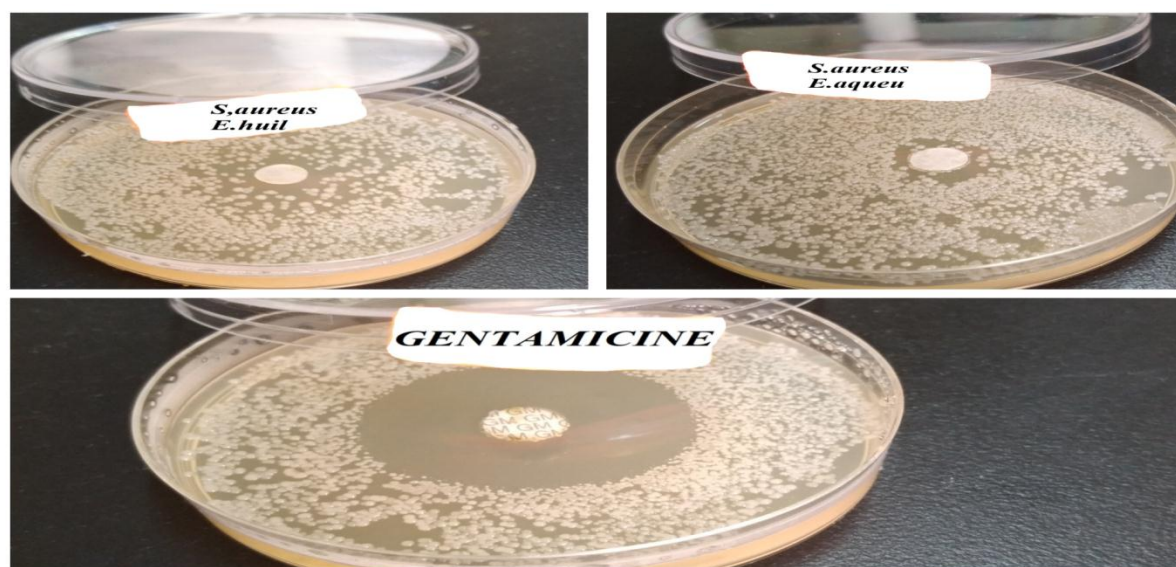


Figure 20 : Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique «Gentamicine» des graines de *Foeniculum* sur la croissance *S.aureus*.

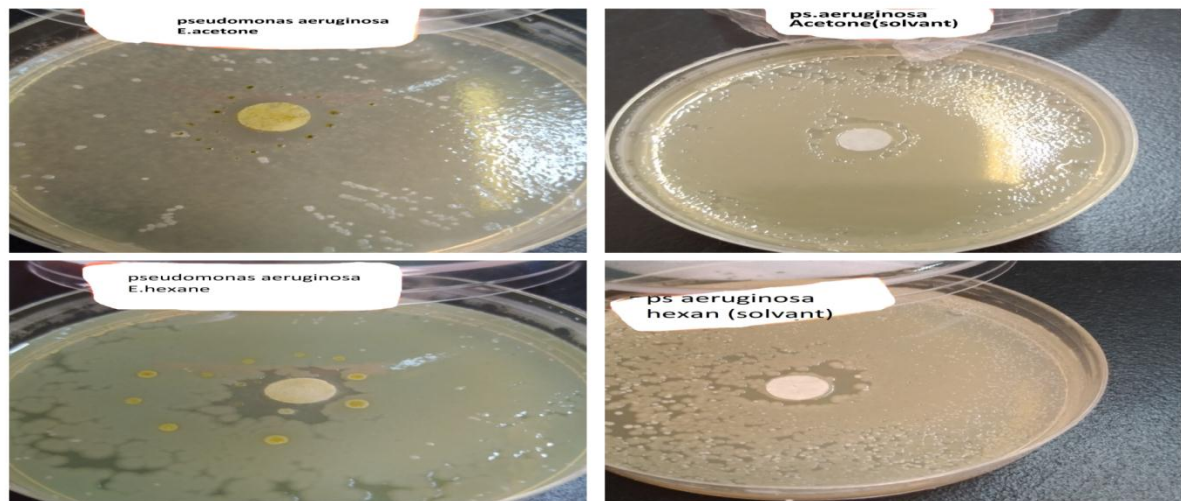


Figure 21 : Effet d'extraits organiques et solvants (hexanique, acétonique) des graines de *Foeniculum* sur la croissance de *Pseudomonas .aeruginosa*.

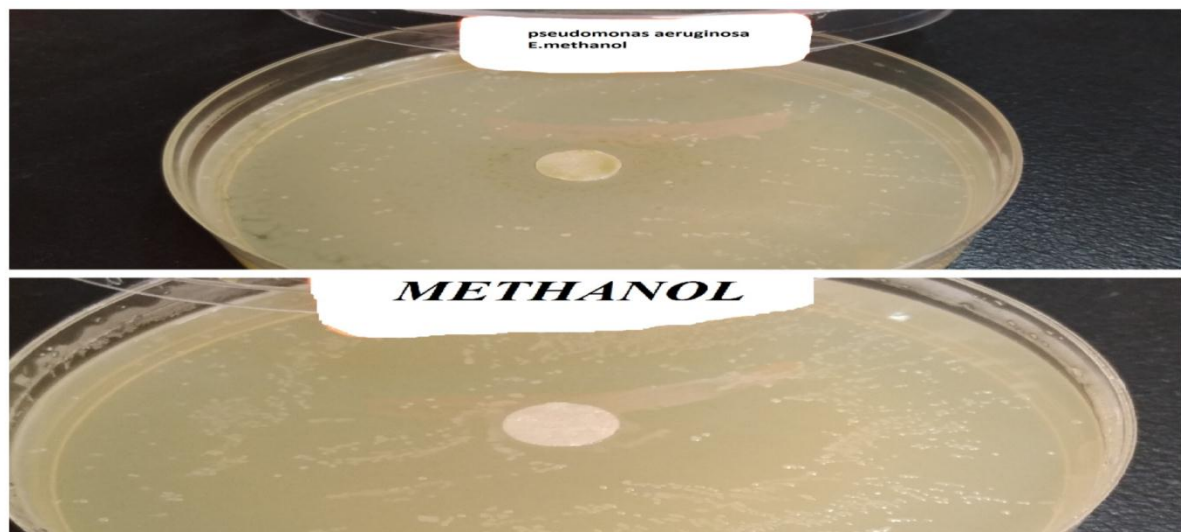


Figure 22 : Effet d'extrait organique et solvants « méthanolique » des graines de *Foeniculum* sur la croissance *Pseudomonas aeruginosa*.

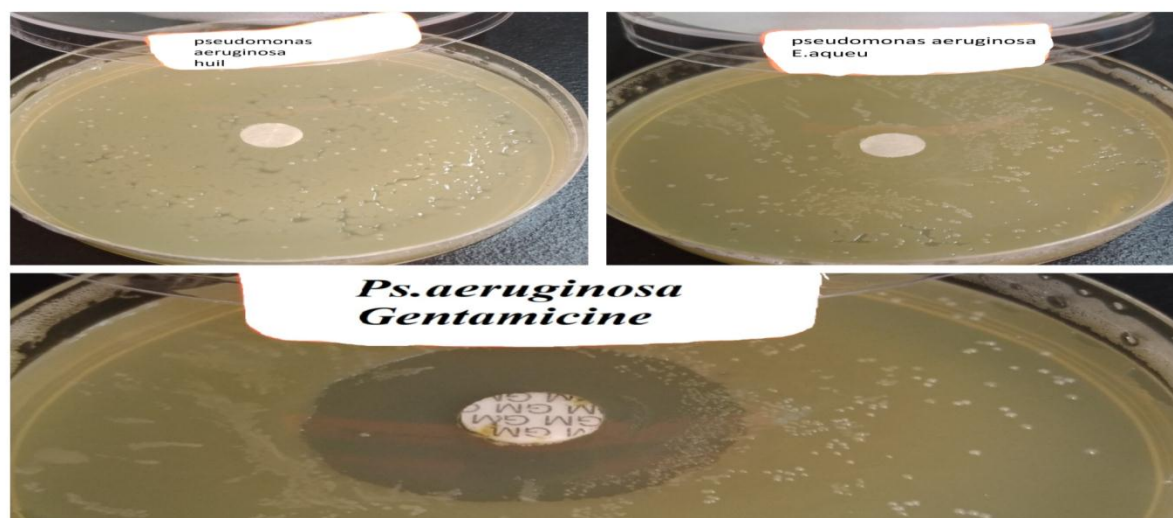


Figure 23 : Effet de l'huile essentielle et extraits aqueux et l'antibiotique « Gentamicine » des graines de Foeniculum sur la croissance Pseudomonas .aeruginosa.

Au vu des résultats obtenus, le classement de la sensibilité des bactéries est mentionné sur le tableau :

Tableau 12 : Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de Foeniculum et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance d'Escherichia Coli.

Solution	Diamètre	Sensibilité
Extrait méthanolique	9 mm	Sensible (+)
Extrait hexanique	0 mm	Non sensible(-)
Extrait acétonique	11 mm	Sensible (+)
Solvant (méthanol)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (hexane)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (acétone)	0 mm	Non sensible(-)
Huile essentiel	42 mm	extrêmement sensible (+++)
Extrait aqueux	9 mm	Sensible (+)
Gentamicine	23 mm	extrêmement sensible (+++)

Tableau 13 : Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de Foeniculum et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance de S. aureus.

Solution	Diamètre	Sensibilité
Extrait méthanolique	22 mm	extrêmement sensible (+++)
Extrait hexanique	16 mm	Très sensible (++)
Extrait acétonique	11 mm	Sensible (+)
Solvant (méthanol)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (hexane)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (acétone)	0 mm	Non sensible(-)
Huile essentiel	12 mm	Sensible (+)
Extrait aqueux	11 mm	Sensible (+)
Gentamicine	26 mm	extrêmement sensible (+++)

Tableau 14 : Diamètre d'inhibition en mm provoqués par l'huile essentielle de graines de *Foeniculum* et extraits organiques et aqueux, solvants organique et l'antibiotique gentamicine sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*.

Solution	Diamètre	Sensibilité
Extrait méthanolique	2 mm	Sensible (+)
Extrait hexanique	11 mm	Sensible (+)
Extrait acétonique	14 mm	Sensible (+)
Solvant (méthanol)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (hexane)	0 mm	Non sensible(-)
Solvant (acétone)	0 mm	Non sensible(-)
Huile essentiel	0 mm	Non sensible(-)
Extrait aqueux	15 mm	Très sensible (++)
Gentamicine	22 mm	extrêmement sensible (+++)

Les résultats obtenus montrent que l'activité antibactérienne est fonction de la bactérie cible. Il s'est avéré que les trois bactéries testées ont été sensibles vis-à-vis de l'huile essentielle et extrait (hexanique, acetonique, methanolique, aqueux) des graines de fenouil. En revanche, *S. aureus* possède un potentielle de résistance un peu élevée par rapport à *E. Coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Donc la sensibilité est plus marquée chez les Gram (-) par rapport aux Gram (+) vis-à-vis de l'huile essentielle et les extrait organique et aqueux des graines de fenouil. Le degré de sensibilité des bactéries testées vis-à-vis d'une même huile essentielle et les extraits est supposé varié selon le Gram.

On a observé d'après les résultats obtenus d'inhibition de l'extrait méthanolique, hexanique et acétonique sur la croissance d'*Escherichia. Coli* (9mm, 0mm, 11mm) que ces bactéries sont sensible à l'extrait méthanolique non sensible à l'extrait hexanique, et sensible à l'extrait acétonique même l'extrait aqueux aussi on a observé la zone d'inhibition de huile essentiel 42mm alors *E. Coli* extrêmement sensible à huile essentiel.

Et d'après les résultats obtenus d'inhibition de l'extrait méthanolique, hexanique et acétonique sur la croissance *S. aureus* (22mm, 16mm, 11mm) que ces bactéries sont extrêmement sensible à l'extrait méthanolique et très sensible à l'extrait hexanique, et sensible à l'extrait acétonique.

Les résultats que nous avons vus d'après l'inhibition de l'extrait méthanolique et hexanique et acétonique sur la croissance de *pseudomonas aeruginosa*, (2mm, 11mm, 14mm), nous montrent que ces bactéries sont sensible à les extraits précités

Avec l'utilisation de gentamicine on observe qu'il a une pouvoir antibactérien car les trois bactéries sont extrêmement sensible et leur zone d'inhibition (30~45 mm).

D'après **Menasria et Mellikeche, 2016**, les deux bactéries testées ont été sensibles vis-à-vis de l'huile essentielle des graines de fenouil. En revanche, *S. aureus* a présenté un potentielle de résistance un peu élevée par rapport à *E. coli*. Donc la sensibilité plus marquée chez les Gram (-) par rapport aux Gram (+) vis-à-vis de l'huile essentielle des graines de fenouil. Ces résultats sont confirmés par de nombreuses études (**Lopez et al., 2005 ; Bozin et al., 2006 ; Bouzouita et al., 2008**). A partir des résultats étudié sur l'évaluation de l'activité antibactérienne on a conclu : Les huiles essentielles des graines de fenouil présentaient une activité antibactériennes considérable contre plusieurs souches bactériennes grâce à ces composé phénolique. Les bactéries Gram négative sont plus sensibles aux huiles essentielles de fenouil que les bactéries Gram positive.

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Avec la prévalence des microorganismes pathogènes résistants aux antibiotiques, nous notons un regain d'intérêt pour les molécules naturelles extraites à partir de ces dernières. L'Algérie par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse.

Dans le cadre d'une valorisation de ces ressources, notre travail a fait l'objet d'une étude phytochimique d'une espèce végétale à savoir *Foeniculum vulgare*, en analysant leur composition chimique de leur huiles essentielles mais aussi, en évaluant l'activité antioxydante et antimicrobienne de ces huiles et de l'extraits organiques et aqueux des graines de *Foeniculum*.

L'extraction de l'huile essentielle des graines de fenouil a été réalisée par hydrodistillation et extraits organiques et aqueux par macération et infusion.

L'étude phytochimique des extraits a mis en évidence la présence des composés suivants ; polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés et hydrolysables.

Les rendements d'extraction trouvés sont : 1.73% (Huile essentielle), 10.93%, 4.2%, 8.6%, 5.1% d'extraits (Hexanique, Acétonique, Méthanolique, Aqueux) respectivement.

L'analyse quantitative des extraits de *foeniculum vulgare* est représentée par un dosage spectral des polyphénols, des flavonoïdes et des tanins (condensés et hydrolysables) déterminée par le réactif du Folin-Ciocalciu, le trichlorure d'aluminium et par la vanilline en milieu acide respectivement qui varie dans les différents extraits testés. La teneur la plus élevée en polyphénols est retrouvée dans l'extrait aqueux (89,13 mg d'acide gallique/g). Pour les flavonoïdes la teneur la plus élevée est trouvée dans l'extrait hexanique (334.52 mg de Quercétine/g). La teneur la plus élevée en tanins condensés est retrouvé dans l'extrait acétonique (16.04 mg de catechol/g). Et pour les tanins hydrolysables, la teneur la plus élevée est trouvée dans l'extrait méthanolique (0,78 mg d'acide tannique/g).

L'activité antioxydante des extraits évaluée par le test du radical DPPH, qui a montré que les graines de fenouil a un effet antioxydant important, avec une IC₅₀ de (40.1, 39.44, 33.32) µg/ml d'extrait hexanique, extrait méthanolique et d'huile essentielle respectivement.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles a permis de montrer par la méthode d'antibiogramme une activité inhibitrice contre les trois souches de référence testées, La plus sensible est *Escherichia Coli* avec une zone d'inhibition de 42 mm.

L'extrait méthanolique a une activité inhibitrice (plus élevé que les autres extraits) contre la souche *Staphylococcus aureus* avec une zone de 22mm.

L'ensemble des résultats obtenus dans ce mémoire, constitue une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active, il serait intéressant d'étayer ce travail en:

- Extrayant les huiles et l'extraits organiques de d'autres parties de plante et les étudier.
- Doser d'autres constituants tels que les protéines, les lipides et les fibres.
- Etendre l'étude sur d'autres activités biologiques telles que l'activité anti-inflammatoire et antifongique.

Référence bibliographique

1. Adamou, 2012. Composition chimique et activité biologique d'huile essentielle de l'Anth : *Ridolfia segetum*. Mémoire de magister. Université d'Oran Es-Senia 30P ;
2. Amira, B., & Doha, B, 2015. Chemical composition of *Ammi visnaga* L. and new cytotoxic activity of its constituents khellin and visnagin. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(6), 285-291.
3. Aouadhi S., 2010. Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle, étude de 57 plantes recommandées par les herboristes, Master spécialisé en toxicologie, Faculté de médecine de Tunis, 130p.
4. Baba Aissa, F., 1999. Encyclopédie des plantes utiles. (Flore d'Algérie et du Maghreb). *Substances Végétales d'Afrique, d'orient et d'occident*. Ed. Edas, Alger. 17 p;
5. Badgajar S B, Patel V V, Bandivdekar A H, 2014. *Foeniculum vulgare* Mill: a review of its botany, phytochemistry, pharmacology, contemporary application, and toxicology. *BioMed research international*. 1-32.
6. Bellakhdar, J., A. Baayaoui, A. Kazdari Et J. Marechal, 1997. Herboristes et médecine traditionnelle a Tissint, oasis présaharien du sud marocain (province de Tata). *Al Biruniya. Rev. Mar. Pharm.* 3 (1): 7-50.
7. Beloued A, 2005. *Plantes médicinales d'Algérie*. 5 ème Ed. 1, place centrale de Ben Aknoun (Alger). 20-218p.
8. Benhammou, 2012. Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse présenté Pour l'obtention d'un Doctorat en Biologie. Université aboubakr belkaïd-tlemcen. 2 P.
9. Bishr, M. M., Desoukey, S. Y., & Magdy, M, 2014. The effect of soil on *Ammi visnaga* (L) Lam. plant grown in several localities of Egypt and Sudan.
10. Boutaghane, 2013. Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). These Présentée pour obtenir le diplôme de Doctorat en sciences. Université De Constantine 1. 11_58 P.
11. Bouzabata, A, 2015. Contribution a l'étude d'une plante medicinale et aromatique *myrtus communis* L. Thèse de Doctorat en Sciences Médicales. Université Badji Mokhtar Annaba. 147P ;
12. Bremness L, 2002. *Plantes aromatiques et médicinales*. Ed. Bordas, Paris, 303p.

13. Catherine T, 1991. Plantes molluscicides et bilharziose. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Limoges. 195P ;
14. Chaker El calamouni, 2010. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat. Sciences des agroressources. L'institut national polytechnique de Toulouse. Université de Toulouse.
15. Chehma A, 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara Septentrional Algérien, Ed. Dar El Houda, 106.
16. Chevallier A, 1997. Encyclopédie des plantes médicinales, Ed. Sélection du Reader's Digest, Paris, 336p.
17. Chitra, V., Leelamma, S, 2000. Journal of ethnopharmacology, 71(3), 457-463 P ;
18. Coste H. et Flahault CH, 1998. Flore Descriptive et illustrée de la France de la Corse et des Contrées limitrophes. Tome II. Librairie scientifique et technique, Paris.
19. Dhandapani S., Subramanian V.R., Rajagopal S. et Namasivayam N., 2002. Hypolipidemic effect of Cuminum cyminum L. on alloxan-induced diabetic rats. Pharmacological Research, 46: 251-255.
20. Djerri L, 2011. Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métaolites secondaires de trois plantes Algériennes de la famille des Apiaceae (*Daucus reboudii* Coss. ex Batt. & Trab., *Kundmannia sicula* (L.) DC., et *Elaeoselinum thapsioides* Maire). Thèse de doctorat en Chimie Organique. Université MENTOURI de Constantine. 13P ;
21. Dupont F. et Guignard J. L, 2012. Botanique, les familles de plantes, Elsevier Masson. A. S, Paris.
22. Ebrahimzadeh MA, Nabavi SF, Nabavi SM, 2009. Antihemolytic and antioxidant activity of *Hibiscus esculentus* leaves. Pharmacologyonline; 2: 10971105.
23. Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba M and Abdelly C. 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. Comptes Rendus Biologies. 331:372-379.
24. Filliat Paloma, 2012. Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs, thèse de docteur en pharmacie diplôme d'état. Université Joseph Fouries, Faculté de pharmacie de Grenoble.
25. Gurinder J K and Daljit S A, 2010. Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae - Current status. Journal of Medicinal Plants Research. 4(2), 087-094.

26. Hajhashemi, V., Ghannadi, A. and Sharif, B, 2003. Journal of Ethnopharmacology, Antiinflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill., 89, 67.
27. Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K. and Stearn W. T, 1996. Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale P. 218- 219.
28. Isman, M. B., 2000. Crop Protection, Plant essential oils for pest and disease management, 19, 603.
29. Jang, I. S. Ko, Y. H., Kang, S. Y. and Lee, C. Y., 2007. Animal Feed Science and Technology, Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens, 134, 304.
30. Jaradat , N,A., Abualhasan, M., Al-Masri, M., Speih,R ,I., Johari, M,A., Awad, M ,A., 2015. Phytochemical Screening and In-vitro Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Entire Khella Plant (*Ammi visnaga*. L.).A member of Palestinian Flora.PP 137-143
31. Julkunen-Titto, R. 1985. Phenolics constituents in the leaves of northern willows: Methods for the analysis of certain phenolics. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 33, 213-217
32. Karbach, J., Königkamp, S., Warnke, P., Behrens, E. and Al-Nawas, B., 2007. International Journal of Antimicrobiol Agents, Antimicrobial effect of antibacterial essential oils and three common antiseptic products, 29, 303.
33. Keddad, A., Baaliouamer, A., & Hazzit, M, 2016. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils from Umbels of Algerian *Ammi visnaga* (L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 19(5), 1243-1250.
34. Koch, C., Reichling, J., Schnee, J. and Schnitzler, P., 2008. Phytomedicine, Inhibitory effect of essential oils against Herpes simplex virus type 2, 15, 71.
35. Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M. and Mete, E., 2008. Bioresource Technology, Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and pcymene, 99, 8788.
36. Lakhdar djarri., 2011 : Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métabolites secondaires de trois plantes algériennes de la famille des apiaceae. Thèse de doctorat. Chimie Organique. Université mentouri de Constantine.
37. Laouer H., 2004 .Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles

- essentielles d'Ammoidespusillaet de Magydarispastinacea. Thèse de Doctorat d'état
Département de Biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.
38. Larousse, 2001. Encyclopédie des plantes médicinales, Ed. Larousse, Paris, 335p.
 39. Latreche, M., Sadoudi, Z., 2017. Etude ethnobotanique et caractéristique phytochimique des plantes médicinales a effet a Antimicrobien. Mémoire de Master en Biologie. Université M 'hamedBougara de Boumerdes. Annexes.
 40. Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L., Nouri, N.H., 2019. Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,- Nord-est algérien). Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 88, 34 p;
 41. Lopes-Lutz, D., Alviano, D. S., Alviano, C. S. and Kolodziejczyk, P. P., 2008. Phytochemistry, Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxydant activities of Artemisia essential oils, 69, 1732.
 42. Mbaebie, B., Edeoga, H., & Afolayan, A. 2012. Phytochemical analysis and antioxidant activities of aqueous stem bark extract of Schotia latifolia Jacq. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2(2), 118–124.
 43. Meepagala, K. M., Estep, A. S., & Becnel, J. J. 2016. Mosquitocidal Activity of Extracts from Ammi visnaga (Apiaceae) Seeds. Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 5(04), 170.
 44. Menezes, I. A. C., Marques, M. S., Santos, T. C., Dias, K. S., Silva, A. B. L., Mello, I. C. M., Lisboa A. C. C. D., Alves, P. B., Cavalcanti, S. C. H., Marçal, R. M. and Antonioli, A. R., 2007. Fitoterapia, Antinociceptive effect and acute toxicity of the essential oil of Hyptis fruticosa in mice, 78, 192.
 45. Mokkedem, O., 2004. Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, IRA-ICARDA, ARS-USDA, 28-36 P;
 46. Mole, S., & Waterman, P. G. 1987. A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies. Oecologia, 72(1), 137–147.
 47. Molino, P., 2005. A guide to medicinal plants in north africa, IUCN.
 48. Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity Songklanakar J. Sci. Technol., 26(2) : 211-219
 49. Monzote, L., Montalvo, A. M., Scull, R., Miranda, M. and Abreu, J., 2007. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, Activity, toxicity and analysis of resistance of essential oil from Chenopodium ambrosioides after intraperitoneal, oral and

- intralesional administration in BALB/c mice infected with *Leishmania amazonensis*: A preliminary study, 61, 148.
50. Nazrul Islam Bhuiyan, Md ; Begum J. ; Sultana, M. Bangladesh J., 2009. Pharmacol. 4, 150-153P ;
51. Nouel OUIS.2015. Etude chimique et biologique de l'huile essentielle de coriandre, de fenouil et persil .thèse de doctorat. Université d'Oran 1
52. Oktay M, et al., 2003. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*. 36: 263–271.
53. Paloma F, 2012. Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. *Pharmaceutical sciences*. 00740660 : 63.
54. Paloma, F., 2012. Les plantes de la famille des apiacées dans les troubles digestifs. Docteur en pharmacie. Université Joseph Fourier. 28-61P ;
55. Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., & Codina, C. 2002. Comparison between the Radical Scavenging Activity and Antioxidant Activity of Six Distilled and Nondistilled Mediterranean Herbs and Aromatic Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (23), 6882–6890.
56. Peana, A. T., Marzocco, S., Popolo, A. and Pinto, A., 2006. Life Sciences, (-)-Linalool inhibits in vitro NO formation: Probable involvement in the antinociceptive activity of this monoterpene compound, 78, 719.
57. Pellecuer, J., Roussel, J. L. and Andary, C., 1980. *Rivista Italiana Essenzo*, Recherche du pouvoir antifongique de quelques huiles essentielles. (EPPOS), 23, 45.
58. Prieto, J. M., Iacopini, P., Cioni, P. and Chericoni, S., 2007. *Food Chemistry*, In vitro activity of the essential oils of *Origanum Vulgare*, *Satureja Montana* and their main constituents in peroxynitrite-induced oxidative processes, 104, 889.
59. Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, TomeII. Ed. C.N.R.S., Paris, 860p.
60. Quezel P. and Santa S, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales ; Editions du Centre National de la Recherche Scientifique : Paris.
61. Rahimi R., Ardekani Mr., 2013. Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill.in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy. *Chin J Integr Med*.19(1):73-9.
62. Rather M et al., 1997. *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phyto-chemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*. 2012 .page3_4. [13] MUCKENSTURM b et al .Phytochemical and Chemotaxonomic Studies of *Foeniculum vulgare*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 25:353-358.

63. Rather M, et al., 1997. *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phyto-chemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*. 2012 .page3_4. [13] MUCKENSTURM b et al .Phytochemical and Chemotaxonomic Studies of *Foeniculum vulgare*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 25:353-358.
64. Renaud V., 2003. Tous les légumes courants, rares ou méconnus, cultivables sous nos climats. Ed. Eugen Ulmer, Paris, 224p.
65. RIBÉREAU GAYONP, 1970. Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges, *Chim. Anal.*, 52, n°6
66. Sadallah, A., Laidi, R., 2018. Étude Ethnobotanique de certaines plantes médicinales dans la région d'Ain bessem et Sour el ghoulane (Bouira). Mémoire de Master en Biologie. Université AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA, pp. 23-30; Annexes.
67. Sadraei, H., Ghannadi, A. and Malekshahi, K., 2003. Fitoterapia, Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions, 74, 445.
68. Schauenberg p et paris f. 1977. Guide des plantes médicinales : analyse, description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et Niestlé, Paris, 271p.
69. Segal, D., & Srinivasan, P. 1985. The Impact Of Suburban Growth Restrictions On U.S. Housing Price Inflation, 1975–1978. *Urban Geography*, 6(1), 14–26
70. Senatore F, et al., 2013. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of anethole-rich oil from leaves of selected varieties of fennel [*Foeniculum vulgare* Mill. ssp.vulgare var.azoricum (Mill.) Thell]. *Fitoterapia*. 90: 214-219.
71. Shamkant B., et al. 2014. *Foeniculum vulgare* Mill : A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and Toxicology. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International. Article ID 842674, 32.
72. Shun-ichi Y, Naohito Oh-h, Kazuo A, 1976. Synthetic studies on optically active epoxyterpenes from L-glutamic acid-I. Syntheses of R-(+)-Epoxygernoil, R-(+) Marmin and R-(+)-Epoxyaurapten. *Tetrahedron Lett.* 29 : 2557-2560.
73. Silva, J., Abebe, W., Sousa, S. M., Duarte, V. G., Machado, M. I. L. and Matos, F. J. A., 2003. *Journal of Ethnopharmacology*, Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*, 89, 277.
74. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 152–178

75. Socorro, V. F. M., Francisco, J. A. M., Leal-Cardoso, J. H. and Criddle, D. N., 2002. Journal of Ethnopharmacology, Relaxant effects of the essential oil of *Ocimum gratissimum* on isolated ileum of the guinea pig, 81, 1.
76. Staniszevska M and Kula J, 2001. Composition of the essential oil from wild carrot. (*L. ssp. carota*) growing in Poland. Journal Essential Oil Research, 13: 439-441.
77. Stein, R, Mehmet C. Oz., 2004. Complementary and alternative cardiovascular medicine, Humana Press.
78. Tepe, B., Akpulat, H. A., Sokmen, M., Daferera, D., Yumrutas, O., Aydin, E., Sokmen, A. 2006. Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of *Pimpinella anisatum* and *Pimpinella flabellifolia* from Turkey. Food Chemistry, 97(4), 719–724.
79. Terniche, N., et Tahanout, F., 2018. Contribution à une enquête ethnobotanique des plantes médicinales dans la wilaya de Tizi Ouzou. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Mouloud MAMMERI - TIZI OUZOU -55-64 p ;
80. Teuscher E, Anton R, Lobstein, 2005. Plantes aromatiques : Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & doc, Paris.
81. Tung, Y. T., Chua, M. T., Wang, S. Y. and Chang, S. T., 2008. Bioresource Technology, Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs, 99, 3908.
82. Volak J. & Stodola J. 1984. Plantes médicinales. 256 illustrations en couleurs. Published by Grund. Coll. La nature à livre ouvert. 399 P.
83. Wang, X., Zhang, F. M., Liu, Z. X., Feng, H. Z., Yu, Z. B., Lu, Y. Y., Zhai, H. H., Bai, F. H., Shi, Y. Q., Lan, M., Jin, J. P. and Fan, D. M., 2008. Journal of Ethnopharmacology, Effects of essential oil from *Croton tiglium* L. on intestinal transit in mice, 117, 102.
84. Wichtl M. et Anton R., 2003 - Plantes thérapeutiques- Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Ed.TEC & DOC, 692 p.
85. Zeguerrou, R., Guesmia, H., Lahmadi, S., 2010. Recueil des plantes médicinales dans la région des Ziban. CENTRE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE SUR LES REGIONS ARIDES Omar El BARNAOUI, pp. 25;
86. Zoubiri S et al., 2014. Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil. Arabian Journal Of Chemistry ; 7:480-485.

Résumé

Ce travail s'est concentré sur l'étude des plantes de la famille des Apiacées. On a effectué l'extraction et l'évaluation phytochimique des métabolites secondaires et l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne du Fenouil (*Foeniculum vulgare*) qui est une grande plante herbacée, vivace et aromatique appartenant à la famille des Apiacées, largement utilisée en médecine traditionnelle. Elle est originaire de la région méditerranéenne. L'étude phytochimique des extraits organiques et aqueux extraites par macération et infusion a mis en évidence la présence des polyphénols, flavonoïdes, et des tanins condensés et hydrolysables. L'extraction d'huile essentielle des graines sèches du Fenouil est réalisée en utilisant la méthode d'hydrodistillation (type Clevenger) et qui a donné un rendement de 1.73%. Les extraits (Hexanique, Acétonique, Méthanolique, et Aqueux) donne des rendements 10.93%, 4.2%, 8.6%, 5.1% respectivement. L'étude de l'activité antioxydante a été réalisée par la méthode de DPPH, l'huile essentielle et les extraits des graines de fenouil a révélé un pourcentage d'inhibition de (40.1, 39.44, 33.32) µg/ml d'extrait hexanique, extrait méthanolique et d'huile essentielle respectivement. Les résultats de l'activité antibactérienne réalisée par la méthode de l'antibiogramme ont montré que l'huile essentielle des graines du fenouil possède une capacité inhibitrice de la croissance des deux souches testées *Escherichia coli* et *Staphilococcus aureus*. L'extrait aqueux inhibe la croissance de la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

Mots clés : Apiacées, *Foeniculum vulgare*. Huiles essentielles, Activité antibactérienne, activité antioxydante,

الملخص

ركز هذا العمل على دراسة نباتات عائلة Apiaceae. أجرينا الاستخراج والتقييم الكيميائي النباتي للمستقلبات الثانوية ودراسة النشاط المضاد للأكسدة والبكتيريا للشمر (*Foeniculum vulgare*) وهو نبات عشبي كبير معمر وعطري ينتمي إلى عائلة Apiaceae ، يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. هي في الأصل من منطقة البحر الأبيض المتوسط. أظهرت الدراسة الكيميائية النباتية للمستخلصات العضوية والمائية المستخرجة بالنقع والتسريب وجود البوليفينول والفلافونويدات والعفص المكثف والمتحلل بالماء. يتم استخلاص الزيت العطري من بذور الشمر الجافة باستخدام طريقة التقطير المائي (نوع Clevenger) والتي أعطت عائد 1.73%. المستخلصات (الهكسان ، الأسيتون ، الميثانول ، المائي) تعطي عوائد 10.93% ، 4.2% ، 8.6% ، 5.1% على التوالي. أجريت دراسة الفعالية المضادة للأكسدة بطريقة DPPH والزيت العطري ومستخلصات بذور الشمر أظهرت نسبة تثبيط (40.1، 39.44، 33.32) ميكروغرام / مل من مستخلص الهكسان والمستخلص الميثانولي والزيوت الأساسية على التوالي. أظهرت نتائج النشاط المضاد للبكتيريا المنفذة بالطريقة المضادة للبكتيريا أن الزيت العطري لبذور الشمر له قدرة تثبيط نمو السلالتين المختبريتين *Escherichia coli* و *Staphilococcus aureus*. يمنع المستخلص المائي نمو سلالة *Pseudomonas aeruginosa*.

الكلمات المفتاحية: Apiaceae ، *Foeniculum vulgare*. زيوت عطرية، نشاط مضاد للبكتيريا، نشاط مضاد للأكسدة.

Abstract

This work focused on the study of plants of the Apiaceae family, we performed the extraction and phytochemical evaluation of secondary metabolites and the study of the antioxidant and antibacterial activity of Fennel (*Foeniculum vulgare*) which is a large herbaceous, perennial and aromatic plant belonging to the Apiaceae family, widely used in traditional medicine. It is native to the Mediterranean region. The phytochemical study of organic and aqueous extracts extracted by maceration and infusion has shown the presence polyphenols, flavonoids, and condensed and hydrolyzable tannins. The extraction of essential oil from the dry seeds of Fennel is carried out using the hydrodistillation method (Clevenger type) and which gave a yield of 1.73%. The extracts (Hexane, Acetone, Methanolic, and Aqueous) gives yields 10.93%, 4.2%, 8.6%, 5.1% respectively. The study of the antioxidant activity was carried out by method of DPPH, essential oil and fennel seed extracts revealed a percentage inhibition of (40.1, 39.44, 33.32) $\mu\text{g} / \text{ml}$ of hexane extract, methanolic extract and essential oil respectively. The antibacterial activity carried out by the antibacterial method showed that the essential oil of the seeds of fennel has a growth inhibitory capacity of the two tested strains *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The aqueous extract inhibits the growth of the strain *Pseudomonas aeruginosa*.

Key words: Apiaceae, *Foeniculum vulgare*. Essential oils, Antibacterial activity, Antioxidant activity.